



НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ

2016

**МАТЕРИАЛЫ**  
IX МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

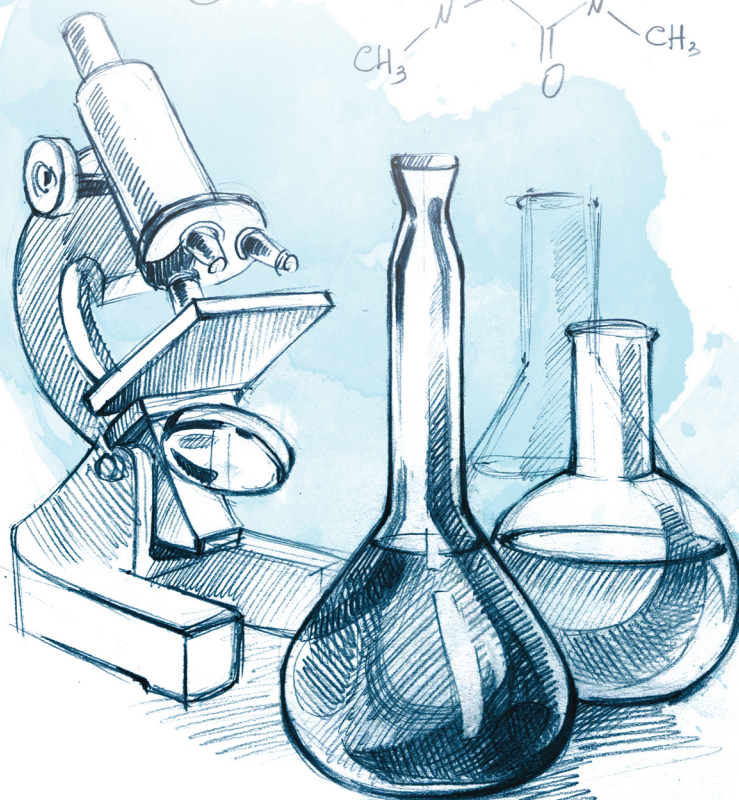
«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИИ»

---

**BOOK OF ABSTRACTS**

IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
AND PRACTICAL CONFERENCE

"THE CURRENT STATE AND  
PROSPECTS OF PETROCHEMISTRY  
INNOVATIVE DEVELOPMENT"





# МАТЕРИАЛЫ

IX МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИИ»

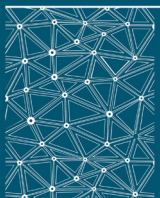
---

BOOK OF ABSTRACTS

IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
AND PRACTICAL CONFERENCE

"THE CURRENT STATE AND  
PROSPECTS OF PETROCHEMISTRY  
INNOVATIVE DEVELOPMENT"

2016



## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

От имени коллектива ПАО «Нижнекамскнефтехим» сердечно приветствую участников IX Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы инновационного развития нефтехимии»!

Разработка новшеств и использование передовых достижений науки и техники всегда были приоритетными в деятельности нашего акционерного общества, способствуя его развитию и успешному функционированию.

Ученые компании в содружестве с коллегами из российских научно-исследовательских и образовательных учреждений разработали и внедрили множество технических решений, направленных на усовершенствование продукции и технологических процессов компании. Сегодня инновации стали мощным фундаментом не только для развития технологий, но и в сфере управления предприятием, охраны окружающей среды, организации безопасного производства.

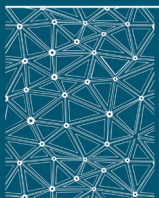
Желаю, чтобы конференция прошла в конструктивной обстановке обмена мнениями и обсуждения проблем современной нефтехимии.

Всем участникам и гостям этого форума плодотворных творческих рабочих встреч и будущих взаимовыгодных контактов на благо ПАО «Нижнекамскнефтехим».

Генеральный директор  
ПАО «Нижнекамскнефтехим»  
А.Ш. Бикмурзин







**ТЕЗИСЫ ПЛЕНАРНЫХ ДОКЛАДОВ  
ABSTRACTS OF PLENARY REPORTS**

**ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ».  
ПРОИЗВОДСТВО И ИННОВАЦИИ**

**И.Г. Ахметов, А.Г. Сахабутдинов, И.Г. Шарифуллин**  
*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

**POLYMER MATERIALS OF PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM».  
PRODUCTION AND INNOVATION**

**I.G. Akhmetov, A.G. Sakhabudinov, I.G. Sharifullin**  
*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

ПАО «Нижнекамскнефтехим» – одна из крупнейших нефтехимических компаний Европы. В структуру предприятия входят 9 заводов, 7 центров, в том числе Научно-технологический центр, вспомогательные цеха и управления. Особенностью ПАО «Нижнекамскнефтехим» является высокая степень локализации промышленных объектов.

Ассортимент выпускаемой продукции достаточно широк, более ста наименований. Основу товарной номенклатуры составляют: синтетические каучуки (СК); пластические массы (ПМ); мономеры; окиси этилена и пропилена; альфа-олефины; поверхностно-активные вещества и др. Вся производимая на объединении продукция отвечает международным стандартам качества.

Производства синтетических каучуков и пластических масс являются приоритетными направлениями развития компании. Перечень полимерных материалов представлен: изопреновым (СКИ-3), «неодимовым» бутадиеновым (СКД-Н), «литиевым» бутадиеновым (СКД-Л), бутиловым (БК), хлорбутиловым (ХБК), бромбутиловым (ББК), «блочным» бутадиен-стирольным (ДССК 2012) каучуками, полистиролом общего назначения (ПСОН), ударопрочным полистиролом (УППС), акрилонитрилбутадиенстирольным пластиком (АБС-пластик), полиэтиленом (ПЭ) и полипропиленом (ПП). В 2015 году ассортимент полимеров пополнился полиэтиленовой композицией для изоляции металлических трубопроводов РЕ 6146КМ.

Объемы выпуска полимерных материалов в ПАО «Нижнекамскнефтехим», несмотря на мировые тенденции, продолжают оставаться высокими, а производственные мощности практически всегда функционируют на максимально возможном уровне. Так, можно привести следующие данные по количеству выпущенных СК (тыс. тонн): СКИ-3 – 265,9; СКДН – 147,3; СКД-Л – 35,8; БК – 71,1; ХБК – 27,9; ББК – 98,9. Суммарно в 2015 году произведено и реализовано более 647 тыс. тонн каучуков. Производство ПМ в компании в 2015 году также отработало достаточно стабильно, выпуск пластиков составил 718 тысяч тонн из них (тыс. тонн): ПСОН, УППС, АБС – 305,1; ПЭ – 200,4; ПП – 213,2.

Потребители нижнекамских полимерных материалов – ведущие зарубежные и отечественные производители шин, автомобилей, РТИ, пластиковых труб, XPS-плит, пленок, бытовой техники, упаковки. Ориентируясь на запросы рынка, постоянно ведутся исследования по созданию новых полимеров. Инновационная деятельность в ПАО «Нижнекамскнефтехим» сосредоточена в Научно-технологическом центре. Применение оснащенной аналитической базы, лабораторных реакторов и уникальных пилотных установок позволяет создавать и, далее, промышленно осваивать новые виды востребованной продукции.

Таким образом, очередные итоги года и планы развития позволяют позиционировать ПАО «Нижнекамскнефтехим» как надежного партнера и крупного производителя высококачественных полимерных материалов.



**ПОЛУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ НЕФТЕХИМИИ НА КИСЛОТНЫХ  
И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КАТАЛИЗАТОРАХ****П.Н. Борущий***ООО «Научно-производственная фирма «ОЛКАТ», г. Санкт-Петербург, Россия***PRODUCTION OF PETROCHEMICALS USING ACID  
AND METAL-BASED CATALYSTS****P.N. Borutskiy***JSC «OLKAT», St. Petersburg, Russian Federation*

Изобутан и изопентан (изобутен, изопентен), бутены, тримеры и тетрамеры пропилена, олигомеры бутиленов, алкилбензолы – важные для нефтехимии продукты, получаемые с использованием гетерогенных кислотных и металлсодержащих катализаторов. В составе кислотных катализаторов, в частности, изомеризации алканов или ксилолов, обычно присутствуют платина, что обеспечивает или образование небольших количеств иницирующих реакцию олефинов или стабильность работы таких каталитических систем [1-6]. Оптимальное соотношение кислотной силы катализатора и основания – молекул исходного и конечного углеводорода (принцип соответствия) является залогом высокой скорости и селективности, а также стабильного характера протекания карбоний-ионных реакций [6], в частности, изомеризации.

Конверсия менее основного *n*-бутана на уровне 20% обеспечивалась на платинированных катализаторах, синтезированных в НПФ «ОЛКАТ», в широком диапазоне температур, в зависимости от кислотных свойств основы катализаторов [7]. Катализатор на основе хлорированного эта-оксида алюминия (НИП-3А) более активен в конверсии *n*-бутана, чем сульфатциркониевый катализатор (ИПК-2С). Под давлением водорода последний при конверсии бутана около 50% показал также меньшую селективность. Показатели изомеризации *n*-пентана на данных катализаторах были близки. Для реакции скелетной изомеризации более основных *n*-бутиленов был разработан менее кислотный катализатор на основе цеолита феррьерит. Испытания данного катализатора на пилотной установке в присутствии водяного пара показали, что конверсия *n*-бутиленов около 35% с селективностью до 88% на катализаторе НПФ «ОЛКАТ» обеспечивалась при температурах на 60-70 °С ниже, чем на промышленной установке ПАО «НКНХ».

Для получения олигомеров пропилена или бутиленов был разработан катализатор типа ОК на основе отечественного высококремнеземного цеолита, работающий с высокой селективностью по олефинам при температурах ниже 200 °С. В отличие от импортного фосфорно-кислотного катализатора, данный катализатор не спекается и может подвергаться окислительной регенерации.

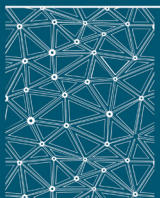
Опыты по алкилированию бензола высшими олефинами показали, что гетерогенные катализаторы на основе сульфатированных оксидов циркония и алюминия потенциально могут заменить жидкие кислотные и коррозионно-активные каталитические системы.

Разработанный промотированный алюмоплатиновый катализатор типа ДП с минимизированной кислотной функцией при температуре 530 °С обеспечивал дегидрирование изобутана с конверсией около 40% при селективности не менее 97% стабильную работу около 2 суток.

Отечественные разработки новых и усовершенствование известных каталитических систем, технологий производства нефтехимических продуктов становятся все более актуальными в связи с наметившейся в России тенденцией импортозамещения. Вместе с тем, при переходе на новые катализаторы в рамках существующих технологий и аппаратного оформления требуется более тесное взаимодействие разработчиков каталитических систем с производителями катализаторов и продуктов нефтехимии, заводской наукой.

*Литература*

1. Зиятдинов А.Ш., Гильмуллин Р.Р., Борущий П.Н., Подклетнова Н.М. Низкотемпературная изомеризация *n*-бутана. V Международная конференция по интенсификации нефтехимических процессов



"Нефтехимия-99". Тезисы докладов. Т. II. Нижнекамск, 1999, с. 111.

2. Боруцкий П.Н., Красий Б.В., Козлова Е.Г., Подклетнова Н.М. // Сравнительный анализ эффективности катализаторов изомеризации алканов C<sub>4</sub>-C<sub>6</sub>. VI Международная конференция по интенсификации нефтехимических процессов "Нефтехимия-2002". Тезисы докладов. Нижнекамск, 2002. С.96-98.

3. Боруцкий П.Н. Алкилирование углеводородов. Изомеризация углеводородов. Олигомеризация углеводородов. В кн. «Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ» ч.1. Под ред. Ю.В. Паконовой и В.И. Страхова, Изд. НПО «Профессионал», Санкт-Петербург, 2002, с. 873-829.

4. Боруцкий П.Н., Козлова Е.Г., Подклетнова Н.М., Гильченок Н.Д., Соколов Б.Г., Зуев В.А., Шатовкин А.А. Алкилирование бензола на гетерогенных катализаторах. //Нефтехимия, 2007, №4, с.276-278.

5. Боруцкий П.Н., Козлова Е.Г., Подклетнова Н.М., Митюшкина Е.С. Исследование платинированных сульфатциркониевых катализаторов изомеризации алканов. С. 73-85. Сб. научн. тр.- «Катализ: вчера, сегодня, завтра. «СПб. СПбГИ (ТУ), 2009, 317 с.

6. Боруцкий П.Н. Каталитические процессы получения углеводородов разветвленного строения. Изомерия и катализ синтеза углеводородов разветвленного строения. СПб. Изд. НПО «Профессионал», 2010. 728 с.

7. Боруцкий П.Н., Козлова Е.Г., Меерович Е.А., Подклетнова Н.М., Сорокин И.И. Каталитическая изомеризация углеводородов C<sub>4+</sub>. Нефтепереработка: катализаторы и гидропроцессы. Сборник тезисы докладов научно-технологического симпозиума. 20-23 мая 2014, Санкт-Петербург / ИК СО РАН. Новосибирск. Институт катализа СО РАН, 2014. с. 59-60.



## ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИИ В МИРЕ, В РОССИИ, В СИБУРЕ

**С.С. Галибеев**

ООО «СИБУР», г. Москва, Россия

## VECTORS OF DEVELOPMENT IN CHEMICAL INDUSTRY: GLOBALLY, IN RUSSIA, AT SIBUR

**S.S. Galibeev**

SIBUR LLC, Moscow, Russia

В настоящее время к основным трендам развития мировой нефтехимии можно отнести следующие: «Сланцевый газ», «Новые способы получения базовых молекул» и «Биотехнологии». Развитие технологий сланцевого газа изменило фокус внимания ряда крупных нефтехимических компаний со специальной химии на крупнотоннажную, сделав ее вновь привлекательной. В свою очередь доступ к эффективным технологиям получения базовых молекул становится все более актуальной задачей - производство олефинов из газа и угля, технологии МТО/МТР, окислительное дегидрирование. В то же время биотехнологии могут представлять стратегическую угрозу традиционным процессам и технологиям в нефтехимии, однако стоит отметить, что разработки в данной области уже сейчас сопровождаются распространением определенных мифов, заблуждений и дискуссионных толкований.

За последние десятилетия география мировой нефтехимии кардинально изменилась, при этом на фоне глобальных изменений преимущество российской нефтехимии по операционным издержкам быстро сокращается. Сильной стороной Российской нефтехимии традиционно является сырьевое преимущество, однако высокие капитальные затраты ухудшают конкурентоспособность новых проектов, что сдерживает развитие отечественной нефтехимии, и отставание России от лидеров продолжает накапливаться.

СИБУР является газоперерабатывающей и нефтехимической компанией с уникальной вертикально-интегрированной бизнес-моделью, присутствующей в двух основных сегментах — топливно-сы-



ръемом и нефтехимическом. Топливо-сырьевые продукты реализуются на внутреннем и международном рынках, а также используются в качестве собственного сырья в нефтехимическом сегменте для дальнейшей переработки в базовые полимеры, синтетические каучуки, пластики, продукцию органического синтеза и другие продукты нефтехимии. По состоянию на 31 декабря 2014 года СИБУР выпускал продукты на 26 производственных площадках, клиентский портфель Компании включал более 1 400 крупных потребителей в топливно-энергетическом комплексе, автомобилестроении, строительстве, потребительском секторе, химической и других отраслях примерно в 75 странах мира, общая численность сотрудников СИБУР превышала 25 тыс. человек.

За последние годы СИБУР достиг значительных результатов нефтехимическом секторе и базовых полимерах, и теперь рассматривает новые возможности диверсификации продуктового портфеля. Ключевым вопросом здесь является доступ к технологиям, который может быть получен через создание совместного предприятия с партнером, приобретение лицензии или разработку собственной технологии.

Для управления развитием в СИБУРе создано подразделение «Объединенный блок развития» (ОБР), в функционал которого входит как координация НИОКР и внедрения результатов, так и подготовка и реализация проектов развития бизнеса. ОБР постоянно расширяет спектр инструментов по поиску новых проектов, которые далее проходят тщательный процесс детальной проработки и отбора. В тех случаях, когда привлечение технологии невозможно или затруднено, инициируется собственная разработка в R&D центрах Компании или с привлечением сторонних научных институтов. В настоящее время НИОКР компании ведется в следующих основных направлениях: разработка новых для компании продуктов или принципиально более эффективных технологий, разработка новых марок в рамках продуктового портфеля компании и повышение эффективности действующих производств.



**ИННОВАЦИИ И ЭВОЛЮЦИЯ  
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ.  
СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧНЫХ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ КОНЦЕПЦИЙ**

**A. Долл, Г. Мезарош**

*ThyssenKrupp Industrial Solutions AG, Германия*

**INNOVATION AND EVOLUTION IN PROCESS TECHNOLOGY.  
CREATING ENVIRONMENTAL FRIENDLY AND ENERGY SAVING CONCEPTS**

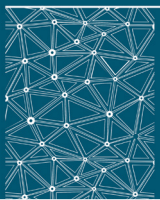
**A. Doll, G. Meszaros**

*ThyssenKrupp Industrial Solutions AG, Germany*

Коммерческая жизнеспособность процесса и его постоянный экономический успех определяются множественными факторами. Как известно, в течение срока службы установки эксплуатационные расходы являются основным фактором, влияющим на рентабельность производства и размер текущей прибыли. Кроме основных элементов технологического процесса, таких как коэффициенты конверсии и ведение основного процесса, большое влияние на эксплуатационные расходы оказывают энергоэффективность и меры по охране окружающей среды.

Компания "TKIS Технологии процесса" позиционирует себя в качестве подрядчика, ориентированного на решение технологических задач, и оказывает поддержку поставщикам технологий и владельцам заводов по оптимизации всех элементов эксплуатационных затрат. Успешное осуществление процессов по оптимизации энергозатрат и бережному отношению к окружающей среде в докладе рассмотрено на двух примерах:

- Эволюционная оптимизация энергии в процессе производства винилхлорида компании



Vinnolit совместно с компанией TKIS

- Инновационная и революционная разработка нового экологичного процесса производства оксида пропилена без образования побочного продукта на основе технологии Evonik-tkIS HPPO.

## **ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ РОССИИ**

**В.М. Капустин**  
*ОАО «ВНИПИнефть»*

## **PROBLEMS OF MODERNIZATION AND RECONSTRUCTION OF PETROCHEMICAL PLANTS IN RUSSIA**

**V.M. Kapustin**  
*JSC «VNIPIneft»*

Нефтехимическая промышленность является одной из базовых отраслей российской индустрии. Стабильное функционирование нефтехимического комплекса имеет принципиальное значение для развития всех сегментов отечественной экономики.

На данный момент функционирование отрасли регулируется двумя правительственными документами: Планом развития газонефтехимии 2030 и Стратегией развития химического и нефтехимического комплекса 2030. Главной идеей этих двух отраслевых документов является создание 6 крупнейших нефтегазохимических кластеров. В определенной степени создание кластеров позволит оптимизировать затраты на реализацию новых проектов и модернизацию действующих установок. Препятствием на пути их создания может стать не дефицит сырья, а отсутствие необходимого финансирования. Поставлена задача по стимулированию внутреннего спроса на продукцию нефтегазохимии в основном в таких отраслях как дорожная, жилищное строительство, машиностроение, бытовое потребление, однако падение курса рубля привело к снижению спроса на нефтехимическую продукцию, как со стороны промышленности, так и населения.

К проблемам нефтегазохимической отрасли в России следует отнести высокий износ оборудования (более 43%), предельный уровень загрузки мощностей, использование более 70% технологий, разработанных в 60-80-е годы XX века, в результате чего технологические процессы на отечественных предприятиях отличаются высокой энерго- и ресурсоемкостью.

Существенное значение в развитии отрасли могла бы придать развернувшаяся в настоящее время кампания по импортозамещению, однако доля импорта на рынке полимеров по-прежнему высока и сократить ее проблематично, так как для выпуска некоторых марок полимеров в стране нет технологий и оборудования. Так, доля импорта зарубежного ПВХ достигает 39,9%.

Анализ возможности замещения импортного оборудования российским показал, что доля российского оборудования в процессах нефтепереработки и нефтехимии может составить до 90%. Наибольшие проблемы связаны с использованием насосного и компрессорного оборудования, а также приборов КИП и автоматики.

Таким образом, к основным проблемам, препятствующим модернизации отрасли, следует отнести: неясность налоговой политики Правительства, недостаточная эффективность инвестиционного процесса, неразвитость внутреннего рынка потребления нефтегазохимической продукции, высокая транспортная составляющая в цене газохимической продукции, высокая импортозависимость отрасли и увеличение стоимости оборудования из-за падения курса рубля.

**ОБ ОПЫТЕ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ФГБОУ ВПО «КНИТУ»  
ДЛЯ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»**

**А.М. Кочнев, А.О. Эбель**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия*

**KNRTU EXPERIENCE IN TRAINING SPECIALISTS FOR PJSC  
«NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM»**

**A.M. Kochnev, A.O. Ebel**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

Одним из важных направлений организационных изменений в системе высшего образования является формирование сети партнеров, заинтересованных во взаимовыгодном сотрудничестве и готовых объединить свои ресурсы с целью задействования взаимодополняющего потенциала при подготовке кадров.

Сетевое взаимодействие с российскими и иностранными партнерами - ключевой принцип в деятельности КНИТУ. Приоритетным в этом направлении является стратегическое партнерство с ведущими предприятиями нефтегазохимического комплекса - ПАО «Казаньоргсинтез», ПАО «Татнефть», ООО «Аммоний», ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг», ПАО «Газпром» и т. д.

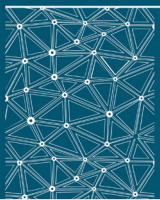
Партнерство с каждым из них подразумевает различные модели взаимодействия: создание базовых кафедр, целевая подготовка и переподготовка специалистов, совместная разработка и апробация основных и дополнительных образовательных программ; совместная ресурсная поддержка образовательных программ; совместное написание учебников и проведение научно – практических конференций; привлечение ведущих специалистов профильных предприятий для реализации учебного процесса, а студентов к реальной проектной и исследовательской деятельности посредством организации практик студентов; организация на базе предприятий партнеров повышения квалификации и стажировок преподавателей университета.

Многолетнее сотрудничество связывает университет с ПАО «Нижнекамскнефтехим». Самый крупный филиал университета - Нижнекамский химико-технологический институт (НХТИ) на протяжении нескольких десятилетий ведет подготовку специалистов различной направленности для ПАО «Нижнекамскнефтехим». Институт дополнительного профессионального образования КНИТУ ежегодно проводит повышение квалификации персонала. Только в 2015 году более 300 сотрудников предприятия прошли обучение по программам «Автоматизация технологических процессов и производств», «Промышленная безопасность», «Повышение квалификации преподавателей внутрифирменного обучения», «Профессиональная подготовка лиц на право работы с опасными отходами».

Эффективным является сотрудничество в рамках Камского инновационного территориально-производственного кластера, с использованием ресурсов которого разработаны и апробированы краткосрочные программы, такие как «Современные полимерные нанокomпозиционные материалы» и «Управление проектами и работа в программном продукте Альт-Инвест».

Откликом на дефицит кадров в сфере инновационного предпринимательства для нижнекамских химиков явилась разработка и реализация с 2012 года магистерской программы «Инновационное предпринимательство в области производства и переработки полимерных композиционных материалов» с элементами дистанционного обучения.

Взаимная заинтересованность и объединение имеющихся ресурсов при подготовке специалистов для ПАО «Нижнекамскнефтехим» является основой повышения качества подготовки в рамках стратегического партнерства.



## **КАТАЛИЗАТОРЫ НЕФТЕХИМИИ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

**А.А. Ламберов**

*Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия*

## **PETROCHEMICAL CATALYSTS. THEORY AND PRACTICE**

**A.A. Lamberov**

*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

Как известно 90 % нефтехимических технологий являются каталитическими процессами и их эффективность и основная научная составляющая определяются катализаторами. Именно они определяют качество и себестоимость конечной продукции, являются основным инновационным ядром технологии в этих отраслях промышленности.

В отличие от нефтепереработки, для которой характерно ограниченное число базовых технологий (каталитический крекинг, риформинг, изомеризация, алкилирование, гидрокрекинг, процесс Клауса, гидроочистка), для нефтехимии больше единичная мощность реакторов (объемы загрузки от 20 т) и многочисленнее ассортимент катализаторов.

Так, на ПАО «Нижнекамскнефтехим» используется более 60 видов катализаторов с объемом загрузки от 80 кг до 600 т, где доля импортных продуктов составляет около 70 %. В значительной степени это обусловлено тем, что базовые отечественные катализаторы, под которые проектировалась большая часть нефтехимического комплекса РФ в 50-60-е годы, практически не модернизировались, и наращивание объемов производства осуществлялось преимущественно ужесточением условий эксплуатации катализаторов. В режиме экономических санкций потребность в высокоэффективных отечественных катализаторах стала особенно острой.

В докладе представлены результаты сотрудничества Казанского федерального университета и ПАО «Нижнекамскнефтехим». Рассмотрен алгоритм построения взаимодействия вуза и предприятия на пути создания и промышленной реализации научной разработки. Проанализированы проблемы, возникающие при проведении научно-исследовательских работ и пути их решения. Обозначен перечень инженерно-технологических вопросов, которым необходимо уделять особое внимание. Обновлено создание междисциплинарного взаимодействия при реализации разработок. Представлены рекомендации по увеличению эффективности взаимодействия на основе полученного опыта.

Проведение разработки катализатора (процесса) требует тесного взаимодействия с персоналом предприятия, где планируется ее внедрение, при этом можно понять важные особенности технологического процесса, не отраженные в технологическом регламенте. Обсуждение с представителями производства результатов работы способствует их сопричастности к разработке и позволяет своевременно корректировать направление работ. Очень важно поэтапно тестировать промежуточные образцы катализаторов в условиях заводских лабораторий и Научно-технологического центра ПАО «Нижнекамскнефтехим».



**ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АН РТ В ОБЛАСТИ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ****А.М. Мазгаров**  
*ОАО «ВНИИУС», АН РТ***THE ACTIVITIES OF ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN IN THE  
FIELD OF OIL AND GAS PROCESSING AND PETROCHEMISTRY****A.M. Mazgarov**  
*JSC «VNIUS», Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan*

Нефтегазопереработка и нефтехимия, а также проблемы экологии являются приоритетными направлениями деятельности ученых и институтов АН РТ. Институтом «Проблем экологии и недропользования» АН РТ проводятся исследования закономерностей формирования стока, состояния и использования водных ресурсов, антропогенного воздействия на экологические системы бассейнов средних и малых рек и водохранилищ, а также рационального использования водных, воздушных, земельных и биологических ресурсов РТ. Сформированы базы данных параметров выбросов стационарных источников г.Нижнекамска. Суммарный валовый выброс предприятий г. Нижнекамска составляет 73768 т/год.

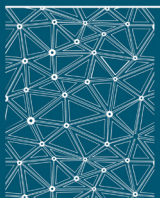
Институтом углеводородного сырья (ОАО «ВНИИУС») разработана комплексная технология безводородной очистки легкого углеводородного сырья (ШФЛУ) от сернистых соединений ( $H_2S + RSH + COS + CH_3-S-CH_3$ ) состоящая из блоков:

- очистка ШФЛУ от сероводорода и меркаптанов по технологии ДМД-2 (щелочно-каталитическая очистка с гомогенным катализатором ИВКАЗ);
- очистка пропана от карбонилсульфида горячей щелочью с регенерацией щелочи в регенераторе процесса ДМД-2 или адсорбцией на цеолите Selexsorb COS фирмы BASF;
- очистка изопентана от диметилсульфида азеотропной ректификацией;
- окислительно-каталитическая очистка сернисто-щелочных стоков по технологии Серокс-W с использованием гомогенного катализатора ИВКАЗ.

Капитальные затраты для процесса безводородной сероочистки ШФЛУ и ее фракций в 6-7 раз, а эксплуатационные затраты в 4-5 раз ниже, чем для процесса гидроочистки.

**МЕТОДИКА И ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ПИЛОТНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ****А.А. Пантелеев<sup>1</sup>, А.В. Жадан<sup>2</sup>, А.А. Фомин<sup>2</sup>, Д.А. Шаповалов<sup>1</sup>**<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет  
«Московский энергетический институт», г. Москва, Россия<sup>2</sup> АО «Научно-производственная компания «МЕДИАНА-ФИЛЬТР», г. Москва, Россия**THE METHODOLOGY AND REQUIREMENTS FOR CONDUCTING PILOT TESTS  
ON INDUSTRIAL PLANTS****A.A. Panteleev<sup>1</sup>, A.V. Jadan<sup>2</sup>, A.A. Fomin<sup>2</sup>, D.A. Shapovalov<sup>1</sup>**<sup>1</sup> National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia<sup>2</sup> Research and production company «MEDIANA-FILTER», Moscow, Russia

Проведён сравнительный анализ методов проектирования установок обратного осмоса (УОО), который показал, что компьютерное моделирование не может обеспечить сходимость параметров ра-



боты моделируемой и реальной установки. Компьютерное моделирование позволяет сделать грубую оценку рабочих параметров установки. В связи с чем, предлагается при проектировании крупных систем водоподготовки для достоверного моделирования работы установок - проведение опытно-промышленных или пилотных испытаний (ПИ). Показано, что ПИ позволяют определить основные требования к режимам эксплуатации и подобрать оптимальные характеристики работы и модели технологического оборудования проектируемой установки. Также дают возможность моделирования работы промышленной установки в реальных условиях со сравнительно низкими затратами. На основании практического опыта работы с пилотными установками были определены основные требования к проведению ПИ, а также требования к конструкции пилотных установок обратного осмоса.

В работе приведены результаты сравнительного экспериментального исследования пилотных и тестовых мембранных установок (ТМУ), на основании чего сделан вывод, что достоверность полученных результатов на ТМУ может быть недостаточной для задач проектирования. Надёжное моделирование работы промышленной УОО возможно лишь с помощью пилотных мембранных установок. Предложена методика расчета и экспериментального определения истинной селективности и коэффициента солепроницаемости.

#### *Литература*

1. Пантелеев А.А., Рябчиков Б.Е., Хоружий О.В., Громов С.Л., Сидоров А.Р., *Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке*, Москва, ДеЛи Плюс, 2012.

2. Десятов А.В., Баранов А.Е., Баранов Е.А., Какуркин Н.П., Казанцева Н.Н., Асеев А.В., *Опыт использования мембранных технологий для очистки и опреснения воды*, Москва, АНО «Химия», 2008. – 240 с.

3. Первов А.Г., Юрчевский Е.Б., *Использование мембранных технологий в водоподготовке на энергетических объектах*, Москва, «Аква-Терм» №1(35) 2007.

4. *Расчетные программы для проектирования установок обратного осмоса: ROSA (Dow Chemical), IMSdesign (Hydranautics), WinFlo (GE), Nano TechPRO (PM "Нанотех", Россия).*

5. Пантелеев А.А., Шаповалов Д.А., Календарёв Р.Н., Ларионов С.Ю., *Требования к проектированию систем водоочистки*, Москва, *Материалы Восьмого Международного Водно-Химического Форума*, 6-10 апреля 2015 г.



## **РЕСУРСО- И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ**

**В.Н. Пармон, А.С. Носков**

*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

## **RESOURCE AND ENERGY EFFICIENT CATALYSTS USED FOR REFINING AND PETROCHEMISTRY**

**V.N. Parmon, A.S. Noskov**

*Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, Novosibirsk, Russia*

Каталитические процессы являются определяющими при глубокой переработке углеводородного сырья. Как известно, индекс технологической сложности НПЗ (т.н. «индекс Нельсона») показывает совершенство конкретного завода, относительно завода, осуществляющего исключительно переработку сырой нефти.

Простейшие физические и термические процессы в нефтепереработке и нефтехимии имеют невысокие значения индекса Нельсона, и только каталитические процессы обеспечивают, как высокую глубину переработки, так и высокие показатели индекса технологической сложности.

Ключевым элементом развития каталитических процессов является разработка новых катализа-

торов нефтепереработки и нефтехимии.

В докладе приводятся данные о вновь разработанных катализаторах для ряда процессов гидроочистки нефтяных фракций:

- катализаторы селективной гидроочистки бензина каталитического крекинга, позволяющие проводить глубокую гидроочистку бензина без разделения на фракции и снижении ИОЧ не более чем на 0,5-1,0 пункта;

- катализаторы глубокой гидроочистки дизельных фракций, обеспечивающие достижение остаточного содержания серы менее 10 ppm при объемной скорости 1,0-1,2 час<sup>-1</sup> и входных температурах не более 340°C;

- катализаторы гидроочистки вакуумного газойля, обеспечивающие остаточное содержание серы 150-200 ppm при температурах 375-380°C и пониженном газообразовании.

Новыми являются результаты по разработке катализаторов гидрокрекинга вакуумного газойля (ВГО) с повышенным выходом средних дистиллятов (керосина и дизельного топлива). Вновь разработанные катализаторы обеспечивают конверсию ВГО за проход более 90% и выход дизельных фракций выше 70%.

Для процессов нефтехимии в докладе приводятся сведения о результатах разработки катализаторов дегидрирования под вакуумом легких углеводородов. Перспективными являются каталитические методы глубокой переработки этанола в нефтехимическую продукцию. В качестве примера приводятся сведения о катализаторах селективного окисления этанола в уксусную кислоту, а также о каталитической переработке этанола в сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ), многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ) и композиционные материалы на основе СВМПЭ и МУНТ.

Ряд материалов, представленных в докладе, продемонстрирован результатами промышленного применения вновь разработанных катализаторов.



## **ТЕХНОЛОГИИ И КАТАЛИЗАТОРЫ КОМПАНИИ LYONDELLBASELL: МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ЧЕРЕЗ ИННОВАЦИИ**

**Й. Патер**

*LyondellBasell, Феррара, Италия*

## **MAXIMIZE VALUE THROUGH INNOVATION: LYONDELLBASELL'S TECHNOLOGY AND CATALYSTS**

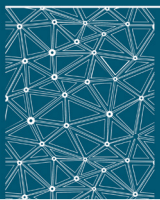
**J. Pater**

*LyondellBasell, Ferrara, Italy*

Компания LyondellBasell является основным лицензиаром технологии производства полиолефинов и одним из лидирующих на рынке производителей катализаторов для полиолефинов. Компания имеет многолетний опыт в области научных исследований и инноваций в химии катализаторов и разработке технологий.

Так сложилось, что стремительный рост объема рынка стимулировал разработку катализаторов, что оказалось благоприятным для ПП. Кроме того, инновационные технологии производственных процессов в значительной степени обуславливаются усовершенствованиями катализаторов. На действующих заводах по производству полиолефинов катализаторы продолжают служить ключевым фактором для удовлетворения растущих потребностей рынка.

Помимо усовершенствований технологии, обусловленных разработкой катализаторов, компания LyondellBasell указала на то, что инновационная и новая революционная производственная технология позволяет производителям полиолефинов расширять ассортимент продукции, постоянно совершенствовать эксплуатационную годность и производительность завода, упрощать изготовление и



снижать соответственные производственные расходы.

Новаторский многозонный реактор с циркулирующим кипящим слоем Spherizone обеспечивает уникальную и инновационную платформу с универсальными эксплуатационными условиями для производства полипропилена с высокой добавленной стоимостью с новейшей структурой и улучшенными свойствами. Помимо этого ведущая технология производства полипропилена фирмы LyondellBasell Spheripol объединяет эксплуатацию и капиталовложения с высоким уровнем надежности и безопасности для обеспечения преимущественной экономии для потребителей при производстве всемирно признанных эталонных марок ПП.

После коммерческой реализации несколько лет тому назад наших катализаторов 5-го поколения на основе простого диэфира и сукцината для получения ПП данные каталитические группы в настоящее время хорошо известны на рынке, и предлагают преимущества над традиционным катализатором на основе фталата 4-го поколения. Их отличительной чертой является то, что, несмотря на отсутствие фталата в их составе, из них получают продукты, подобные фталатам. Тем самым, необходимость в дорогостоящей и занимающей много времени повторной аттестации продуктов сводится к минимуму.

Вслед за марками гомополимера и статистического сополимера для таких применений, как волокно, тонкостенное литье под давлением и трубы, катализаторы на основе простого диэфира все чаще используются в широком спектре, включая, например, марки для БОПП пленок.

Растущее количество заводов способствует завершению перехода от фталат-содержащих катализаторов к новой химии, свободной от них, с выпуском всех основных типов продукции – гомополимер, статистический сополимер и гетерофазный (блок) сополимер.



## **ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ – ОСНОВНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДО 2040 ГОДА**

**М. Хили**

*ЭксонМобил, США*

## **FORECAST ENERGY DEVELOPMENT – KEY PROSPECTS TO THE YEAR 2040**

**M. Healey**

*ExxonMobil Chemical, USA*

Прогноз развития энергетики – это ответ ЭксонМобил на два основных вопроса – какое количество энергии понадобится миру в 2040 году, и какие виды топлива смогут обеспечить эти потребности.

Значительный рост среднего класса во всем мире, рост экономик развивающихся стран и дополнительные 2 млрд людей на планете обеспечат повышение спроса на энергоносители на 35% к 2040 году. Количество представителей среднего класса, по исследованиям Brookings Institution, возрастет от 2 млрд. в 2010 году до 5 млрд. в 2030 и составит более чем половину населения в мире.

Ожидается, что нефть останется источником энергии №1 и потребности вырастут на 30%, отвечая на все возрастающее потребление в транспортной отрасли и химической промышленности. К 2040 году многочисленные альтернативные источники, помимо традиционных нефти и конденсата, будут составлять более 45% глобального производства жидкостей, в сравнение с 25% в 2010 году. Технологии, обеспечивающие доступ к нетрадиционным источникам нефти и газа, позволят удовлетворить спрос на возрастающую на 65% потребность в энергии.

Производство газа нетрадиционными способами в Северной Америке утроится к 2040 году и предполагается, что этот регион потеснит крупнейшего сейчас производителя газа – объединенные добычи в России и Каспийском регионе. Несмотря на это, Каспийский регион с Россией и Ближневосточный регионы будут оставаться крупнейшими экспортерами нефти и газа на рынки Европы и Азии, которые, в свою очередь, станут крупнейшими импортерами энергии.

В дополнение к лидирующей позиции в глобальном энергетическом секторе, ЭксонМобил лицензирует ряд технологических процессов в нефтеперерабатывающей и нефтехимических отраслях. Среди



них – ряд процессов на цеолитовых катализаторах – таких как, технологии депарафинизации топлива и масел, технологии производства этилбензола, кумола и параксилола, которые доступны или напрямую через подразделение ЭксонМобил Катализаторы и Лицензирование, или через долгосрочных партнеров. Помимо этого, ЭксонМобил лицензирует технологию пиролиза, технологию производства ПЭВД и ЭВА, основанные на обширном опыте ЭксонМобил в безопасном и устойчивом производстве. В нефтепереработке, с таким же акцентом на безопасность и надежность предлагаются технологии переработки тяжелых остатков (Флексокинг) и обработки газа для удаления серы (Флексисорб).



## КООПЕРИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ФЕНОЛА, АЦЕТОНА И ПРОПИЛЕНОКСИДА

**Х. Э. Харлампи**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Россия*

## CO-PRODUCTION OF PHENOL, ACETONE AND PROPYLENE OXIDE

**Kh. E. Kharlampidi**

*FGBOU VPO «Kazan National Research Technological University», Kazan, Russia*

В настоящее время суммарная мировая мощность установок, производящих пропиленоксид, более 8 млн. тонн в год и увеличивается более чем на 5% ежегодно за счет наращивания мощностей существующих и строительства новых заводов. В России оксида пропилена производится 75 тысяч тонн в год – менее 1% мирового производства. Мощности по фенолу составляют более 8,5 млн. тонн в год, по ацетону – около 4 млн. тонн в год.

Введение в строй в России новых мощностей производства оксида пропилена, фенола и ацетона позволит частично сократить отставание в получении этих важных продуктов, а также стимулировать отечественных производителей на выпуск ценных химических продуктов.

Основными промышленными процессами получения оксида пропилена, как в России, так и за рубежом, являются хлоргидринный метод и окисление пропилена гидропероксидами этилбензола, изобутана, изопрропилбензола, пероксидом водорода, надкислотами.

Возможность создания кооперированного производства пропиленоксида, фенола и ацетона появилась, когда в качестве эпоксилирующего агента стали использовать гидропероксид изопрропилбензола, по так называемой кумольной технологии.

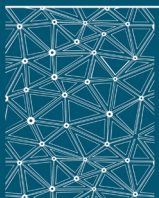
Кумольная технология включает следующие стадии:

- алкилирование бензола пропиленом с получением изопрропилбензола;
- окисление изопрропилбензола до гидропероксида изопрропилбензола (кумола);
- эпоксилирование пропилена гидропероксидом кумола;
- гидрирование диметилфенилкарбинола в исходный изопрропилбензол и возвращение его на стадию окисления.

Для отечественной промышленности кумольный метод получения пропиленоксида имеет ряд преимуществ по сравнению с этилбензольным и изобутановым вариантами производства. Это связано с тем, что окисление изопрропилбензола до гидропероксида протекает значительно легче, чем окисление этилбензола, и освоено в России в крупном промышленном масштабе.

В кумольной технологии изопрропилбензол используется как переносчик кислорода и расходуется в малых количествах, так как предусматривается отдельная стадия гидрирования диметилфенилкарбинола до изопрропилбензола.

Кумольная технология получения пропиленоксида по сырью близка процессу получения фенола и ацетона и имеет с ним общие технологические стадии, что позволяет решить не только проблему повышения селективности процесса, но и способствовать снижению капитальных затрат за счет со-



вмещения стадий алкилирования бензола и окисления изопропилбензола до гидропероксида.

Кумольная технология позволяет, в зависимости от конъюнктуры рынка, направлять ресурсы гидропероксида изопропилбензола на получение фенола, ацетона или пропиленоксида.



**ТОНКИЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НА ЗАКАЗ.  
ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.**

**Б. Шульце**

*ОРГАНИКА Фейнхими ГмбХ, г. Вольфен, Германия*

**CUSTOM ORGANIC SYNTHESIS. PRACTICAL EXPERIENCE OF FORMATION AND  
DEVELOPMENT PROSPECTS.**

**B. Schulze**

*ORGANICA Feinchemie GmbH, Wolfen, Germany*

Фирма ОРГАНИКА основана 21 год назад в рамках приватизации фотокомбината ORWO с участием двух российских учредителей. В процессе развития предприятия возростала роль такого направления деятельности, как синтез специальных продуктов на заказ.

В последние годы наблюдается увеличение потребности в малотоннажном производстве таких продуктов как УФ-абсорберы, модификаторы, стабилизаторы. Эти продукты используются при производстве пластиков и эластомеров.

В докладе приведен ряд практических примеров, в том числе, как разработка и исследование уникального продукта «ОРГАНИКА УФ-абсорбер 36790», применяемого при производстве ПЭТ тары для пищевой промышленности.



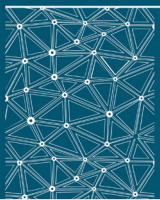
**СЕКЦИЯ "ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ"  
SECTION "CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF POLYMER MATERIALS"****ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВ****Д.Р. Алекбаев, Н.В. Савин, А.Я. Самуилов, Я.Д. Самуилов***ФГБОУ «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Российская Федерация.***STUDYING THERMAL DECOMPOSITION PROCESS OF POLYURETHANE****D.R. Alekbaev, N.V. Savin, A.Ya. Samuilov, Ya.D. Samuilov***Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation.*

В XXI веке полиуретаны нашли применение во многих сферах промышленности, таких как машиностроение, строительство, здравоохранение и многих других. Полиуретан считается лидером среди полимеров по таким качествам, как прочность, эластичность, износостойкость. Так же у эластомеров из полиуретана имеются следующие свойства: стойкость к действию озона, радиации, различных масел и растворителей. Главным препятствием к более широкому распространению полиуретана и эластомеров на его основе, является их невысокая термостойкость. Для увеличения термической стабильности необходимо знать, какие процессы протекают при низкотемпературном разложении полиуретана.

Для определения процессов проходящих в результате термической деструкции полиуретана, были проведены ряд опытов на примере модельного карбамата (N-фенил-О-бутилкарбамат). Исследуемое вещество было помещено в ампулу, после чего она была запаяна. Карбамат в запаянной ампуле был подвергнут термостарению при температуре 100°C, в течении 24 часов. После проведения опыта, охлажденное вещество представляло собой бесцветную жидкость. При длительном выдерживании (2 недели при комнатной температуре) содержимое ампулы частично закристаллизовалось. Ампула вскрывалась, и жидкая и твердая часть ее по отдельности подвергались хромато-масс-спектрометрическому исследованию, которое проводили на приборе "Shimadzu GCMS-QP2010Ultra".

Исходя из полученных данных, мы выяснили, что термический распад модельного карбамата при относительно низких температурах сопровождается рядом последовательных и параллельных превращений. Продукты получившиеся в результате термического разложения N-фенил-О-бутилкарбамата являются фенилизоцианат и бутиловый спирт, а так же присутствуют следы фенилкарбаминовой кислоты, анилина, N-фенил-О-бутилгидроксиламина, N,N1-дифенилмочевины, бензальдегида. Несколько неожиданным оказалось то, что, как свидетельствуют полученные данные, все они протекают одновременно. Ряд из направлений термического распада являются автокаталитическими. Сюда относится распад карбаматов на спирты и изоцианаты, образование альдегидов. В этих процессах спирты явно принимают участие. Возможно, протекание других реакций также связано с участием молекул спиртов и их ассоциатов.





**ВЛИЯНИЕ ПРОСТЕЙШЕГО СТАБИЛИЗАТОРА – ФЕНОЛА,  
НА ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВ**

**Д.Р. Алекбаев, Н.В. Савин, А.Я. Самуилов, Я.Д. Самуилов**

*ФГБОУ «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Российская Федерация*

**INFLUENCE OF THE ELEMENTARY STABILIZER – PHENOL,  
ON THERMAL DECOMPOSITION OF POLYURETHANE**

**D.R. Alekbaev, N.V. Savin, A.Ya. Samuilov, Ya.D. Samuilov**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation*

На сегодняшний день высокомолекулярные соединения из полиуретана нашли широкое применение во многих отраслях промышленности. Главные особенности данного полимера, от других, является его непревзойдённая износостойкость, а так же высокие значения прочности и эластичности. Самым серьезным недостатком полиуретана и изделий из него, является их низкая термическая стабильность. Эта проблема пока не получила своего решения.

Для решения проблемы низкой термической стабильности полиуретанов мы рассмотрели процесс деструкции полиуретана на примере модельного карбамата (N-фенил-О-бутилкарбамат), и влияние на этот процесс фенола.

В работе проведена термическая деструкция образца N-фенил-О-бутилкарбамата в присутствии фенола, реакцию проводили в запаянной ампуле. Присутствие фенола составляло 1% по массе, от массы карбамата. Далее эту ампулу выдерживали при 100°C в течении 24 часов. После охлаждения содержимое представляло собой белое твердое кристаллическое вещество. Температура плавления полученного вещества соответствовало температуре плавления исходного карбамата, и составляла 73°C. Для определения изменений в строении N-фенил-О-бутилкарбамата при термическом воздействии в присутствии фенола были сняты ИК-спектры образцов до и после термостарения, на которых было зафиксировано, что структура N-фенил-О-бутилкарбамата в присутствии фенола не претерпела никаких изменений.

Таким образом, простейшее фенольное соединение - сам фенол, оказалось эффективным средством повышения термостойкости модельного соединения - N-фенил-О-бутилкарбамата.



**МОДИФИКАТОРЫ НА БАЗЕ ФОСФОЛИПИДНОГО КОНЦЕНТРАТА  
ДЛЯ РЕЗИН НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПОЛИИЗОПРЕНА**

**А.А. Аристова, А.П. Рахматуллина**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Россия*

**MODIFIERS ON THE BASIS OF PHOSPHOLIPIDS CONCENTRATE FOR RUBBERS  
ON THE BASIS SYNTHETIC POLYISOPRENE**

**A.A. Aristova, A.P. Rakhmatullina**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

При производстве синтетического каучука (СК) предъявляются высокие требования к его свойствам. Для улучшения основных показателей прибегают к различным подходам, среди которых особое место занимает химическая и физическая модификация.

Использование в рецептурах металлокордных резин импортных модификаторов резорцинола и гексаметоксиметиллолмеламина (ГММА) позволяет улучшить такие характеристики, как тягово-сцепные свойства и прочность связи с кордом. Однако, высокая стоимость этих ингредиентов существенно влияет на себестоимость готовых изделий.

Для решения этих проблем продукт на основе переработки растительных масел – фосфолипидный концентрат (ФЛК) может стать перспективным модификатором для СК [1-2].

Проведена химическая модификация ФЛК малеиновым ангидридом с получением продукта гомогенной консистенции [3].

Продукт на основе ФЛК был испытан в рецептуре резиновой смеси для обрезаживания металлокордного брекера в сравнении с импортными модификаторами. Равномассовая замена промоторов адгезии (резорцинола, ГММА) на опытный модификатор на основе ФЛК приводит к снижению гистерезисных потерь [4].

#### Литература

1. Аристова А.А., Цыганова М.Е., Рахматуллина А.П., Лиакумович А.Г. Разработка модификатора на основе растительного сырья-приоритетного ингредиента для резин // Тез. докл. X С.-Петербург. конф. молодых ученых с межд. участием «Современные проблемы науки о полимерах», С.-Петербург, 2014. – С. 97.

2. Аристова А.А., Рахматуллина А.П., Самуилов Я.Д., Лиакумович А.Г. Исследование процесса взаимодействия фосфолипидов с синтетическим полиизопреном // Сб. докл. Всерос. молод. конф. «Современные аспекты энергоэффективности и энергосбережения», Казань: КНИТУ, 2013. – С. 9-11.

3. Рахматуллина А.П., Аристова А.А., Самуилов Я.Д. // Тез. докл. VIII Всерос. научной конф. с межд. участием и школа молодых ученых «Химия и технология растительных веществ», Калининград, 2013. – С. 188.

4. Аристова А.А., Рахматуллина А.П. Модификация синтетического полиизопрена модифицированным фосфолипидным концентратом // Тез. докл. VI Молодежная научно-техническая конф. и школа молодых ученых «Наукоёмкие химические технологии – 2015», Москва - 2015. – С.123.

## МИНЕРАЛОНАПОЛНЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНОВ

**Д.А. Балькаев<sup>1,2</sup>, О.Н. Беззаметнов<sup>1,2</sup>, Г.Г. Булатова<sup>1,2</sup>, И.О. Штель<sup>1,2</sup>, Л.М. Амирова**

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

<sup>2</sup> Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

## MINERAL FILLED POLYMER COMPOSITES BASED ON POLYPROPYLENE

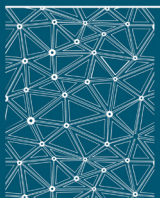
**D.A. Balkaev<sup>1,2</sup>, G.G. Bulatova<sup>1,2</sup>, O.N. Bezzametnov<sup>1,2</sup>, I.O. Shtel<sup>1,2</sup>, L.M. Amirova<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan, Russia

Термопласты и пластики на их основе получили широчайшее применение в различных областях. В то же время, недостаточная охарактеризованность свойств исходных полимеров зачастую не позволяет выбрать наиболее подходящие марки и/или режимы их переработки, а также провести оптимальные модификацию или наполнение.

В докладе представлены результаты исследования реологических, физико-механических и теплофизических свойств ряда марок полимеров на основе пропилена, охарактеризованы технологические режимы получения и свойства наполненных композиций.



В работе использовали: гомополимеры пропилена (марки PP1500J, PP1525J), статистические сополимеры пропилена и этилена (марка PP4345S, PP4445S), блок-сополимеры пропилена и этилена (марки: PP8300N, PP8300G, PP8400G, PP9240M, PP9240K, PP9240N, PP9240P). В качестве наполнителей использовали ряд минералов (мел, тальк, шунгит, цеолит-содержащую породу и др.), а также тех. углерод и древесную муку различной дисперсности, обработанную совмещающим агентом.

Смешение и грануляцию компонентов дисперсно-упрочненных композитов проводили в двухшнековом экструдере Scientific LTE 20-44.

Реологические испытания проводили на ротационном реометре Discovery Hybrid Rheometer DHR2 (TA Instruments) с применением комплекса программного обеспечения "Orchestrator software", позволяющего анализировать молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение. Молекулярно-массовые характеристики выбранных полимеров оценивали с использованием данных по стандартным образцам ПП с известными ММ и ММР.

Для оптимизации параметров литья использовали капиллярный реометр Rosand RH2000 (Malvern).

Вязкость расплава полимеров и наполненных композиций (показатель текучести расплава, ПТР, 230 °С, 2,16 кг) измеряли на пластометре CEAST 7027. Ударную вязкость образцов определяли на маятниковом копре CEAST 9050 (IMPACTOR II) в соответствии с ГОСТ 19109-84.

Для всех образцов полимеров методом ДСК с термомодуляцией (калориметр 204F1 Phoenix (Netzsch, Германия)) были определены все теплофизические характеристики и переходы, степень кристалличности полимеров. Исследование влияния марки полипропилена, природы наполнителя и его содержания на скорость кристаллизации ПП при различных температурно-временных режимах охлаждения.

Для образцов исходных и наполненных полимеров на приборе DMA 242 E Artemis (Netzsch) в обычных условиях и при фотостарении (УФ-облучение) определяли величины модуля упругости при изгибе и растяжении, температурные переходы при изгибе, растяжении и пенетрации, ползучесть при различных режимах нагружения.

Приведены результаты определения некоторых эксплуатационных характеристик после климатического воздействия (с применением климатической камеры LG-XD110G (Hyde Science and Technology) с регулируемой температурой, влажностью и УФ-облучением с использованием ксеноновой лампы). Низкотемпературную хрупкость полимерных образцов оценивали с использованием Тестера хрупкости фирмы Noselab ATS.



### **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПРОПИЛЕНА В ПРИСУТСТВИИ ТИТАНМАГНИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА НА МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИПРОПИЛЕНА**

**А.З. Батыршин<sup>1</sup>, И.И. Салахов<sup>1</sup>, М.А. Мацько<sup>2</sup>, В.А. Захаров<sup>2</sup>, С.А. Сергеев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ПАО "Нижнекамскнефтехим", г. Нижнекамск, Россия

<sup>2</sup>Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск, Россия

### **THE INFLUENCE OF CONDITIONS OF PROPYLENE POLYMERIZATION IN THE PRESENCE OF TITANIUM-MAGNESIUM CATALYST ON MOLECULAR CHARACTERISTICS OF POLYPROPYLENE**

**A.Z. Batyrshin<sup>1</sup>, I.I. Salakhov<sup>1</sup>, M.A. Matsko<sup>2</sup>, V.A. Zakharov<sup>2</sup>, S.A. Sergeev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia

<sup>2</sup> Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, Novosibirsk, Russia

В настоящее время основной объем полипропилена в мире производится с использованием титансодержащих катализаторов Циглера-Натта. Наибольшее промышленное применение при синтезе

ПП получили высокоэффективные каталитические системы на основе хлоридов титана нанесенных на дихлорид магния в присутствии триалкилов алюминия и электронодонорных соединений –  $TiCl_4/D_1/MgCl_2-AlEt_3/D_2$  (где  $D_1$  и  $D_2$  – внутренний и внешний доноры, соответственно). Комбинации « $TiCl_4$ /фталат/ $MgCl_2-AlR_3$ /алкоксисилан» являются наиболее распространенными в производстве широкого ассортимента ПП общего назначения: гомополимеры, статистические и гетерофазные сополимеры пропилена с этиленом, – характеризующиеся средним ММР ( $M_w/M_n=4\div 6$ ).

В лабораторных условиях проведены исследования титанмагниевого катализатора марки «ИК-8-21», разработанного в Институте катализа им. Г.М. Борескова. Исследования ТМК проводили в процессе жидкофазной полимеризации пропилена с целью определения влияния условий полимеризации на молекулярные характеристики ПП. В качестве внешнего электронодонорного соединения использовали циклогексилметилдиметоксисилан (Донор С). Варьируемые условия следующие: Al/Ti (мол.) от 500 до 4000; Al/Si (мол.) от 10 до 30; содержание водорода в реакционной среде от 0 до 7,5 дм<sup>3</sup>; количество загружаемого в реактор мономера от 800 до 1300 г; температура процесса от 60 до 90 °С; продолжительность процесса от 5 до 120 мин.

В результате проведенных исследований с помощью гель-проникающей хроматографии установлено, что варьирование условий полимеризации пропилена и соотношения компонентов позволяет регулировать молекулярные характеристики получаемого ПП. Так, при стандартных условиях полимеризации пропилена ( $mC_3H_6=1300$  г,  $V_{H_2}=3,5$  дм<sup>3</sup>,  $t=70$  °С,  $\tau=120$  мин) максимальные молекулярные массы достигаются при мольных соотношениях Al/Ti=1500 и Al/Si=20. В этих же условиях наблюдается максимальная активность катализатора. Молекулярная масса ПП пропорционально зависит от концентрации водорода в полимеризационной системе: чем выше концентрация водорода, тем ниже ММ. ММ полипропилена повышается с ростом концентрации мономера и увеличением времени полимеризации. С ростом температуры полимеризации индекс полидисперсности ПП снижается. При увеличении температуры полимеризации выше 70 °С происходит снижение ММ полимера.

## РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ НАНЕСЕННЫХ ХРОМОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ГАЗОФАЗНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЭНД

А.А. Баулин<sup>1</sup>, Б.Н. Бобров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Открытое акционерное общество «Пластполимер»,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup>ПАО «Казаньоргсинтез», г. Казань, Российская Федерация

## DEVELOPMENT AND APPLICATION OF EFFECTIVE SUPPORTED CHROMIC CATALYSTS IN GAS-PHASE PRODUCTION OF LPPE

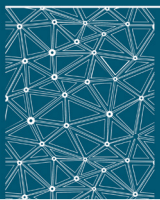
A.A. Baulin<sup>1</sup>, B.N. Bobrov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Plastpolymer Joint Stock Company,  
Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup>PJSC "Kazanorgsintez", Kazan, Russian Federation

На основании совместных работ, выполненных между ОАО «Пластполимер» и ПАО «Казаньоргсинтез», разработаны и применены в промышленном производстве полиэтилена низкого давления (ПЭНД) газофазным методом два эффективных нанесенных оксиднохромовых катализатора (ОХК) – катализаторы ОХК-5 и ОХК-6М.

Нанесенный катализатор ОХК-5 является однокомпонентным по физическому состоянию; его состав характеризуется общей формулой  $CrO/SiO_2 \cdot F \cdot Al_2O_3$ . Технология приготовления катализатора



ОХК-5 базируется на использовании отечественных сырьевых компонентов и полностью вписывается в действующую аппаратурно-технологическую схему катализаторного отделения завода по производству и переработке ПЭНД ПАО «Казаньоргсинтез».

Активность катализатора ОХК-5 (24 т ПЭНД/кг катализатора) в 4-5 раз превышает в аналогичных условиях газофазной (со)полимеризации этилена активность традиционного промышленного нанесенного бистрифенилсилилхроматного катализатора S-2, а его более высокая селективность к  $\alpha$ -олефину, сополимеризуемому с этиленом, предопределяет в 2,5 раза меньший расход бутена-1 по сравнению с использованием традиционного катализатора при получении линейного полиэтилена средней плотности (ЛПЭСР).

Газовые трубы, изготовленные из термостабильного мономодального ЛПЭСР класса ПЭ80 (марки ПЭ80Б-275), полученного с использованием катализатора ОХК-5, имеют в несколько раз более высокий показатель «стойкость к быстрому распространению трещин», чем трубы из ЛПЭСР, полученного с применением традиционного катализатора, и соответствуют по этому показателю газовым трубам, изготовленным из бимодального полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) класса ПЭ100.

Достигнутая существенная экономия бутена-1 при синтезе базового ПЭ80 на катализаторе ОХК-5 обеспечила в годы его промышленного использования (2005-2012 гг.) значительный экономический эффект в производстве ПЭНД. Всего за эти годы с использованием катализатора ОХК-5 было выпущено около 250 тысяч тонн высококачественного товарного ПЭНД класса ПЭ80.

Разработанный для получения экструзионно-раздувных марок ПЭВП модифицированный нанесенный катализатор ОХК-6М обеспечивает выход до 17 т ПЭНД/кг катализатора или 5,5 т ПЭНД/г Сг при достаточно высокой производительности газофазного реактора (до 22 т ПЭНД/час) и высокое качество получаемого ПЭНД марки ПЭ2НТ76-17, обладающего, в частности, значительно более высокой стойкостью к растрескиванию под напряжением, чем по требованиям ТУ.

Рассмотренные результаты могут представить интерес при создании в ПАО «Нижнекамскнефтехим» нового производства ПЭНД по технологии Innovene компании INEOS, базирующейся на применении для (со)полимеризации этилена не только циглеровских и металлоценовых, но и хромовых катализаторов.

## **ПРОБЛЕМА КАТАЛИЗАТОРОВ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ ПЭНД И ПП**

**А.А. Баулин**

*Открытое акционерное общество «Пластполимер»,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация*

## **PROBLEM OF CATALYSTS IN DOMESTIC LPPE AND PP MANUFACTURES**

**A.A. Baulin**

*Plastpolymer Joint Stock Company, Saint Petersburg,  
Russian Federation*

Катализаторы полимеризации и сополимеризации олефинов являются ключевыми составляющими промышленных производств полиэтилена низкого давления (ПЭНД) и полипропилена (ПП), определяющими как их экономическую эффективность, так и ассортимент и качество выпускаемой полимерной продукции.

Во времена СССР создаваемые, в том числе на лицензионной основе, отечественные производства ПЭНД и ПП всегда включали в себя технологические установки приготовления полимеризационных катализаторов и компонентов, требующихся для их получения. Так, например, в ООО «Ставролен» и ПАО «Казаньоргсинтез» в составе пущенных в 70-80-е годы производств ПЭНД газофазным методом были созданы установки приготовления нанесенных хроморганических катализаторов S-2 и S-9 (со)полимеризации этилена и синтеза наносимых соединений хрома – соответственно бистрифенил-



силилхромата и хромоцена, для получения которых использовались отечественные виды сырья.

В настоящее время ситуация с катализаторами синтеза полиолефинов (ПО) в РФ значительно изменилась. Так, все семь действующих российских производств ПП (в ООО «Тобольск-Полимер», ООО «Полиом», ПАО «Нижнекамскнефтехим», ООО «Томскнефтехим», ООО «НПП «Нефтехимия», ООО «Ставролен», ПАО «Уфаоргсинтез») общей проектной мощностью 1360 тыс. т/год не имеют в своем составе установок для приготовления используемых высокоэффективных нанесенных титанмагниевого катализаторов (ТМК) циглеровского типа и в полном объеме закупают их по импорту.

Несколько лучше ситуация имеет место в отечественном производстве ПЭНД (суммарная проектная мощность четырех производителей – 1160 тыс. т/год). Однако, помимо ООО «Ставролен», и ПАО «Казаньоргсинтез» (после проведенной широкомасштабной реконструкции производства ПЭНД), и ОАО «Газпром нефтехим Салават», имеющие рассматриваемые катализаторные установки, основную часть полимеризационных катализаторов импортируют – как для обеспечения реализуемой мощности производства, так и ассортимента ПЭНД. ПАО «Нижнекамскнефтехим», выпускающее ПЭНД самого широкого марочного ассортимента среди российских производителей, собственных установок по синтезу используемых нанесенных циглеровских ТМК (типа Avant Z лицензиара LyondellBasell) не имеет.

Таким образом, российские производители ПО находятся в сильной зависимости от зарубежных поставщиков полимеризационных катализаторов, которые закупаются в настоящее время в объеме не менее 100 т/год по цене порядка 400-450 тыс. долл./т. По нашему мнению и оценкам экспертов, это делает целесообразным создание локального производства рассматриваемых катализаторов, которое будет экономически обоснованным тогда, когда объем рынка производимых в РФ полиолефинов достигнет 4-5 млн.т/год. Поэтому, инвестиции в создание отечественного локального производства полимеризационных катализаторов могут быть вероятными при реализации таких крупных полиолефиновых проектов, как «Запсибнефтехим-2» (г. Тобольск) и новый комплекс производства ПО в ПАО «Нижнекамскнефтехим».

## НОВЫЕ ТРОЙНЫЕ (СО)ПОЛИМЕРНЫЕ ПРОДУКТЫ НА ОСНОВЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ КАРБОНАТОВ

И.Л. Беилин, И.И. Килеева

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия*

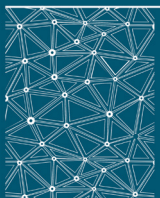
## NEW TRIPLE (CO) POLYMER PRODUCTS BASED ON CYCLIC CARBONATE

I.L. Beilin, I.I. Kileeva

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

Методы ионной полимеризации, основанные на использовании техники «живущих» полимеров, уже более полувека сохраняют свое лидирующее место в области синтеза новых полимерных материалов и являются надежным инструментом как для совершенствования уже существующих способов синтеза, так и для разработки новых методов получения полимеров сложного строения или состава.

Синтезированы новые тройные сополимеры на основе изоцианатосодержащих соединений с различными комбинациями циклических карбонатов и лактамов. Предварительные кинетические исследования показали, что в результате более интенсивного исчерпания лактамных циклов относительно карбонатных сделано предположение о том, что формирующаяся макромолекула обогащена амидными звеньями в начале роста и эфирными в завершении. Наибольшие значения констант скорости реакции, определенных по характеру убывания функциональных групп в реагирующей смеси с помощью потенциометрического титрования, наблюдаются при эквимольных соотношениях мономеров. Это может говорить о преобладании скорости реакции сополимеризации над другими возможными



процессами в системе (гомополимеризация или образование олигоциклов изоцианата).

Таблица - Значения констант скорости реакции взаимодействия фенилизоцианата, Na-капролактама и пропиленкарбоната в области малых (5-10%) конверсий при их различных мольных соотношениях в исходной смеси.  $t=160^{\circ}\text{C}$

Соотношение в исходной мономерной фенилизоцианат : Na-капролактама : пропиленкарбоната смеси, мол. %	$k \cdot 10^3$ , л/(моль · сек)
0,2:0,7:0,1	4,2
0,25:0,5:0,25	7,7
0,33: 0,33: 0,33	9,1
0,25: 0,25:0,5	6,0
0,2:0,1:0,7	2,1

#### Литература

1. Beilin, I.L., Arkhireev, V.P. *The supermolecular structure of new copolymer products based on cyclic carbonates. International Polymer Science and Technology, 2011*
2. Beilin, I.L., Arkhireev, V.P. *Synthesis and structure of copoly(amide Esters) based on cyclic carbonates and monofunctional isocyanates. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces, 2011*
3. Beilin, I.L., Arkhireev, V.P. *New copolymer products from cyclic carbonates and isocyanate-containing compounds. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces, 2009*
4. I.L. Beilin, V.P. Arkhireev. *New copolymers of propylenecarbonate with controlled complex of properties. Plasticheskie Massy. Sintez Svoystva Pererabotka Primenenie, 2005.*
5. I.L. Beilin, V.P. Arkhireev. *Copolymerization of cyclic carbonates with isocyanates under anionic initiation conditions and structure of the new copolymers. Russian Journal of Applied Chemistry, 2006.*



## ТРЕХСЛОЙНОЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ: КОМПОНЕНТЫ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СИСТЕМЫ

**В.В. Белоусов, Ю.Б. Хейфец**  
ЗАО "ЗМ Россия", Москва, Россия

## THREE LAYER POLYETHYLENE COATING FOR CORROSION PROTECTION OF PIPELINES: COMPONENTS AND KEY PROPERTIES OF THE SYSTEM

**V.V. Belousov, J.B. Kheifets**  
3M Russia CJSC, Moscow, Russia

Россия занимает одно из лидирующих мест в мире по протяженности трубопроводов и их строительству. Наибольшее применение для защиты от коррозии сооружаемых трубопроводов находит трехслойная система покрытий, включающая в себя: внутренний эпоксидный слой, обеспечивающий адгезию к металлу; слой полиэтиленового компаунда с привитыми группами малеинового ангидрита, обеспечивающий связь между эпоксидной и полиэтиленовой частями системы; внешний слой полиэтилена, обеспечивающий высокие барьерные свойства по отношению к коррозионным агентам (вода и кислород), а также стойкость к механическим воздействиям.

Требования к качественным характеристикам обсуждаемой системы покрытия определены в ряде международных и российских отраслевых стандартов. Основным свойством, определяющим надежность системы покрытия, в приемо-сдаточных и квалификационных испытаниях является адгезия внешнего полиэтиленового слоя к внутреннему эпоксидному до и после выдержки в воде при максимальной температуре эксплуатации. Кроме численного значения, максимальное требование к которому составляет - не менее 250 Н/см, хоть и не нормируется, но специалистами оценивается также характер отрыва: когезионный или адгезионный. Барьерные и антикоррозионные свойства системы покрытия в первую очередь определяются стойкостью покрытия к отслаиванию при катодной поляризации, т.е. его способности сохранять адгезию к металлу при воздействии среды и катодного тока активной коррозионной защиты трубопровода. Дополнительно, система покрытия оценивается по прочности покрытия при ударе, устойчивости к термоциклированию и др.

Комплекс всех перечисленных свойств определяется выбранными материалами и технологическим режимом нанесения покрытия. При этом марки материалов и ряд технологических параметров: температуры поверхности металла, экструдированного адгезионного компаунда и полиэтилена, скорость реакции отверждения эпоксидного праймера, время контакта между слоями системы, скорость охлаждения, и другие, могут влиять разнонаправленно на характеристики системы покрытия. Например, создавая оптимальные условия для адгезии полиэтилена за счет снижения температуры металлической поверхности и, как следствие, скорости отверждения эпоксидного праймера, можно уменьшить степень отверждения последнего и за счет этого ухудшить антикоррозионные свойства системы в целом.

В сообщении рассматривается влияние разнообразных факторов, а также определены подходы и условия получения оптимальных свойств системы трёхслойного полиэтиленового покрытия. Также дается информация о новых полиэтиленовых компаундах с привитыми функциональными группами и взаимопроникающих полимерных сетей, на основе которых можно сформировать более технологичные системы покрытий.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ АКРИЛОНИТРИЛА  
В БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОМ КАУЧУКЕ И СВОЙСТВАМИ ЕГО СМЕСИ  
С ПОЛИПРОПИЛЕНОМ, ВУЛКАНИЗИРОВАННОЙ ОРГАНИЧЕСКИМ ПЕРОКСИДОМ  
В ПРИСУТСТВИИ ОЛИГОЭФИРАКРИЛАТА**

**Г.Б. Бобров, А.Е. Заикин**

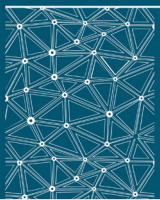
*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия*

**CORRELATION BETWEEN ACRYLONITRILE CONCENTRATION  
IN BUTADIENE NITRILE RUBBER AND PROPERTIES OF ITS BLEND  
WITH POLYPROPYLENE THAT VULCANIZED VIA ORGANIC PEROXIDE  
IN THE PRESENCE OF OLYGOETHERACRYLATE**

**G.B. Bobrov, A.E. Zaikin**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

Термоэластопласты (ТЭП), получаемые реакционным смешением полипропилена (ПП) и бутадиен-нитрильного каучука (БНК) с использованием различных добавок способствующих совместимости (ДСС), являются весьма перспективным материалом, как более технологичный заменитель масло-стойких резин на основе БНК и ГБНК. Однако использование ДСС усложняет и удорожает процесс их производства. Поэтому, наиболее привлекательным способом повышения адгезии между ПП и БНК является синтез привитых сополимеров в процессе смешения полимеров в расплаве.



В ранее проведенных работах было показано, что введение пероксида и олигоэфиракрилата (ОЭА) в смесь ПП с БНК, содержащим 40% масс. акрилонитрила (АН) позволяет в значительной мере улучшить физико-механические свойства смеси без использования отдельно синтезированных ДСС.

Понятно, что на свойства такого ТЭП большое влияние может оказывать содержание АН в БНК. В некоторых работах было продемонстрировано, что лучшей прочности и удлинения у смеси ПП с БНК удается достигнуть при использовании наименее полярного БНК, содержащего меньше АН, поскольку он имеет большую совместимость с неполярным ПП. Однако для ТЭП, получаемых перекисной вулканизацией в присутствии ОЭА, нет данных о влиянии содержания АН на их свойства. Представляло несомненный интерес изучить влияние АН на свойства смесей ПП с БНК.

В настоящей работе были изучены изменения физико-механических показателей смесей ПП с БНК, адгезии полимеров в этих смесях, их структуры и плотности вулканизационной сетки в БНК от содержания АН в нем.

Условную прочность при растяжении определяли при помощи разрывной машины Testometric M350-5CT по ГОСТ 270-75. ПТР определяли на капиллярном вискозиметре типа ИИРТ по ГОСТ 11645-73, при температуре 230°C, вес груза 2,16 кг. Твердость измеряли на твердомере ИТ 5078 по Шору А по ГОСТ 263-74. Непрерывность фаз определяли путем экстракции одного из полимерных компонентов селективным растворителем. Структуру смесей изучали с помощью цифрового оптического микроскопа Keyence VHX-1000 в проходящем и отраженном свете. Густоту вулканизационной сетки каучука определяли по стандартной методике и рассчитывали по уравнению Флори-Ренера. Адгезию между ПП и БНК оценивали по усилию расслаивания дублированных пленок этих полимеров.

Установлено, что увеличение содержания АН в БНК приводит к росту прочности, удлинения, ПТР, и снижению твердости вулканизированных пероксидом и ОЭА смесей ПП с БНК. При любом содержании АН в смесях ПП с БНК с соотношением полимеров 30:70 происходит образование одинаковой структуры, характерной для ТЭП, в которых ПП является дисперсионной средой, а БНК – дисперсной фазой. В присутствии пероксида и ОЭА увеличение содержания АН приводит к росту адгезии между ПП и БНК.



### **ОПЫТ ОСВОЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ КАУЧУКОВ НА ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКЕ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»**

**А.М. Вагизов, Р.Р. Галимов, В.А. Филимонов, В.А. Шепелин,  
И.Г. Ахметов, А.Г. Сахабутдинов**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

### **EXPERIENCE DEVELOPMENT OF NEW RUBBER TYPES PRODUCTION ON THE PILOT PLANT OF PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHM»**

**A.M. Vagizov, R.R. Galimov, V.A. Filimonov, V.A. Shepelin,  
I.G. Akhmetov, A.G. Sakhabutdinov**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

Согласно прогнозам International Institute of Synthetic Rubber Producers мировое производство синтетических каучуков (СК) продолжит увеличиваться и в 2018 году может превысить 21 млн. тонн в год. Основное направление развития отрасли – разработка и внедрение эффективных и технологичных процессов, позволяющих производить каучуки с новыми потребительскими свойствами. Это, в первую очередь, относится к бутадиеновым и бутадиен-стирольным каучукам. Такие полимеры получают полимеризацией мономеров в инертных растворителях под действием сложных каталитических систем. Создание и внедрение подобных процессов является науко- и ресурсоемкой задачей.

Известно, что при разработке новых технологий получения СК классической и наиболее эффективной является следующая схема проведения работ: лабораторные исследования → пилотные ис-

пытания → промышленное внедрение. Однако за последние 20-30 лет на российских производствах и отраслевых институтах СК не было введено в эксплуатацию практически не одной пилотной установки. В результате, обновление ассортимента СК, выпускаемых российскими предприятиями, происходит очень медленно, а пуск новых производств по выпуску СК сопровождается большими технологическими проблемами.

Сделать первый шаг на пути возврата к правильному алгоритму освоения новых видов синтетических каучуков в ПАО «Нижнекамскнефтехим» удалось при государственной поддержке. В рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы», утвержденного приказом Федерального агентства по науке и инновациям от 16 апреля 2007 г. № 53, в ПАО «Нижнекамскнефтехим» в 2008-2011гг. создана и введена в эксплуатацию пилотная установка по получению эластомеров.

Пилотная установка включает в себя все классические стадии процесса получения каучуков методом растворной полимеризации: подготовка мономера и растворителя, подготовка вспомогательных ингредиентов, полимеризация, усреднение, стабилизация и дегазация полимеризата, выделение и сушка каучука. Контроль и управление основными параметрами технологического процесса осуществляется автоматической системой управления технологическим процессом (АСУТП).

В настоящей работе представлены результаты пилотных испытаний по освоению технологии получения бутадиенового каучука с низкой растворной вязкостью под действием литийорганической иницилирующей системы. Описаны оптимальные технологические условия, позволяющие вести процесс получения синтетического каучука в непрерывном режиме. Показано, что на растворную вязкость «литиевого» полибутадиена существенное влияние оказывает тип и число оборотов перемешивающего устройства в полимеризаторе, способ подачи мономера в реакционную зону, введение агента сочетания на стадии пост-полимеризации, температура процесс полимеризации, а также концентрация модификатора в реакционной среде.

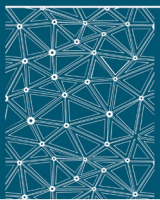
## **ПОЛИМЕРНЫЕ ПРОЦЕССИНГОВЫЕ ДОБАВКИ: ВЛИЯНИЕ НА РЕОЛОГИЮ И ЭКСТРУЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛИНЕЙНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА**

**Р.И. Васильев, Т.В. Макаров**  
*ЗАО «ЗМ Россия», Москва, Россия*

## **POLYMER PROCESSING ADDITIVES: EFFECT ON RHEOLOGY AND EXTRUSION PROPERTIES OF LINEAR POLYETHYLENE**

**R.I. Vasiliev, T.V. Makarov**  
*CJSC «ZM Russia», Moscow, Russia*

Процессинговые или экструзионные добавки на основе фторполимеров (ППА) начали массово применяться после появления на рынке линейного полиэтилена (ЛПЭ). Важнейшим аргументом в пользу применения линейного полиэтилена является его уникальный комплекс физико-механических свойств, обусловленных молекулярной структурой полимера. ЛПЭ сочетает в себе свойства регулярности полиэтилена высокой плотности и наличия ответвлений, характерных для полиэтилена низкой плотности. Однако, переработка линейного полиэтилена как на обычном экструзионном пленочном оборудовании, так и в процессе гранулирования этого материала сопряжена с необходимостью решения ряда технологических задач. Основными сложностями при экструзии пленки являются нестабильности потока полимера: разрыв расплава - «акулья шкура», а также нагарообразование, возникающее из-за необходимости перерабатывать материал при более высоких температурах по сравнению с полиэтиленом высокого давления (ПВД). Все эти негативные эффекты накладывают ряд ограничений на скорость переработки ЛПЭ и продолжительность работы экструзионной линии до остановки.



Процессинговые добавки являются эффективным инструментом для расширения технологического окна при экструзии линейного полиэтилена и в настоящий момент во всем мире используются для устранения перечисленных сложностей, возникающих при переработке не только ЛПЭ, но и других высокомолекулярных и вязких сортов полиэтилена с низкими значениями показателя текучести расплава.

Введение РРА на стадии производства полимера позволяет, в частности, наращивать производительность грануляторов за счет снижения ряда таких критичных параметров, как давление перед фильтрующими сетками и на фильтере, а также позволяет снижать токовые нагрузки, температуры экструзии по зонам и крутящий момент на двигателе экструдера. Добавка, эффект которой остается неизменным после использования в процессе первичной грануляции реакторного порошка полиэтилена, попадает в состав готового продукта к конечному потребителю и уже у него благотворно влияет на процесс экструзии, повышая привлекательность его для конечного переработчика и, соответственно, конкурентоспособность такого полимера.

Большое количество процессинговых добавок, присутствующих на рынке как в виде товарных мастербатчей, пригодных для использования у конечных потребителей, так и в виде активных фторполимеров или их синергетических смесей обладают разной эффективностью и соотношением цена/производительность. Поиск оптимальной концентрации добавок, при которых проявляются все необходимые эффекты и соответствие ценовым ожиданиям конечных потребителей, является актуальной задачей как для производителей мастербатчей, так и для производителей полимерного сырья.

В сообщении приводятся исследования активности процессинговых добавок Dynamar TM различной полимерной природы в ЛПЭ, изменение реологических свойств полимера в присутствии добавки, рассматривается процесс моделирования условий переработки материала у конечных переработчиков, а также приводятся данные по поиску оптимальной концентрации процессинговой добавки в ЛПЭ.



## **РАЗВИТИЕ РЕЛАКСАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ АКТУАЛЬНЫХ МАРК ПОЛИЭТИЛЕНОВ**

**И.В. Волков, В.И. Кимельблат**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический  
университет», г. Казань, Россия*

## **THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR ASSESSING THE RELAXATION OF THE MACROMOLECULAR STRUCTURE OF CURRENT BRANDS POLYETHYLENES**

**I.V. Volkov, V.I. Kimelblat**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation*

Полиэтилены низкого давления (ПНД) по существу являются сополимерами этилена с высшими олефинами, отличаются большим разнообразием мономерного состава, и макромолекулярной структуры. На глобальном и Российском рынках присутствуют множество марок ПНД, отличающихся модальностью ММР.

В процессе получения полимерных композиций из базовых полимеров, а также на стадии переработки полученных композиций в изделия, возможны изменения макромолекулярной структуры, такие как деструкция, появление разветвленных и затем сшитых структур.

Разнообразие современных марок полиэтиленовых композиций естественным образом стимулирует совершенствование методов контроля ПНД на всех стадиях переработки и применения. Традиционные растворные методы оценки структуры полимеров имеют ряд ограничений, что увеличивает интерес исследователей и практиков к безрастворным методам контроля.

Одним из таких методов является метод релаксации давления расплавов (РДР), который основан на обработке данных падения давления в цилиндре капиллярного вискозиметра при нестационарном истечении расплава полимера через капилляр после остановки движения поршня [1]. Результатами РДР являются численные оценки распределения времен релаксации и непрерывные спектры времен релаксации, по которым достаточно определено выявляются изменения молекулярной подвижности в расплавах, отражающие изменения макромолекулярных характеристик полиэтиленовых композиций в процессе переработки. Обработку экспериментальных кривых проводили по двум взаимодополняющим методикам – аппроксимационной и регуляризационной [2,3].

Методики [2, 3] применены при исследовании экструзионных композиций ПЭ 100.

Показано, что последние разработки в части получения спектров РДР, позволяют повысить их разрешение, сохранив объективность результатов. Применение двух методик обработки релаксационного спектра РДР, позволяет получить наиболее полные представления о релаксационных процессах в расплавах ПНД, что необходимо исследователям и технологам предприятий по синтезу и переработке полимеров и полимерных композиций.

#### Литература

1. Кимельблат, В.И. Релаксационные характеристики расплавов полимеров и их связь со свойствами композиций. Монография / В.И. Кимельблат, И.В. Волков. Казань: 2006. – 188 с.

2. Глухов В.В. Развитие методики обработки кривой релаксации давления путем аппроксимации сплайнами // В.В. Глухов, И.В. Волков, В.И. Кимельблат // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2010. – № 10. – С. 125-131.

3. Глухов В.В. Обработка кривой релаксации давления методом регуляризации // В.В. Глухов, М.М. Дорогиницкий, И.В. Волков, В.И. Кимельблат // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2010. – № 11. – С. 75-81.

### АНТИФРИКЦИОННАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Р.Н. Гадельшин<sup>1</sup>, Г.Р. Гиматдинова<sup>1</sup>, А.Р. Курбангалеева<sup>1</sup>, Ю.Н. Хакимуллин<sup>1</sup>,  
В.М. Войлошников<sup>2</sup>, М.В. Ежов<sup>2</sup>, В.Р. Петров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»,

<sup>2</sup>ООО «Весто», Казань, Россия

### ANTI-FRICTION ADDITIVE FOR POLYMERIC COMPOSITE

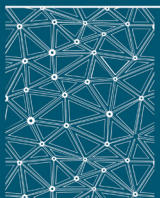
**R.N. Gadelshin<sup>1</sup>, G.R. Gimatdinova<sup>1</sup>, A.R. Kurbangaleeva<sup>1</sup>, Y.N. Khakimullin<sup>1</sup>,  
V.M. Voyloshnikov<sup>2</sup>, M.V. Yezhov<sup>2</sup>, W.R. Petrov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kazan National Research Technological University,

<sup>2</sup>«Vesto», Kazan, Russia

При введении в полимеры антифрикционных добавок (графит, сажа, дисульфид молибдена) или некоторых других полимеров (например, фторопласта) получают материалы, обладающие по сравнению с ненаполненными повышенной износостойкостью и меньшим коэффициентом трения в широком интервале температур [1-2].

С целью улучшения антифрикционных и технологических свойств лакокрасочных покрытий и резин на основе силоксановых и карбоцепных каучуков предприятием ООО «Весто» совместно с ФГБОУ ВПО «КНИТУ» была разработана модифицирующая добавка MSi-F, которая представляет собой многокомпонентную силиконовую добавку содержащую фторопласт (тефлон). В лабораторных условиях были проведены испытания эффективности добавки MSi-F в лакокрасочных покрытиях, пригото-



ленной на разных образцах фторопласта. По результатам исследования установлено, что использование добавки MSi-F позволяет снизить коэффициент трения лакокрасочного покрытия. Краской с введенной в неё добавкой окрашивались транспортные водные суда, и наблюдались в течение всего годового периода эксплуатации. Положительный эффект добавки доказан как в лабораторных, так и в практических испытаниях.

Проведено сравнительное исследование влияния модифицирующей добавки MSi-F на эксплуатационные и антифрикционные свойства резин на основе силоксанового каучука СКТВ-1 и этиленпропилендиенового каучука СКЭПТ-50. Установлено, что модифицирующая добавка MSi-F, благодаря своим улучшенным свойствам, выполняет функции антифрикционной добавки и пластификатора и может быть применена в резинах, используемых во многих областях промышленности (машиностроение, приборостроение, автомобилестроение), а главное – благодаря своей демократичной цене модифицирующая добавка MSi-F может существенно сократить расходы производства.

В настоящее время добавка MSi-F вводится в силиконовую резиновую смесь, которая используется для производства маслосъемных колпачков в бензиновых и дизельных двигателях, тем самым увеличивая срок службы колпачков, вследствие снижения коэффициента трения («металл – сталь») и повышения маслостойкости резин.

#### Литература

1. *Справочник по пластическим массам. Том 2 / под ред. М.И. Гарбар, В.М. Катаев, М.С. Акутин. – М.: Химия, 1969. – 517 с.*

2. *Производство резиновых смесей. Андреа Лимпер. Перевод с англ. яз. под редакцией Смирнова // Mixing of Rubber Compounds. Andreas Limper.*



## ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Р.М. Гадельшин, Р.Р. Солдатова, А.Н. Петрова, Р.К. Ибрагимов, Д.А. Ибрагимова**  
*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, РФ*

## HIGH QUALITY POLYMER-BITUMEN CONSTRUCTION MATERIALS

**R.M. Gadelshin, R.R. Soldatova, A.N. Petrova, R.K. Ibragimov, D.A. Ibragimova**  
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, RF*

Согласно положениям Транспортной стратегии Российской Федерации, развитие автодорожной сети обязано соответствовать темпам социально-экономического развития страны, кроме того, обеспечивать статьи Конституции, гарантируя права на свободу передвижения граждан, на свободное перемещение товаров и услуг, единство экономического пространства. Поскольку, выпускаемые битумы, по своим эксплуатационным свойствам в полной мере не способны соответствовать все возрастающим требованиям к вяжущим материалам, дорожные организации постепенно и неуклонно переходят от строительства новых автомобильных дорог к преимущественному сохранению существующих, при этом расходы на эти цели возрастают на 20-30% каждый год.

По современным представлениям битум является сложной коллоидно-дисперсной системой органических соединений, в которой надмолекулярные частицы смол и асфальтенов диспергированы в среде, представляющей мальтены[1]. Одним из широко используемых способов увеличения деформационной стойкости к высоким нагрузкам покрытий, в настоящее время, является введение в битум второй дисперсной фазы из полимерного материала.[2] Поскольку полимерные материалы, об-



ладающие высокими упруго-эластичными свойствами, препятствуют развитию необратимых деформаций в битумной матрице, увеличивая ее механическую прочность. В связи с этим считается, что модифицированные полимера битумы представляют собой коллоид в коллоиде. В смесях битум-полимер обе дисперсные фазы, асфальтосмолистые вещества и добавленные высокомолекулярные полимеры конкурируют между собой за дисперсионную среду. В свою очередь, изменение свойств дисперсионной среды – операция тонкая и сложная, поскольку необходимо изменить ее таким образом, чтобы, улучшая одни свойства битума, не ухудшать других и при этом не разрушить имеющуюся дисперсную структуру.

В данной работе рассматривается полная замена на полимер конкурирующей высокомолекулярной дисперсной фазы - асфальтенов, другими словами, получение полимерно-битумного вяжущего путем образования в дисперсионной среде деасфальтизованного битума полимерной дисперсной фазы заменив ею асфальтены. Полученное вяжущее обладающее сверхвысоким запасом прочностных, упруго-деформационных и адгезионных свойств, по своим качественным характеристикам не будет иметь аналогов в мире.

#### Литература

1. Гун Р.Б. *Нефтяные битумы М: Химия, 1973. - 432 с., 31 табл., 126 рис.*
2. Гадельшин Р.М., Ибрагимова Д.А., Закиева Р.Р., Абдельсалам Я.И.И, Петров С.М. *Модификация окисленных битумов кислородсодержащими соединениями // Вестник Казанского технологического университета. -2014.- Т. 17.- № 14.- С. 451-453.*

### **ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ИЗОЦИАНАТА НА СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВОГО ЛАКОВОГО ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОКСИЭТИЛИРОВАННОГО ДИФЕНИЛОЛПРОПАНА**

**Н.В. Галкина, Л.А. Абрамова, И.Н. Бакирова**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

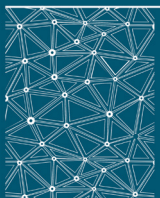
### **INFLUENCE OF ISOCYANATE STRUCTURE ON PROPERTIES OF POLYURETHANE VARNISH COATING BASED ON ETHOXYLATED BISPHENOL**

**N.V. Galkina, L.A. Abramova, I.N. Bakirova**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Исследовалось влияние структуры изоцианата на физико-механические и эксплуатационные свойства полиуретановых (ПУ) лаковых покрытий. Последние получали с использованием гидроксиэтилированного дифенилолпропана в качестве удлинителя цепи и изоцианатов различной природы - ароматического полиизоцианата (ПИЦ) и циклоалифатического изофорондиизоцианата (ИФДИ).

Кинетические исследования модельных реакций гидроксиэтилированного дифенилолпропана с ИФДИ и фенилизоцианатом (ФИЦ), имитирующим ароматический ПИЦ, показали, что указанные соединения проявляют низкую реакционную способность по отношению к гидроксиэтилированному дифенилолпропану. Использование оловоорганического катализатора позволило повысить реакционную активность взаимодействия компонентов, при этом природа изоцианата оказывает существенное влияние на скорость процесса уретанобразования. Так, в некаталитических условиях значение константы скорости для реакции гидроксиэтилированного дифенилолпропана с ИФДИ почти в 600 раз меньше, чем в присутствии ДБДЛО; для системы гидроксиэтилированный дифенилолпропан и ФИЦ – практически в 100 раз, соответственно. При этом, оценивая реакционную способность ИФДИ и ФИЦ по отношению к гидроксиэтилированному дифенилолпропану, можно сказать, что как в не-



катализируемых условиях, так и в присутствии катализатора ароматический изоцианат проявляет большую активность по сравнению с циклоалифатическим диизоцианатом.

С учетом выявленных кинетических закономерностей было проведено рецептурирование ПУ лаков. Полученные пленки и покрытия подвергались физико-механическим испытаниям и на стойкость к действию УФ-облучения в соответствии с методиками ГОСТов, принятых при работе с лакокрасочными материалами.

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что полиуретановые покрытия, синтезированные с использованием ИФДИ, характеризуются отличными декоративными свойствами и имеют неоспоримое преимущество по светостойкости, но уступают таковым на основе ПИЦ по прочностным и адгезионным характеристикам. Использование грунтовочного подслоя позволило улучшить комплекс физико-механических показателей покрывного материала на основе ИФДИ.



### **ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ БАРЬЕРНОГО СЛОЯ НА ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Р.М. Гарипов, А.И. Загидуллин, А.И. Хасанов, С.Ю. Софьина, Н.Е. Темникова,  
С.Н. Русанова, П.Ю. Демеев**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»*

### **IMPACT OF BARRIER LAYER THICKNESS ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MULTILAYER POLYMER FILM MATERIALS**

**R.M. Garipov, A.I. Zagidullin, A.I. Khasanov, S.Y. Sofyina, N.E. Temnikova,  
S.N. Rusanova, P.Y. Demeev**

*Kazan National Research Technological University*

С повышением полярности полимера снижается проницаемость через него кислорода и CO<sub>2</sub>, но одновременно повышается проницаемость водяных паров [1]. Поэтому для получения пленочных материалов с высокими барьерными свойствами к воде и различным газам необходимо использовать сочетание полимеров, сильно различающихся по полярности. Между тем проницаемость полимерных материалов к газам, прежде всего кислороду и водяному пару, и является главным фактором, влияющим на сроки хранения, и должна учитываться при выборе материала для упаковки [2]. Таким образом, становится актуальной работа по изучению влияния толщины барьерного слоя на величину газопроницаемости и физико-механические показатели многослойных полимерных пленочных материалов, используемых для упаковки пищевой продукции.

В качестве объектов исследования были использованы пленки следующих структур:

LDPE/Tie/PA/Tie/POP - для упаковки созревающих сыров; LDPE/Tie/EVOH/Tie/POP - для упаковки соусов и кетчупа; PA/EVOH/PA/Tie/POP - для упаковки свежего мяса и мясной продукции.

В качестве материалов барьерных слоев в работе были использованы полиамид (PA) и сополимер этилена и винилового спирта (EVOH). В качестве сварного слоя был использован полиолефиновый пластимер (POP) В качестве материала адгезионного слоя - адгезив (Tie) марки Admer AT 1955. В качестве полиэтилена низкой плотности (LDPE) был использован полиэтилен марки 15813-020.

Рецептуры произведенных пленок содержат наружный слой А (ПЭ 15813-020 либо ПА Ultramid C33L01), слой В (Admer AT 1955 либо Soarnol AT 4403), С (Ultramid C33L01 либо Soarnol AT 4403), D (Admer AT 1955) и внутренний слой Е (Affinity PL 1850G).

Тип материала барьерного слоя оказывает сильное влияние на величину газопроницаемости. Наи-

худшими показателями обладают составы, где в качестве барьерного слоя использован ПА, наилучшими – рецептуры с совместным использованием ПА и EVOH. Несмотря на высокие значения проницаемости по  $\text{CO}_2$  (более  $2000 \text{ см}^3/(\text{м}^2 \cdot 24 \text{ часа} \cdot \text{атм})$ ) по рекомендациям [3] пленки пригодны для упаковки сыра. Полученные пленки с низкими значениями кислородопроницаемости (менее  $10 \text{ см}^3/(\text{м}^2 \cdot 24 \text{ часа} \cdot \text{атм})$ ) соответствуют классу высокобарьерных. В сочетании с высокой стойкостью к проколу подобные материалы могут быть использованы для упаковки свежего мяса на кости и мясной продукции и полуфабрикатов.

#### Литература

1. *Packaging Trends: The future of manufacturing / Под общ. ред. Н. Сапорта .- Париж: Nexteo Conseil, 2013. - 130 с.*
2. Ханлон, Дж., *Упаковка и тара: проектирование, технологии, применение / Дж. Ханлон, Р. Келси, Х. Фарсинио - С.Пб.: Профессия, 2004.- 672 с.*
3. ГОСТ 526886. Сыры. Общие технические требования. – Введ. 2006-27-12. М.: Стандартинформ-Изд-во стандартов, 2006. – 19 с.

## ПОЛУЧЕНИЕ ДИСПЕРСИЙ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В РАСТВОРАХ НЕОНОЛОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

**А.Р. Гатауллин, С.А. Богданова, Ю.Г. Галяметдинов**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия*

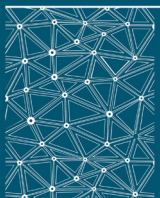
## THE PRODUCTION OF CARBON NANOTUBES DISPERSIONS IN NEONOL SOLUTIONS FOR MODIFYING OF POLYMER COMPOSITES

**A.R. Gataullin, S.A. Bogdanova, Yu.G. Galyametdinov**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Нанокompозитные полимерные материалы, модифицированные углеродными нанотрубками (УНТ) представляют большой интерес, как с научной точки зрения, так и с позиции их потенциального использования в качестве функциональных материалов в автомобильной и авиационной промышленности. Введение наномодификаторов в полимерный материал может быть осуществлено с использованием жидких сред, применяемых в производстве полимерных композитов. Одной из серьезных проблем в реализации полезных свойств углеродных наноматериалов является их склонность к агрегации в органических и водных средах. Это препятствует равномерному распределению наномодификатора в объеме полимерной матрицы и не приводит к заметным изменениям физико-механических характеристик. В связи с этим целью данной работы было исследование влияния неононных ПАВ на процессы ультразвукового диспергирования углеродных нанотрубок марки «Таунит» в воде и анализ коллоидно-химических свойств полученных дисперсий с целью их оптимизации.

В качестве диспергирующих и стабилизирующих агентов в работе использовались оксиэтилированные исононилфенолы (Неонолы АФ) со средней степенью оксиэтилирования  $n$ , варьируемой от 6 до 12. Содержание углеродного наноматериала в объеме дисперсионной среды, структура, размеры и электрокинетический потенциал частиц дисперсий, полученных методом ультразвуковой обработки, оценивались методами абсорбционной спектроскопии, конфокальной микроскопии, динамического и электрофоретического рассеяния света. Изучение процессов адсорбционного взаимодействия ПАВ с углеродными наноструктурами осуществлялось тензиометрическим методом. Ранее было показано, что исследуемые ПАВ оказывают модифицирующее влияние на свойства полимеров и могут быть использованы в процессах их получения и переработки [1].



Анализ полученных в ходе исследования данных показал, что наиболее эффективными диспергаторами и стабилизаторами углеродных нанотрубок в водных средах являются Неонолы АФ со средней степенью оксиэтилирования  $n=10-12$ .

Результаты исследования легли в основу получения наномодифицированных полимерных материалов с улучшенным комплексом свойств [2].

Литература

1. Барабанов В.П., Богданова С.А. Коллоидно-химические аспекты взаимодействия ПАВ с поверхностью полимеров // Вестник Казанского технол. ун-та.- 2010.- №4.- С.7-25.

2. Богданова С.А., Гатауллин А.Р., Рахматуллина А.П., Кузнецов К.В., Галяметдинов Ю.Г. Модификация синтетических латексов и резин на их основе углеродными нанотрубками // Химический журнал Казахстана.- 2015.- Т.50.- №2.- С.59-63.



**ВЗРЫВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ШИН  
И РТИ ВЫШЕДШИХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**И.Р. Гатауллин, С.Ф. Мухарлямов, Н.А. Мукменева**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Россия*

**EXPLOSION TECHNOLOGY - METHODS FOR RUBBER PROCESSING  
AND RUBBER GOODS OUT OF OPERATION**

**I.R. Gataullin, S.A. Mucharlyamov, N.A. Mukmeneva**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

Резина составляет значительную массу выбрасываемых изделий. Это в основном вышедшие из эксплуатации шины и другие резиновые изделия, несмотря на то, что существуют предприятия, специализирующиеся на регенерации протектора, а также пункты приема отслуживших свой срок автопокрышек с целью их дальнейшей переработки.

Переработка изношенных покрышек имеет важное технико-экономическое и экологическое значение. Реализуемым в настоящее время направлением является получения из покрышек регенерата. При существующих объемах потребления регенерата, ограничиваемых его качеством, промышленность может переработать не более 3% имеющихся ресурсов изношенных покрышек. Малоприспособными и нежелательными для размола являются покрышки с металлокордом в брекер. Операции по переработке таких покрышек по вальцевой технологии требуют сложного оборудования, значительных трудовых и энергетических затрат, расходуемых на преодоление упругих свойств резины и измельчение металлокорда.

В этой связи одним из прогрессивных направлений является способ, использующий энергию взрыва. Сущность способа заключается в формировании на поверхности покрышки наложенного заряда взрывчатых веществ (ВВ) и последующем его подрыве во взрывной камере.

Способ основан на использовании эффекта высокоскоростного воздействия продуктов детонации ВВ, в процессе которого каждый элемент покрышки получает импульс, возникают циклические волны нагрузки, приводящие в элементах покрышки соответственно к быстрым и высоким попеременным напряжениям сжатия и растяжения, к отрыву отдельных элементов резины и металлокорда друг от друга, а так же к дроблению резины. Кроме того, в момент взрыва происходит девулканизация резины, что способствует получению резиновой крошки по свойствам, приближающимся к сырой резине.

Для реализации способа могут быть использованы различные ВВ, которые по комплексу взрывчатых и физических свойств способны создать необходимый импульс. По разработанной технологии

предварительно из автопокрышки вырезают борта и основную часть боковин. Протекторная часть разрезается поперек в одном или двух местах на равные части. Комплект из двух протекторных частей и ленты ВВ, уложенной между ними, размещается в герметичной взрывной камере. Туда же помещают боковины с заложенными между ними пакетами ВВ (аммонит или гексаген). После подрыва дробленая масса извлекается из камеры с помощью сжатого воздуха и гибкого трубопровода с магнитным сепаратором для попутного отделения элементов металлокорда от резиновой крошки. При соотношении массы покрышки к массе ВВ от 2 до 9, раздробленная масса содержит 86,5 % резиновой крошки и 13,5 % элементов металлокорда.

**ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ АЛКОГОЛЯТЫ – МОДИФИКАТОРЫ БУТИЛЛИТИЯ**  
**В.С. Глуховской<sup>1</sup>, Ю.А. Литвин<sup>1</sup>, В.В. Ситникова<sup>1</sup>, Е.В. Блинов<sup>1</sup>, А.М. Вагизов<sup>2</sup>,**  
**И.Г. Ахметов<sup>2</sup>, А.Г. Сахабутдинов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Воронежский филиал ФГУП «НИИСК», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup> ПАО Нижнекамскнефтехим, г. Нижнекамск, Россия

**POLYMETALL ALCOGOLATES AS BUTYLLITHIUM MODIFIATORS**  
**V.S. Glukovskoy<sup>1</sup>, Y.A. Litvin<sup>1</sup>, V.V. Sitnikova<sup>1</sup>, E.V. Blinov<sup>1</sup>, A.M. Vagizov<sup>2</sup>,**  
**I.G. Akhmetov<sup>2</sup>, A.G. Sakhabutdinov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> FGUP «NIISK» Voronezh branch, Voronezh, Russia

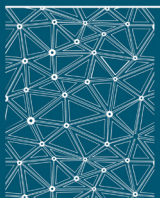
<sup>2</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia

Известно, что каталитические системы, состоящие из металлорганических соединений, включающих Li, Na, K, Ca, Al, Zn, Sn, Ba и алкоголяты лития инициируют (со)полимеризацию бутадиена и бутадиена со стиролом [1, 2].

Одним из условий использования алкоголятов щелочных и щелочноземельных металлов (модификаторов) в инициирующей системе алкогольат:бутиллитий является растворимость модификаторов в углеводородных растворителях, а также отсутствие незамещенных групп -ОН. В качестве органической компоненты алкогольатов использованы высококипящие спирты лапрамол-294, тетрагидрофуруриловый спирт, оксиалкилированные амины.

Разработан синтез полиметаллических модификаторов двумя методами. При получении барий- и калийсодержащих смешанных алкогольатов синтез осуществляется в две стадии. Сначала смесь спиртов в среде толуола реагирует с  $Ba(OH)_2$  и КОН с удалением из зоны реакции воды. В результате реакции часть гидроксильных групп не переходят в алкогольатную форму. Для полного замещения водорода в оставшихся гидроксильных группах реакцию с первой стадии процесса обрабатывают Na и металлами: Ca или Mg, или Zn, или Sn, или их смесью. При температуре выше температуры плавления натрия магний и кальций взаимодействуют с алкогольатными группами натрия и калия с выделением металлических натрия или калия. При этом достигается полное превращение групп -ОН в алкогольатную форму. Образование цинк- и оловосодержащих алкогольатов протекает при взаимодействии с алкогольатом натрия без выделения металлического натрия.

Иницирующие системы смешанных алкогольатов на основе Li, Mg, Ca, Na, K, Zn, Sn, Ba в сочетании с бутиллитием позволяют получать полибутадиен, полиизопрен, сополимеры бутадиена со стиролом с различной микроструктурой диеновой части. Так, введение Mg в состав инициирующей системы стабилизирует активные центры на основе Na, Ca позволяет увеличивать в диеновой части каучука транс-1,4-структуры. Барий обеспечивает получение минимального количества винильных звеньев и полное сближение констант сополимеризации бутадиена со стиролом. Наличие калия в модификаторе регулирует образование геля при полимеризации бутадиена за счёт передачи цепи на растворитель. Цинк и олово увеличивает количество вводимого в алкогольаты натрия, что позволяет сократить расход бутиллития при получении каучуков с повышенным содержанием винильных звеньев.



Литература

1. Пат. 6103842 США, МПК С 08 F 4/50. *Process and catalyst system for synthesizing random trans SBR with low vinyl microstructure* / Adel Farhan Halasa, Wen-Liang Hsu, Laurie Elizabeth Austin; заявитель и патентообладатель The Goodyear Tire & Rubber Company. - № 09/072,492; заявл. 04.05.98; опубл. 15.08.00. - 8 с.
2. Пат. 6359088 США, МПК С 08 F 8/00. *Calcium-based catalyst system* / Adel Farhan Halasa, Wen-Liang Hsu, John Robert Zurro; заявитель и патентообладатель The Goodyear Tire & Rubber Company. - № 09/389,507; заявл. 03.09.99; опубл. 19.03.02. - 8 с.



**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫПЕНИВАЮЩЕГОСЯ И УДАРОПРОЧНОГО  
ПОЛИСТИРОЛОВ МЕТОДОМ АНИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ**

**В.С. Глуховской, Е.В. Блинов**

*Воронежский филиал ФГУП «НИИСК», г. Воронеж, Россия*

**TECHNOLOGY OF FOAMED AND STRIKE-STABLE  
POLYSTYRENES OBTAINING BY ANIONIC POLYMERIZATION METHOD**

**V.S. Glukhovskoy, E.V. Blinov**

*FGUP «NIISK» Voronezh branch, Voronezh, Russia*

Метод анионной полимеризации широко используется для промышленного производства диен-стирольных термоэластопластов, полибутадиена и сополимеров бутадиена со стиролом с использованием в качестве инициатора бутиллития. Однако, пока указанный метод не реализован в промышленных масштабах при получении полистирольных пластиков - вспенивающегося и ударопрочного полистиролов.

В Воронежском филиале ФГУП «НИИСК» разработана технология получения указанных марок полистиролов методом анионной полимеризации.

Сущность процесса получения вспенивающегося полистирола (ВПА) заключается в том, что полимеризацию стирола проводят в среде изопентана в присутствии диспергирующей добавки 0,5% полибутадиена с использованием в качестве инициатора н-бутиллития при температуре не выше 70 °С. Концентрация полимера достигает 45 % масс.

После завершения полимеризации стирола дисперсию полистирола в изопентане направляют в непрерывно действующую центрифугу. Изопентан возвращается в рецикл, а порошок полистирола, содержащий ~ 4-5 % изопентана гранулируют в одношнековом экструдере с получением гранул размером ~ 2,5-2 мм. В качестве порообразователя используется изопентан, который содержится в гранулах.

Полученный гранулят ВПА перерабатывается по методикам, принятым для промышленных марок вспенивающихся полистиролов.

Технология получения ударопрочного полистирола (УПАН) методом анионной полимеризации предусматривает непрерывный процесс синтеза сначала эластомерной фазы, а затем полимеризацию стирола в растворе эластомерной фазы с последующим выделением полимера методом водной дегазации и сушкой в ленточной и шнековой сушилке.

В качестве эластомерной фазы используется звездообразный блоксополимер полстирол-полибутадиен-полистирол (БПЗ). В среде растворителя циклогексан+нефрас (75:25) сначала получают блок-ПС-Li, а затем подают бутадиен и полученный двублочник сшивают  $\text{SiCl}_4$  и получают БПЗ. Раствор БПЗ с концентрацией <13 % масс смешивают со стиролом и туда же подают н-бутиллитий. Полимеризация стирола протекает при температуре 80-120 °С до содержания остаточного стирола 0,01%. Вязкость реакционной массы при содержании 30% масс полимера составляет не более 30 Пуаз при температуре 30 °С.

После водной дегазации полимер сушат на ленточной сушилке до содержания влаги 3 % масс, а далее в вакуум-экструдере до содержания летучих не выше 0,3-0,5 % масс. Выходящие из фильеры экструдера жгуты УПАН измельчаются с получением гранул. По свойствам УПАН приближается к АБС-пластикам, превосходя обычный полимер в 1,5-2 раза.

### **НАНОСТРУКТУРНЫЕ ВОДНЫЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ДИСПЕРСИИ ИЗ ПОЛИЭФИРОВ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН – ОСНОВА ИННОВАЦИОННЫХ ЭКОЛОГИЧНЫХ ПОКРЫТИЙ И КЛЕЕВ**

**К.В. Голованова, Л.А. Зенитова, А.А. Табачков, Н.И. Розова**  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Россия*

### **NANOSTRUCTURED WATER BASED PUD FROM POLYETHERS PRODUCED BY ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN - THE FOUNDATION OF INNOVATIVE ECO-FRIENDLY COATINGS AND ADHESIVES**

**K. Golovanova, L. Zenitova, A. Tabachkov, N. Rozova**  
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

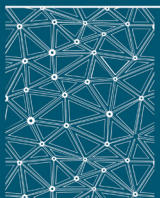
В условиях импортозамещения, ужесточения мирового законодательства к содержанию органических растворителей в рецептурах ЛКМ, клеев и герметиков, а также непрерывного развития стройиндустрии, мебельной промышленности и автомобилестроения, важной задачей является разработка конкурентоспособных отечественных покрытий и клеев, отвечающих мировым экологическим требованиям. К таким продуктам относятся водные полиуретановые дисперсии (ВПД), которые могут быть синтезированы на основе полиэфиров, производимых ПАО «КЗСК» (г. Казань) и ПАО «Нижнекамскнефтехим» (г. Нижнекамск). Такие дисперсии станут продуктами с высокой добавленной стоимостью.

В зависимости от сферы применения продукта на основе ВПД, ежегодные темпы роста спроса на него составляют от 8 до 12 %. Импорт полиуретановых дисперсий в России в 2010-2015 гг. характеризуется восходящим трендом, так с 2010 года объем их импорта вырос более чем в 2 раза. Экспорт ВПД из России в 2010-2015 гг. не зафиксирован. Эти данные свидетельствуют о своевременности организации отечественного производства ВПД по современной конкурентоспособной технологии.

В результате проведенных НИР синтезированы стабильные наноструктурные ВПД на основе полиэфиров: полифурит (СКУ-ПФЛ), полиэтиленгликольадипината (ПЭА), полиэтиленбутиленгликольадипината (ПЭБА), этилендиэтиленгликольадипината (ЭДА), полибутиленгликольадипината (ПБА), полидиэтиленгликольадипината (ПДА) и 1,4-толуилендиизоцианата (ТДИ) без использования растворителей, более технологически простым энергосберегающим способом.

Причиной устойчивости взвешенного состояния коллоидных частиц ВПД является их наноразмерность (до 40 нм). Измерения размера частиц производилось на приборе Zetasizer Nano.

Получение ВПД осуществляли через стадию предполимера: полиэфир, псевдоионный агент, удлинитель цепи, изоцианат. Реакцию проводили до расчетного содержания NCO-групп, с последующей нейтрализацией и переводом в ионную форму. Полученную систему диспергировали и повторно удлинляли. В качестве внутренних удлинителей использовали 1,4-бутандиол (БД), 1,6-гександиол (ГД); внешнего удлинителя – этилендиамин, пентаметилендиамин, гексаметилендиамин. Содержание сухого остатка синтезированных ВПД находится в диапазоне 37 - 50 %.

**ВОЛЛАСТОНИТ – ЭФФЕКТИВНЫЙ МОДИФИКАТОР КОМПОЗИЦИЙ  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПВХ-ЛИНОЛЕУМА****Е.М. Готлиб, Р.В. Кожевников, Д.Ф. Садыкова, Е.С. Ямалеева***Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань. Республика Татарстан, Россия***WOLLASTONITE - EFFECTIVE MODIFIER OF COMPOSITIONS  
IN THE PRODUCTION OF PVC-LINOLEUM****E.M. Gotlib, R.V. Kozhevnikov, D.F. Sadykova, E.S. Yamaleeva***Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation*

Из всех природных глиняных минеральных наполнителей полимеров менее изученный и один из наиболее перспективных для поливинилхлоридного (ПВХ) линолеума – волластонит-природный метасиликат кальция. Это связано с его нетоксичностью, невысокой стоимостью, широкой сырьевой базой и хорошими декоративными характеристиками [1,2]. Волластонит выполняет функции микроармирования [1], что позволяет существенно улучшить ряд эксплуатационных и технологических характеристик ПВХ-линолеума [3].

Волластонит снижает усадку ПВХ-линолеума, на что указывает уменьшение его линейных размеров при модификации. Повышается прочность связи между слоями линолеума, введение волластонита придает ему каркасность. Уменьшается остаточная деформация (табл.1).

Волластонит более чем в два раза, уменьшает индекс текучести расплава ПВХ-композиций для изготовления линолеума (табл.1), что облегчает процесс переработки и позволяет снизить температуру его производства.

Таблица 1 - Составы и эксплуатационные свойства ПВХ-композиции для изготовления линолеума

Рецептуры			
Компоненты	мас. ч.	мас. ч.	мас. ч.
1. ПВХ	100	100	100
2. Пластификатор ЭДОС	92	92	92
3. Волластонит	0	10	0
4. Наполнитель микрорамор	196	186	196
Прочность связи, кгс/см	1,1	1,2	0,9
Абсолютная остаточная деформация, мм	0,47	0,40	0,55
Миграция, %	3,15	2,31	2,03
Прочность связи после вылежки 8 часов, кгс/см	1,0	1,0	0,8
Вязкость, Па*с	21,5	22,4	14,3
Изменение линейных размеров, %	-0,03	-0,01	+0,02
ПТР, г/10 мин T=190 °C, P=16,6 кгс	6,683	2,866	5,697



При модификации волластонитом снижается миграция пластификатора ЭДОС из ПВХ-композиции. Модифицирующий эффект можно связать со щелочным характером его поверхности, что обуславливает возможность реакции его с HCl, выделяющимся из ПВХ-смолы в процессе высокотемпературного производства линолеума.

Введение волластонита в состав ПВХ-композиций улучшает и санитарно-гигиенические свойства линолеума, так как волластонит имеет 4 класс опасности.

Таким образом, волластонит является эффективной модифицирующей добавкой для ПВХ-линолеума.

#### Литература

1.Тюльнин, В.А. Волластонит – уникальное минеральное сырье многоцелевого назначения /В. А. Тюльнин, В. Р. Ткач, В. И. Эйрих. – М.: Руда и металлы, 2003. – 144 с.

2.Готлиб, Е.М. Волластонит как эффективный наполнитель композиционных материалов: учеб. пособие / Е. М. Готлиб, Е. С. Ильичева, А. Г. Соколова. – М., 2013. – 87 с.

3.Применение волластонита в рецептурах ПВХ композиций для изготовления линолеума /А. Г. Соколова [и др.] //Вестник Казан. технол. ун-та. – 2014. – Т. 17. – №19. – С. 28-209.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕРМОУСАДОЧНЫХ ПЛЕНОК ПОСЛЕ КОРОННОЙ ОБРАБОТКИ

**А. Ю. Григорьев, А. А. Ефремова, Р.М. Гарипов**

*Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет,  
г. Казань, Российская Федерация*

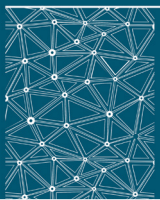
## STUDY OF SURFACE OF THE MULTILAYER HEAT-SHRINKABLE FILMS AFTER CORONA TREATMENT

**A.U. Grigoryev, A.A. Efremova, R.M. Garipov**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation*

Для повышения адгезионных свойств, при печати на полимерных пленочных материалах перспективным, с технологической точки зрения, является метод коронной обработки поверхности пленки [1]. При этом происходит изменение поверхностной энергии пленки, которое фиксируется как повышение полярности поверхности, что увеличивает ее смачивающую способность к печатным краскам и способствуют образованию прочного сцепления красок с поверхностью пленок [2]. Дополнительным фактором, способствующим повышению адгезии жидких красок является шероховатость поверхности подложки, обусловленная образованием развитого микрорельефа на поверхности полимерных пленок после коронной обработки. Для определения топографии поверхности 9-слойные термоусадочные пленки, с поверхностным слоем из неполярного полимера (полиолефин) и из полярного полимера (полиамид), с внешней стороны активировали коронной обработкой при дозах 120 Вт\*мин/м<sup>2</sup> и 20 Вт\*мин/м<sup>2</sup> соответственно. АСМ-исследования активированной поверхности пленок на сканирующем атомно- силовом микроскопе MultiMode V показали, что образование структур в виде выступов происходит по всей поверхности пленок, независимо от типа полимера. Но форма выступов, высота, диаметр и количество пиков на площади в 1 мкм<sup>2</sup> зависят от типа полимера обрабатываемого слоя. Шероховатость поверхности и в случае полярного поверхностного слоя и в случае не полярного слоя увеличивается примерно в 1,5 раза. Однако характер изменения топологии сильно отличается.

На пленке с поверхностным слоем из полиолефина, которая до активации имела равномерное распределение пиков и впадин небольшого размера по всей поверхности, после обработки коронным разрядом наблюдается их укрупнение до достаточно крупных фрагментов. Пленка с полиамидным



поверхностным слоем до коронной обработки имеет единичные включения (пики), но они более крупные. После коронной обработки происходит равномерное структурирование по всей поверхности пленки с образованием равномерной упорядоченной структуры.

Таким образом, установлено влияние природы полимера активируемого слоя на изменение топологии обрабатываемой поверхности. Методом АСМ обнаружено формирование конусообразных структур, частота и порядок расположения которых зависит от типа полимера.

#### Литература

1. Власов, С.В. *Основы технологии переработки пластмасс. Учебник для ВУЗов / С.В. Власов, Л.Б. Кандырин, В.Н. Кулезнев, А.В. Марков, И.Д. Симонов- Емельянов, П.В. Суриков, О.Б. Ушакова – М. Химия, 2004. – 600 с.*

2. Аткинсон, Д. *Поверхностная обработка пленочных материалов. / Дейв Аткинсон // FlexoTech.- 2006.- № 1*

### **СИНТЕЗ И ГАЗОТРАНСПОРТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРОВ, ВЫПУСКАЕМЫХ НА ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»**

**И.М. Давлетбаева<sup>1,2</sup>, А.М. Гумеров<sup>1</sup>, И.И. Зарипов<sup>1</sup>, Р.Р. Шарифуллин<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет», Казань

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань, Россия

<sup>3</sup> ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия

### **SYNTHESIS AND GAS TRANSPORTATION PROPERTIES OF POLYMERS BASED ON POLYESTERS PRODUCED AT PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM»**

**I.M. Davletbaeva<sup>1,2</sup>, A.M. Gumerov<sup>1</sup>, I.I. Zaripov<sup>1</sup>, R.R. Sharifullin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

<sup>2</sup> Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation

<sup>3</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim» Nizhnekamsk, Russian Federation

Путем полиприсоединения 2,4-толуилендиизоцианата к макроинициатору, представляющему собой калий-замещенный блок-сополимер оксидов пропилена и этилена, и использования полиэдрального олигомерного октаглицидил-силсесквиоксана (GI-POSS в качестве полифункционального узла ветвления, получены органо-неорганические полимеры блочной структуры. Установлено, что в основе надмолекулярной организации полимеров и возникновения в их объеме нанопор лежит способность блоков полиизоцианатов ацетальной природы и GI-POSS создавать каркасные структуры.

Показано, что варьирование содержания GI-POSS позволяет нарушать регулярность построения надмолекулярной структуры. Так, в полимерах, содержащих GI-POSS в интервале 0,5-2% и 10-15%, каркасные фрагменты чередуются с гибкоцепной составляющей, которая формирует собственную микрофазу вне зоны сегрегации доменов жестких сегментов и GI-POSS.

Показано, что особенности надмолекулярной организации органо-неорганических полимеров блочной структуры являются причиной достижения больших значений проницаемости аммиака в сочетании с высокой идеальной селективностью в отношении неполярных газов (He, N<sub>2</sub> и Ar).

## МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИС-БУТАДИЕНОВЫХ КАУЧУКОВ ПО ДАННЫМ ГПХ И ЯМР

Р.Р. Давлетбаев

ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Российская Федерация

## THE MOLECULAR PARAMETERS OF CIS-POLYBUTADIENE RUBBERS BY GPC AND NMR DATA

R.R. Davletbaev

PJC "Nizhnekamskneftekhim", Nizhnekamsk, Russian Federation

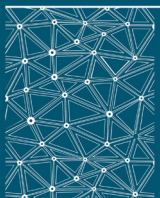
Молекулярные параметры *цис*-бутадиеновых каучуков (полибутадиенов с высоким, более 85 %, содержанием мономерных звеньев в *цис*-1,4-конфигурации, среднечисленной молекулярной массой  $M_n$  на уровне 100-200 тыс. г/моль и полидисперсностью  $M_w/M_n$  в пределах 2-5) обычно определяются с помощью гель-проникающей хроматографии ГПХ. Однако при обработке результатов измерений с помощью этого метода пользуются многими допущениями. Это является одной из причин плохой воспроизводимости результатов определения молекулярных параметров полимеров методом ГПХ. В представленной работе сообщается о попытке исправить этот недостаток с помощью данных спектроскопии ЯМР, позволяющих рассчитать величину  $M_n$  исследуемых каучуков. Технические возможности современного ЯМР позволяют измерять интегральные интенсивности очень слабых сигналов, в т.ч. и относящихся к терминальным группам цепи макромолекулы каучука (такие структуры содержатся в каучуках на уровне 0.1–0.01 мольн. %).

Нами были изучены промышленные *цис*-бутадиеновые каучуки, полученные на различных каталитических системах. Измерения методом ГПХ проводились с варьированием растворителя, температуры, разделяющего и детектирующего оборудования. Спектры ЯМР на ядрах  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  записывались на приборе с напряженностью постоянного магнитного поля 14.1 Тл, при этом также определялся конфигурационно-изомерный состав исследуемых каучуков по методике [1].

Таблица - Молекулярные параметры каучука СКДН (Нижнекамскнефтехим, п. 72404 от 08.09.2015 г.) по данным спектроскопии ЯМР и ГПХ (\* - тетрагидрофуран, 40 °С; \*\* - толуол, 55 °С)

Метод	$M_n, 10^{-3}$ г/моль	$M_w / M_n$	Коэффициенты Марка – Хаувинка	
			$K \cdot 10^3$	$\alpha$
ГПХ	78*	2.7	7.600	0.440
	90*	1.9	0.156	0.800
	129**	3.3	0.305	0.725
	117**	4.0	1.100	0.620
ГПХ + ЯМР	156	3.0 *	0.950	0.570
		3.2**	0.305	0.700

Приведенные в таблице данные для одного из исследованных каучуков наглядно показывают разброс результатов определения полидисперсности при обычной обработке данных ГПХ с расчетом по известным [2, 3] значениям коэффициентов Марка-Куна-Хаувинка-Сакурады. Этот разброс ощутим и для «внутрилабораторного» случая, и при измерениях на разных приборах и в отличающихся условиях. Определенное по данным спектроскопии ЯМР значение  $M_n$  позволяет поправить расчетные коэффициенты и улучшить правильность и воспроизводимость анализа.



Литература

1. Н. Махиянов. Микроструктура бутадиеновых каучуков с высоким содержанием цис-1,4-звеньев по данным ЯМР <sup>13</sup>C: количественные соотношения // *Каучук и Резина*, 2014, № 6, С. 8–11.
2. Zeng W., Du Y., Xue Y., Frisch H.L. Mark-Houwink-Staudinger-Sakurada constants // In: *Physical properties of polymers handbook*. Edited by J.E. Mark, Springer Science, 2007. P. 305–318
3. Sharaf M.A. Cis-1.4-polybutadiene // In: *Polymer data handbook*. Edited by J.E. Mark. Oxford University Press, Inc., 2009. P. 323–335.



**РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИИЗОПРЕНА  
ПУТЁМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МОНОМЕРА В МАССЕ (В ОТСУТСТВИЕ РАСТВОРИТЕЛЯ).**

**В.В. Елфимов<sup>1</sup>, Ю.П. Юленец<sup>2</sup>, П.В. Елфимов<sup>1</sup>, А.Р. Аветисян<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГУП «НИИСК», г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> СПбГТИ(ТУ), г. Санкт-Петербург, Россия

**DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGY FOR POLYISOPRENE PRODUCTION BY BULK  
POLYMERIZATION (WITHOUT SOLVENT)**

**V.V. Elfimov<sup>1</sup>, Yu.P. Yulenets<sup>2</sup>, P.V. Elfimov<sup>1</sup>, A.R. Avetisyan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of Synthetic Rubber, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> St. Petersburg State Technological University, Saint Petersburg, Russia

В настоящее время изопреновый каучук (цис-1,4- полиизопрен) – один из самых массовых каучуков общего назначения, помимо полибутадиена и дивинил-стирольного каучука: в России их выпускается примерно по ~ 33%. В основном они используются в производстве шин. Примерно 400000 тонн в год полиизопрена (ПИ) производится по растворной технологии, которая является очень затратной из-за металло- и энергоёмкости технологического процесса. Если бы удалось найти способ ведения процесса в массе (без растворителя), это позволило бы сократить затраты на металлическое оборудование на ~80% и потребление электроэнергии на ~ 90%, идущие в основном на процессы и аппараты регенерации и отмывки, дегазации полимера.

Завод мощностью 30000 тонн/год, работающий по растворной технологии, стоит в металле около 100 млн. долларов.

Такой же завод, работающий по технологии «в массе», будет стоить 10 млн. долларов. В десять раз меньше. 100 млн. долларов – это только стоимость строительства завода. Плюс – стоимость лицензии. Плюс – затраты на территорию для завода. Плюс – затраты на сырьё и материалы с поправкой на неизбежные потери в ходе технологического процесса.

Далее, по растворной технологии Вы получаете грязный полимер. В нём (см. выдержку из каталога продукции) – большое количество примесей: вода, металлы переменной валентности – железо, титан, медь; зола – окислы металлов 2-й и 3-й групп Периодической системы элементов, метанол и т.п. Эти примеси снижают физико-механические показатели, как сырых резиновых смесей, так и вулканизатов на их основе (ходимость и прочность шин при эксплуатации).

Если бы удалось найти способ (в мире пока не нашли – мы провели патентный поиск с глубиной 30 лет и по массиву 6000 патентов) производить ПИ по технологии «в массе», это, помимо капитальных затрат, снизило бы себестоимость каучука на ~ 50% (энергетика, снижение потерь сырья и материалов, экология) и резко бы улучшило качество каучука и вулканизатов на его основе. Речь идёт о продукте иного (лучшего) качества (без примесей).

Группе исследователей из «НИИСК» удалось предложить новую концепцию осуществления про-

цесса получения ПИ в массе за счёт проведения его в малообъёмных ячейках (МОЯ), управляемого роботизированным комплексом.

Проведение процесса в МОЯ решает сразу весь спектр проблем, существовавших ранее:

- снятие тепла реакции, невозможность транспортировки высоковязкой смеси по технологической цепочке; ликвидация множества энерго- и металлоёмких стадий, снижение до нуля содержания не каучуковых компонентов в полимере с повышением его качества.

- улучшить форму выпуска каучука - выпускать не брикеты по 30 кг, а гранулы, дающие возможность повысить однородность резиновых смесей, а значит улучшить качество резин на их основе.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ: соглашение о субсидии № 14.585.21.0001, уникальный идентификатор RFMEF158514X0001.*

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТЕКТОРНЫХ РЕЗИН, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАУЧУКОВ РАСТВОРНОЙ И ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ**

**М.А. Журихина<sup>1</sup>, Л.А. Корыстина<sup>1</sup>, А.И. Рахматуллин<sup>1</sup>, С.В. Туренко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup> ООО «НИОСТ», г. Томск, Россия

### **COMPARATIVE EVALUATION OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THE TREAD RUBBER BASED ON SOLUTION AND EMULSION POLYMERIZATION RUBBERS**

**M.A. Zhurikhina<sup>1</sup>, L.A. Korystina<sup>1</sup>, A.I. Rakhmatullin<sup>1</sup>, S.V. Turenko<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup> «Voronezhskintezkauchuk» SC, Voronezh, Russia

<sup>2</sup> «NIOST» LLC, Tomsk, Russia

Среди каучуков общего назначения одно из первых мест по объёму производства занимают бутадиен-стирольные каучуки. Это объясняется относительной доступностью исходного сырья, сравнительно простой технологией производства и высокими качественными показателями получаемых эластомеров. Каучуки получают методом эмульсионной и растворной сополимеризации. В первом случае исходные мономеры берутся в виде водной эмульсии, во втором — в виде растворов в углеводородных растворителях.

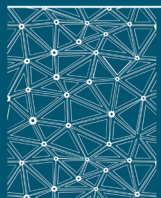
Известно, что бутадиен-стирольные каучуки растворной полимеризации находят широкое применение при производстве протекторных резин высокоскоростных шин в смесях с кремнекислотными наполнителями. Каучуки эмульсионной полимеризации, имея существенные отличия в микроструктуре по сравнению с растворными, используются для производства более дешёвых грузовых шин в рецептурах с техническим углеродом.

Представляло интерес сравнить эксплуатационные свойства протекторных резин, полученных с использованием каучуков растворной и эмульсионной полимеризации в рецептурах протекторных резин.

В качестве объектов исследования были выбраны каучуки ДССК-2560, ДССК-2560М27 и эмульсионные аналоги СКС-30 АРК и СКС-30 АРКМ-27. В качестве пластификатора для получения маслосодержащих марок использовалось масло типа TDAE, в качестве наполнителя использовался высокодисперсный кремнекислотный наполнитель.

В работе представлены данные сравнительной оценки микроструктуры и молекулярно-массовых характеристик исследуемых каучуков, определенных с помощью <sup>1</sup>H-ЯМР и методом ГПХ.

Кроме того, проведена сравнительная оценка образцов каучуков по показателям: стабильность в режиме температурно-сдвигового воздействия, физико-механических показателей вулканизатов



при растяжении, твердости по Шору, эластичности по отскоку и упруго-гистерезисных свойств композиций.

Исследования показали, что эмульсионные каучуки

СКС-30-АРК и СКС-30-АРКМ-27 в отличие от растворных имеют лучшие критерии технологичности. Кроме того, резины на основе эмульсионных каучуков обладают лучшим комплексом физико-механических свойств, и прежде всего износостойкостью.

Установлено, что повышение молекулярной массы как растворных, так и эмульсионных каучуков позволяет улучшить деформационно-прочностные свойства резин, а также снизить гистерезисные потери при 60°C.

Среди изученных каучуков СКС-30АРКМ-27 позволяют улучшать морозостойкость резин, а также снизить на 3-19% потери на качение ( $\text{tg } \delta$  60°C) при повышенных до 50% показателях сцепления со льдом ( $\text{tg } \delta$  -20°C) по сравнению с ДССК. Тем не менее, при этом стоит отметить, что эмульсионные СК уступают каучукам ДССК как по показателю  $\text{tg } \delta$  0°C в частности, так и по общему балансу эксплуатационных свойств.



### **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПРОТЕКТОРНОЙ РЕЗИНЫ «ЗЕЛЕННОЙ» ШИНЫ**

**А.Л. Зотов<sup>1</sup>, В.П. Дорожкин<sup>2</sup>, Е.Г. Мохнаткина<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>ГАО «Нижнекамскшина», г. Нижнекамск, Россия*

*<sup>2</sup>Нижнекамский химико-технологический институт, г. Нижнекамск, Россия*

### **OPTIMIZATION OF TREAD COMPOUND COMPOSITION FOR A «GREEN» TIRE**

**A.L. Zotov<sup>1</sup>, V.P. Dorozhkin<sup>2</sup>, E.G. Mokhnatkina<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>PJSC «Nizhnekamskshina», Nizhnekamsk, Russia*

*<sup>2</sup>Nizhnekamsk institute of chemical technology, Nizhnekamsk, Russia*

Представлены и обсуждаются результаты большого комплекса работ по поиску оптимизированного состава протекторной резины. За базовый вариант взята стандартная рецептура протектора летних шин на основе бутадиен-стирольного маслонеполненного каучука растворной полимеризации. Изучены различными методами зависимости изменения свойств резин от соотношения наполнителей различной природы (технического углерода и диоксида кремния) в составе резины для протектора шин. Проведены подробные исследования технологических и вулканизационных свойств резиновых протекторных смесей, физико-механические и эксплуатационные испытания полученных протекторных резин.

Последовательно рассмотрены данные, полученные в различных деформационных диапазонах. Начиная с области очень маленьких амплитуд деформации 0,7-1,4%, рассмотрены области средних деформаций 2,8-7,0%, заканчивая деформированием на 14-28%. Кроме этого все деформационные диапазоны представлены при изменении температурных диапазонов. Для изучения механизма десорбции макромолекул каучука рассчитаны значения энергии активации процессов для каждого соотношения наполнителей. Переход от процессов разрушения структур типа наполнитель – наполнитель, проявляющихся при малых амплитудах деформации, к процессам десорбции макромолекул (каучук – наполнитель), проявляющихся при средних и особенно больших амплитудах деформации и высоких температурах, представлен на зависимостях  $dG'/d\gamma$  от величины области деформирования.

На основании анализа полученных зависимостей свойств протекторной резины от соотношения наполнителей определен оптимизированный диапазон для последующего более углубленного исследования.



## СВОЙСТВА РЕЗИН НА ОСНОВЕ ЭМУЛЬСИОННЫХ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫХ КАУЧУКОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУНКЦИОналиЗОВАННЫМИ ПОЛИМЕРНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

**М.А. Ибрагимов, З.А. Сайгитбаталова, А.П. Рахматуллина**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

## PROPERTIES OF RUBBERS ON THE BASE OF EMULSION STYRENE-BUTADIENE RUBBER MODIFIED BY FUNCTIONALIZED POLYMERIC FILLERS

**M.A. Ibragimov, Z.A. Saigitbatalova, A.P. Rakhmatullina**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Одним из перспективных способов производства усиленных эластомерных композитов является жидкофазное совмещение латексов каучуков с суспензиями усиливающих функционализированных полимерных наполнителей (ФПН) с последующим выделением, сушкой и брикетированием по традиционной технологии [1]. ФПН могут быть получены различными методами, в том числе миниэмульсионной полимеризацией [2].

ФПН получены миниэмульсионной сополимеризацией стирола, дивинилбензола и олигобутадиендиола ( $M_n = 1200$ ) с применением в качестве стабилизатора – гексадекана, содержание которого варьировалось от 0 до 5%. Модификацию серийного латекса СКС-30 АРКПН синтезированными ФПН проводили методом жидкофазного совмещения. Модифицированные каучуки выделяли по традиционной технологии. Образцы резин изготавливали по следующей рецептуре (мас.ч.): каучук (100,0), оксид цинка (5,0), альтакс (3,0), стеариновая кислота (1,5), сера (2,0), технический углерод К-354 (40,0). У полученных образцов определены физико-механические показатели (таблица).

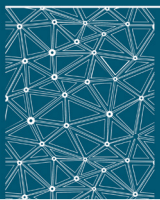
Таблица - Физико-механические свойства резин

Наименование показателя	Контрольная резина	Опытные резины. Содержание гексадекана в ФПН (мас. %)			
		0	1	3	5
Условная прочность при растяжении, МПа	12,4	15,8	18,4	16,5	20,6
Относительное удлинение при разрыве, %	300	330	300	310	320
Сопротивление раздиру, кН/м	17,4	31,6	37,4	43,8	50,0
Твердость по Шору А, усл. ед.	59	63	60	60	62
Эластичность по отскоку, %	28	36	32	38	36

В опытных образцах наблюдается значительный рост условной прочности и сопротивления раздиру по сравнению с контрольной резиной (таблица).

### Литература

1. Гришин Б.С. Развитие интегральных технологий производства усиленных эластомерных композитов // Промышленное производство и применение эластомеров. 2014. № 3. С. 3-11.



2. Blythe P.J., Morrison B.R., Mathauer K.A., Sudol E.D., El-Aasser M.S. Polymerization of Miniemulsions Containing Predissolved Polystyrene and Using Hexadecane as Costabilizer // *Langmuir*. 2000. V.16. P. 898-904.

**ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ГЕРМЕТИКОВ  
НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО БУТИЛКАУЧУКА**

**И.В. Имамутдинов, Р.Ю. Галимзянова, Ю.Н. Хакимуллин**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

**INFLUENCE OF THE FILLERS ON PROPERTIES OF SEALANT BASED  
ON MODIFIED BUTYL RUBBER**

**I.V. Imamutdinov, R.Y. Galimzyanova, Y.N. Khakimullin**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

В настоящее время герметизирующие материалы на основе высокомолекулярных полимеров или олигомеров нашли применение во многих сферах человеческой жизнедеятельности. Среди большого разнообразия герметизирующих материалов выделяются неотверждаемые (еще их называют невысыхающие) герметики на основе высокомолекулярных каучуков-эластомеров, прямое назначение которых - герметизация разъёмных соединений.

Возможности неотверждаемых составов ограничиваются когезионной прочностью используемого каучука и композиций на его основе. Такие герметики обладают высокой адгезией к субстрату, но эксплуатационные возможности их композиций напрямую связаны с когезионной прочностью. Известны двухкомпонентные герметики на основе бутилкаучука, отверждаемые на холоду, которые по физико-механическим свойствам превосходят неотверждаемые герметизирующие материалы и находятся на уровне отверждаемых герметиков на основе реакционноспособных олигомеров. Наибольшее распространение отверждаемые герметизирующие материалы как на основе реакционноспособных олигомеров, так и эластомеров нашли для уплотнения стыков ограждающих конструкций, в том числе оконных рам, швов между оконными и дверными блоками в стеновых железобетонных панелях, кирпичных зданиях. С учетом этого разрабатывались однокомпонентные отверждаемые герметики на основе модифицированного бутилкаучука, способные отверждаться при обычных температурах, и исследовалось влияние различных наполнителей на физико-механические свойства композиций.

Физико-механические свойства эластомерных систем зависят от природы, размера, формы и содержания дисперсных частиц наполнителя. В связи с этим изучалось влияние содержания и природы активных наполнителей – технического углерода марок П-803 и П-324 и инертных наполнителей – каолин, двуокись титана, гидрофобный мел марки М-2 производства «Промышленные наполнители» и мел *Отусагаб 2Х*. Выяснилось, что содержание и природа наполнителей оказывают лишь положительное влияние на процессы отверждения композиций и способствуют улучшению физико-механических свойств. Для каждого вида наполнителя определено оптимальное содержание. Установлено, что композиции, наполненные техническим углеродом марки П-324, обладают более высокими физико-механическими свойствами.



**РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ  
НЕОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ВТОРИЧНОГО  
ПОЛИЭТИЛЕНА****Р.А. Ихсанов, В.В. Янов, А.Ф. Галиуллин***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный технологический исследовательский университет», Технопарк КНИТУ Казань, Россия***DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF PRODUCTION TECHNOLOGY  
WITH THE ADDITION OF IRRESPONSIBLE PURPOSE OF SECONDARY  
POLYETHYLENE****R.A. Ichsanov, V.V. Janov, A.F. Galliullin***Kazan National Research Technological University, KNRTU of Technopark, Kazan, Russia*

Полимерная промышленность развивается достаточно высокими темпами. Одним из сопутствующих эффектов бурного роста промышленности пластмасс является одновременное увеличение количества пластмассовых отходов. Отходы полимеров являются серьезным источником загрязнения окружающей среды, Большинство стран ведут работы по созданию эффективных процессов их утилизации и обезвреживания.

Помимо экологических аспектов, проблема утилизации отходов имеет и экономическую сторону. Отходы, как промышленные, так и бытовые, являются источником вторичного сырья, их переработка может дать существенную экономию природных ресурсов.

Цель работы: оценить возможность применения вторичных полимеров для получения полимерных композиций (ПК), используемых для изготовления изделий неответственного назначения, имеющих более низкую стоимость по сравнению с изделиями, изготовленными из первичного сырья.

Для исследований был выбран ряд как первичных, так и вторичных марок ПЭНД марки 276-73, ПЭВД 15803-020, ПЭНТ11-9.

В качестве компонента ПК используется агломерат вторичных материалов: из пленки, изготовленной из полимера ПЭВД 15803-020 и из канистр, бочек и других изделий хозяйственного назначения из ПЭНД марки 276-73.

Полимерные композиции для исследований получены методом смешения в расплаве при температуре 230оС на роторном смесителе «Брабендер». Смешение проводилось в течение 10 мин при скорости вращения 30 оборотов в минуту.

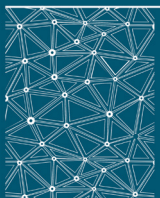
Для создания полимерной композиции с использованием вторичного полиэтилена оценивался ПТР, предел прочности при растяжении и термостабильность при 200 оС при различном соотношении первичного и вторичного полиэтилена.

Материал разрабатывался для получения изделий неответственного назначения (трубы для прокладки кабелей, дренажных систем и т.п.), поэтому по основным свойствам данная композиция должна быть близка к параметрам трубного ПЭ марки ПЭНТ11-9.

По основному комплексу показателей, а также по экономической эффективности была выбрана ПК, содержащая первичный ПЭНТ11-9 - 30 % масс., вторичного 276-73 - 40 %масс. и вторичного 15803-020 - 30% масс, ПТР которой составляет 0,5-0,6 г/10 минут.

Основные характеристики полученной ПК несколько ниже показателей первичного ПЭНТ11-9. Однако, учитывая предполагаемую область применения данной композиции (для изготовления изделий неответственного назначения) определяющей характеристикой наряду с основным комплексом показателей является стоимость сырья.

Был проведен экономический расчет целесообразности использования вторичного сырья из полиэтилена для изготовления изделий неответственного назначения, технология которой была апробирована ООО «Инновационные технологии» г. Казань, показав свою эффективность.



Таким образом, ПК на основе вторичного полиэтилена по основным эксплуатационным и технологическим свойствам позволяет использовать их для изделий неотчетственного назначения, существенно снизив экологическую нагрузку на окружающую среду.

## ВЛИЯНИЕ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА САЖЕНАПОЛНЕННОЙ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Д.М. Кадиров<sup>1</sup>, Е.С. Нефедьев<sup>1</sup>, М.К. Кадиров<sup>2</sup>, Р. С. Яруллин<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань

<sup>2</sup> ФГБУН Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань

<sup>3</sup> ОАО "Татнефтехиминвест-холдинг", г. Казань, РФ

## INFLUENCE OF SWCNTs ON ELECTRICAL AND PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF CARBON BLACK FILLED POLYMER COMPOSITIONS

D.M. Kadirov<sup>1</sup>, E.S. Nefedjev<sup>1</sup>, M.K. Kadirov<sup>2</sup>, R.S. Yarullin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kazan State Technological University, Kazan, RF

<sup>2</sup> AE Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry of Kazan Scientific Center of RAS, Kazan, RF

<sup>3</sup> Tatneftekhiminvest-Holding, Kazan, RF

Для выяснения влияния добавления одностенных углеродных нанотрубок (ОУНТ) TUBALL (фирмы OCSiAL) в состав саморегулирующегося греющего кабеля, в первую очередь, был разработан метод диспергирования ОУНТ для введения в разрабатываемый композиционный материал и их дальнейшего эффективного распределения в результирующем композите.

Результаты исследований показали рост электропроводности композита на 8 порядков (100 млн раз) при добавлении УНТ до 1.3 % по массе (рис. 1).

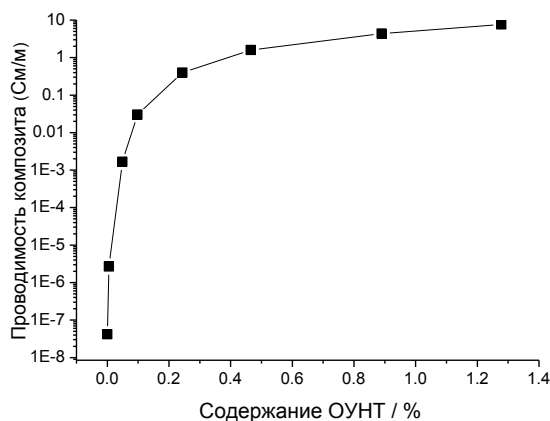


Рис. 1 - Концентрационная зависимость удельной проводимости композита на основе жидкого тиксола с добавлением ОУНТ

Наблюдается экстремальная зависимость роста относительного удлинения композита в 1.4 раза при 0.1 % нанотрубок в составе композита. Однако, вместе с ростом электропроводности, начиная с 0.05 % нанотрубок в составе композита, теряется свойство саморегулируемости композиционного материала. Отрицательный коэффициент проводимости по температуре с ростом содержания нанотрубок в составе композита превращается в положительный, и электропроводность материала приобретает металлический характер.

Итак, предварительные итоги исследований свойств композиционных материалов с добавлением одностенных углеродных нанотрубок TUBALL показывают, что результирующий материал приобретает ярко выраженные проводящие свойства, при этом теряя свойства саморегулируемости.

### **БИНАРНЫЕ СМЕСИ ЭТИЛЕН- $\alpha$ -ОЛЕФИНОВЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРОВ УДАРОПРОЧНОСТИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ РЕАКЦИОННОЙ ЭКСТРУЗИИ**

**Ю.М. Казаков<sup>1</sup>, А.М. Волков<sup>1</sup>, И.Г. Рыжикова<sup>1</sup>, Н.А. Бауман<sup>1</sup>, С.И. Вольфсон<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «НИОСТ» г. Томск, РФ;

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, РФ

### **BINARY BLENDS OF ETHYLENE- $\alpha$ -OLEFIN ELASTOMERS AS IMPACT MODIFIERS OF POLYPROPYLENE COMPOSITIONS OBTAINED BY REACTIVE EXTRUSION PROCESS**

**Yu.M. Kazakov<sup>1</sup>, A.M. Volkov<sup>1</sup>, I.G. Ryzhikova<sup>1</sup>, N.A. Bauman<sup>1</sup>, S.I.Volfson<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>NIOST LLC, Tomsk, Russia;

<sup>2</sup>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

Авторами данной работы ранее было показано существенное влияние молекулярно-массовых характеристик СКЭПТ на свойства его смесей с полипропиленом, полученных методом реакционной экструзии в присутствии пероксидных модифицирующих систем [1]. В настоящей работе представлены возможности дальнейшего повышения эффективности применения эластомеров в пероксидно-модифицированных композициях полипропилена при использовании бинарных бимодальных смесей эластомеров.

В работе в качестве базового полипропилена использовался PPH030GP производства ООО «Томскнефтехим». Эластомерный компонент композиций – смеси эластомеров с различным уровнем вязкости по Муни: Royalen 563 (R563, Муни 83 у.е.) с Vistalon 2504 (V2504, Муни 25 у.е.), или Royalen 563 с этилен-октеновым сополимером марки Engage 8842 (E8842, Муни 26 у.е.). Суммарное содержание эластомеров составляло 24 % мас. Рецепт модификации: 0,1% Luperox F40 + 0,8%ТМПТА.

Реакционное компаундирование осуществлялось в двухшнековом экструдере LTE20/44 при температуре 230 °С. Определение физико-механических характеристик композиций проводилось на стандартных образцах, изготовленных литьем под давлением в соответствии со стандартами ASTM.

На рис.1 приведены результаты определения ударной вязкости по Изоду с надрезом для ряда композиций с различным составом эластомерной фазы.

Полученные результаты демонстрируют выраженный синергетический эффект при использовании бимодальных смесей эластомеров в составе ударопрочных композиций полипропилена, получаемых реакционным компаундированием. Необходимо отметить, что аналогичный характер изменения наблюдается также для предела прочности и относительного удлинения при разрыве, тогда как изменения показателя текучести расплава, модулей упругости и деформационной теплостойкости

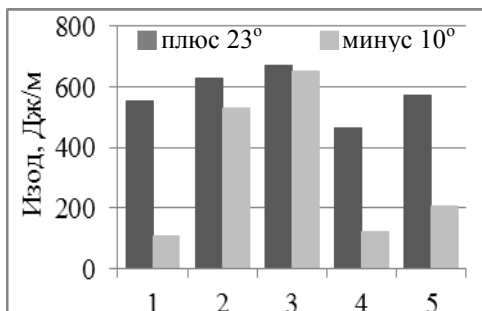
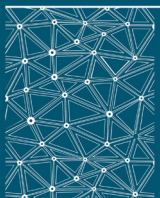


Рис. 1 – Ударная вязкость по Изоду с надрезом при разных температурах для композиций, эластифицированных: 1 – 24%R563, 2 – 24%V2504, 3 – 12%R563+12%V2504, 4 – 24%E8842, 5 – 12%R563+21%E8842.

композиций близки к аддитивным зависимостям. Выявленные особенности применения смесей эластомеров в составе ударопрочных композиций полипропилена расширяют возможности улучшения баланса ударопрочностных и деформационных характеристик композиций.

#### Литература

1. Рыжикова И.Г. и др. Влияние концентрации и вязкости по Муни СКЭПТ на ударно-прочностные свойства и текучесть расплава его композиций с полипропиленом при реакционной модификации пероксидом и системой пероксид/ТМПТА. //Пластические массы. 2015. № 7-8. С. 8-11.



### ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА СВОЙСТВА УДАРОПРОЧНЫХ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ЭЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ БИМОДАЛЬНЫМИ СМЕСЯМИ СКЭПТ В ПРОЦЕССЕ РЕАКЦИОННОЙ ЭКСТРУЗИИ Ю.М. Казаков<sup>1</sup>, А.М. Волков<sup>1</sup>, И.Г. Рыжикова<sup>1</sup>, Н.А. Бауман<sup>1</sup>, С.И. Вольфсон<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «НИОСТ» г. Томск, РФ;

<sup>2</sup> Казанский государственный технологический университет, г. Казань, РФ

### THE INFLUENCE OF MODIFICATION SYSTEM FORMULATION ON THE PROPERTIES OF IMPACT RESISTANT POLYPROPYLENE COMPOSITIONS, PLASTICISED BY BIMODAL MIXTURES OF EPDM DURING REACTIVE EXTRUSION PROCESS Yu.M. Kazakov<sup>1</sup>, A.M. Volkov<sup>1</sup>, I.G. Ryzhikova<sup>1</sup>, N.A. Bauman<sup>1</sup>, S.I.Volfson<sup>2</sup>

<sup>1</sup> NIOST LLC, Tomsk, Russia;

<sup>2</sup> Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

Несмотря на значительные успехи метода реакционной экструзии на пути улучшения композиционной однородности и ряда свойств ударопрочных систем ПП/эластомер [1, 2], остаются нерешенными вопросы универсализации этого подхода. Целью проведенных нами экспериментов явилось изучение влияния состава модифицирующей системы: пероксид – соагент на комплекс ударо- и деформационно-прочностных свойств композиций ПП, эластифицированных бинарной синергетической системой каучуков СКЭПТ с контрастными значениями вязкости по Муни.

В работе использовалась марка гомополимера пропилену РРН030GP производства ООО «Томскнефтехим»; каучуки СКЭПТ: Royalene 563 производства фирмы Lion Copolymer с вязкостью по Муни 83 и Vistalon 2504N производства компании Exxon Mobil Chem. с вязкостью по Муни 25.

В качестве пероксидного инициатора использовали Luperox F40 компании Arkema. В качестве соагентов пероксидной модификации использовали триметилпропантриакрилат (ТМПТА) и 2-этилгексилметакрилат (2-ЭГМАК).

Смешение ингредиентов композиций проводили на двухшнековом экструдере LTE-20/40 при максимальной температуре по зонам цилиндра 230 °С. Физико-механические, ударно-прочностные и тепло-физические характеристики композиций определяли на образцах, изготовленных методом литья под давлением по соответствующим стандартам ASTM:

В результате экспериментов выявлено следующее:

1) Изменением концентрации и соотношения ингредиентов модифицирующей системы пероксид/ТМПТА можно добиться увеличения вязкости расплава композиций ПП до значений ПТР230/2.16 = 25 г/10 мин без существенного ухудшения их ударо- и деформационно-прочностных показателей.

2) Отсутствие соагента в составе модифицирующей системы приводит к существенному понижению показателей ударной вязкости в интервале температур испытаний от комнатной до – 30°С, а также сказывается на снижении деформационно-прочностных характеристик и теплостойкости композиций.

3) Замена трифункционального соагента ТМПТА на монофункциональный 2-ЭГМАК приводит к снижению ударопрочности композиций

Таким образом, состав и природа модифицирующей системы пероксид/соагент оказывает существенное влияние на комплекс ударо-, деформационно-прочностных показателей и теплостойкости полипропиленовых композиций, эластифицированных бимодальными смесями СКЭПТ.

Литература

1. T. Pham, M. Gahleitner *Interfacial strengthening of high-impact polypropylene compounds by reactive modification//Composite Interfaces. 2005. Vol.12. No 8-9. p.707-715.*

2. Бауман, Н.А. *Получение высокоударопрочных композиций на основе полипропилена и этиленпропиленового каучука. Дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06 / Н.А. Бауман. – Казань: КГТУ, 2010. – 154 с.*

## **КОНТРОЛЬ ДЕСТРУКЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ ЭКСТРУЗИОННЫХ МАРКОВ ПОЛИЭТИЛЕНОВ**

**В.И. Кимельблат, И.В. Волков**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Россия*

## **CONTROL OF THE DEGRADATION AND STABILIZATION OF POLYETHYLENE FOR EXTRUSION**

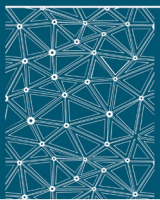
**V.I. Kimelblat, I.V. Volkov**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation*

В процессах компаундирования и переработки полиэтиленов (ПЭ) происходит их деградация, инициированная физическими и химическими факторами. В результате этих процессов происходят как полезные, так и нежелательные изменения химической структуры полимера, его макромолекулярной структуры, и, соответственно, свойств материалов, а также технических характеристик изделий.

Общепринятым средством контроля термостойкости является метод определения индукционного периода окисления по кривым ДСК. Но эта стандартизированная методика не характеризует накопление дефектов макромолекулярной структуры. Для оценки результатов процессинговой деградации ПЭ авторы используют комплекс реологических методик контроля [1].

В промышленной практике неизбежное влияние окислительных процессов на структуру полимеров ограничивают, применяя первичные и вторичные антиоксиданты (фенольные и фосфитные), а также их синергические смеси. В то же время обычные процессинговые стабилизаторы оказываются не оптимальными при получении сшиваемых и сшитых ПЭ (РЕХ).



К недостаткам традиционных композиций ПЭ можно отнести отсутствие акцепторов алкильных радикалов, образующих сшитые структуры. Следующий серьезный недостаток традиционных систем: отсутствие стабилизаторов эксплуатационного назначения. Обычные процессинговые стабилизаторы десорбируются из стенок ПЭ труб, вымываются водой и перестают защищать ПЭ от окисления. В результате наблюдается ускорение окисления, коррозия и преждевременное разрушение ПЭ изделий [2].

В настоящее время, в глобальной и Российской практике возникла проблема прогнозирования остаточного срока службы ПЭ изделий, поэтому контроль эксплуатационной стабильности приобретает высокую степень актуальности.

Эффективность применения стабилизирующих систем для экструзионных марок полиэтиленов, различна. Поэтому необходимо целенаправленно создавать специальные стабилизирующие системы, адекватные, как структуре базовых марок, так и условиям применения полимерных изделий. Такой подход позволит повышать конкурентоспособность экструзионных марок ПЭ на Российском рынке и за рубежом.

#### Литература

1. Кимельблат, В.И. *Релаксационные характеристики расплавов полимеров и их связь со свойствами композиций*. Монография / В.И. Кимельблат, И.В. Волков. Казань. 2006. – 188 с.

2. X. Colin *Aging of Polyethylene Pipes Transporting Drinking Water Disinfected by Chlorine Dioxide*// *I. Chemical Aspects, Polym. Eng. & Sci.* – 2009. – № 49. – P. 1429 – 1437.



### УСТАНОВКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СУСПЕНЗИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА

**А.М. Кирюхин, Д.Н. Мунасыпов, А.С. Алябьев**

*ООО «НТЦ Салаватнефтеоргсинтез», г.Салават, Россия*

### THE UNIT FOR PREPARATION CATALYST FOR ETHYLENE POLYMERIZATION IN SLURRY PROCESS

**A.M. Kiryukhin, D.N. Munasyrov, A.S. Alyabyev**

*JSC «STC Salavatnefteorgsintez», Salavat, Russian Federation*

Процесс получения полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) в ОАО «Газпром нефтехим Салават» осуществляется по суспензионной технологии «Hostalen» (лицензиар – фирма LyondellBasell) с 2010 года. Проектная мощность установки 120 тыс.т/год. В настоящее время при производстве полимера используются исключительно импортные титан-магниево-циглеровские катализаторы.

С 2012 года в НТЦ совместно с Институтом катализа им. Г.К. Борескова СО РАН ведутся исследования по выбору отечественной каталитической системы для выпуска современных марок ПЭВП (литьевых, пленочных, экструзионно-выдувных и трубных). Проведенные лабораторные испытания показали преимущество нанесенного титан-магниевого катализатора ТМК-С по сравнению с коммерческими аналогами ведущих западных и китайских фирм по таким показателям, как активность, сополимеризующая способность, морфология частиц полимера, насыпная плотность порошка полиэтилена.

В течение 2014-2015 года на опытно-испытательном производстве ООО «НТЦ Салаватнефтеоргсинтез» велись работы по монтажу установки для приготовления опытно-промышленных партий титан-магниевого катализатора ТМК-С.

В настоящее время идет подготовка к пробегу по наработке 200 кг каталитической системы. Проводится закупка и испытание качества компонентов для приготовления каталитического комплекса.



**СОТОВЫЕ ПАНЕЛИ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА,  
АРМИРОВАННОГО СТЕКЛОРОВИНГОМ И МОДИФИЦИРОВАННОГО ФУЛЛЕРЕНАМИ  
И НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА КРЕМНИЯ\***

**Е.А. Кияненко, Л.А. Зенитова, М.Г. Кузьмин**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия*

**HONEYCOMB PANELS BASED ON POLYMERIC COMPOSITE MATERIAL REINFORCED  
WITH GLASS FIBER ROVINGS AND MODIFIED FULLERENES  
AND NANOPARTICLES OF SILICON OXIDE**

**E.A. Kiyanenko, L.A. Zenitova, M.G. Kuzmin**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Сотовые панели – это анизотропные материалы: их свойства зависят от вида, структуры и состава материала. Обладают высокими прочностными характеристиками и теплоизолирующими свойствами.

В данной работе рассматриваются сотовые панели из полимерных композиционных материалов (ПКМ):

- сотовая панель из ПКМ на основе эпоксидного связующего, модифицированного наноразмерными частицами оксида кремния и фуллеренами и армированного плазмообработанным стеклоровингом (СП- 1.1). Предназначены для производства сэндвич-панелей, применяемых в авиастроении, космической отрасли и общем машиностроении для изготовления конструктивных элементов с повышенной несущей способностью;

- сотовая панель из ПКМ на основе полиэфирного связующего модифицированного наноразмерными частицами оксида кремния и фуллеренами и армированного плазмообработанным стеклоровингом (СП- 1.2). Предназначены для производства сэндвич-панелей широкого спектра применения в судостроении, автомобилестроении, авиастроении, железнодорожной и химической промышленности для изготовления элементов конструкций со средней несущей способностью;

- сотовая панель из ПКМ на основе полиуретанового связующего модифицированного наноразмерными частицами оксида кремния и фуллеренами и армированного плазмообработанным стеклоровингом (СП- 1.3). Предназначены для производства сэндвич-панелей, применяемых в строительстве, транспорте для изготовления изделий с повышенными требованиями к тепло- и звукоизоляции.

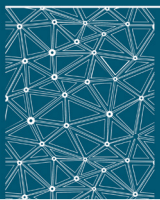
В данной работе применяется плазмохимическая обработка высокочастотным емкостным разрядом пониженного давления, улучшающая смачивающую способность стеклоровинга. При этом, на поверхности материала прививаются различные химические группы, способствующие увеличению адгезии полимер-наполнитель [1]. Это, в свою очередь, способствует повышению сцепления наполнителя с полимером, увеличивая тем самым прочностные свойства ПКМ [2].

Введение в состав ПКМ наноразмерных частиц, фуллеренов и оксида кремния до 2 % масс. позволяет в 2-3 раза увеличить его прочностные характеристики, как по сравнению с исходным полимером, так и в сравнении с полимерным композитом, содержащим 20-30 % масс. микроразмерного наполнителя [2].

Работа проводится при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (Минобрнауки России) по договору № 02.G25.31.0128 от 01 октября 2014, согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 09 апреля 2010 № 218.

*Литература*

1. Абдуллин, И.Ш. *Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения* /И.Ш. Абдуллин, В.С. Желтухин, Н.Ф. Кашапов. – Казань: Изд-во



Казанск. ун-та. – Казань, 2000. – 348 с.

2. Гороховский, А.В. Композитные наноматериалы, СГТУ, 2008 – 73с.

## **РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК ЭМУЛЬСИОННОГО ТИПА**

**С.С. Кожабеков, Г.К. Кусаинова, В.М. Таукенова**

*АО "Казахстанско-Британский технический университет"*

*050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 59*

*e-mail: s.kozhabekov@kbtu.kz*

## **THE DEVELOPMENT OF POLYMERIC POUR POINT DEPRESSANTS OF EMULSION TYPE**

**S.S. Kozhabekov, G.K. Kusainova, V.M. Taukenova**

*JSC "Kazakh-British Technical University"*

*59 Tole Bi Street, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan*

*e-mail: s.kozhabekov@kbtu.kz*

Работа представляет инновационную разработку, которая устраняет необходимость сильного разбавления полимерных реагентов для улучшения низкотемпературных характеристик депрессорных присадок и ингибиторов парафиновых отложений.

Для понижения температуры застывания полимерных депрессорных присадок, в работе применялся метод диспергирования для получения присадки, которая легко закачивается в забой скважины и обладает текучестью при низкой температуре вплоть до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Разработана полимерная депрессорная присадка, которая не теряет подвижности при низких температурах, применение которой значительно улучшает реологические параметры парафинистой нефти.

Добыча, подготовка и транспортировка парафинистой нефти представляет собой серьезную проблему для нефтедобывающих компаний. Транспортировка нефти от месторождения на нефтеперерабатывающий завод может включать подводные шланги, трубопроводы, цистерны, танкера. При этом нефтедобывающие компании используют несколько методов обеспечения текучести нефти при пониженных температурах. Эти методы включают подогрев, разбавление легкими растворителями и наиболее предпочтительный способ это добавление депрессорных присадок и ингибиторов отложения парафинов.

Депрессорные присадки (ДП) являются полимерами с длинной углеводородной цепью, которые взаимодействуют с парафинами в нефти и, таким образом, ингибируют процесс образования пространственно сшитых кристаллов парафина. ДП задерживают образование и рост кристаллов парафина, изменяя теплоту кристаллизации парафина, и затем снижают температуру застывания нефти, воздействуя на размер и форму кристаллов парафина.

Примером химических реагентов используемых в качестве депрессорных присадок являются сополимеры этилена и винилацетата (СЭВ), сополимеры винилацетата и олефинов, сополимеры алкиловых эфиров стирола и малеинового ангидрида, сополимеры алкиловых эфиров ненасыщенных карбоновых кислот, полиалкилакрилатов, полиалкилметакрилатов и альфа-олефинов [1-2].

К сожалению, в неразбавленном виде депрессорные присадки и ингибиторы парафиновых отложений являются гелеобразными материалами, которые при положительных температурах застывают и теряют текучесть. Для того чтобы закачать депрессорные присадки в забой скважины они как правило должны быть существенно разбавлены растворителем. Растворитель добавляется к депрессорной присадке, с целью улучшения её эксплуатационных свойств особенно в зимних условиях.

В данной работе для снижения температуры застывания депрессорных присадок применялся ме-



тод диспергирования присадок в водно-органической среде для получения продуктов, которые легко закачиваются и обладают текучестью при низкой температуре вплоть до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Пробное диспергирование, проведено на образцах модифицированных депрессорных присадок на основе сополимера этилена и винилацетата с содержанием винилацетата 25-40% [4,5]. Исходный сополимер в растворителе (содержание активной компоненты 25%) при температуре  $25^{\circ}\text{C}$  теряет подвижность. Для получения диспергированной формы присадки в качестве дисперсионной среды использовали водно-спиртовую (изопропиловый спирт, бутанол, этилен гликоль) смесь. В качестве эмульгаторов были использованы поверхностно-активные вещества на основе производных жирных ненасыщенных кислот.

Диспергирование модифицированной полимерной депрессорной присадки ЭВА в органическом растворителе проводили с применением ультразвука и ПАВ. Процесс диспергирования состоит из собственно диспергирования макромолекул, т.е. образования капелек дисперсной фазы в дисперсионной среде и их стабилизации в результате адсорбции на поверхности эмульгатора. При этом формируется прямая эмульсия типа масло в воде. На создание агрегативно-устойчивой эмульсии сильно влияет природа и содержание в системе эмульгатора. Эффективность эмульгатора характеризуется специальным числом - гидрофильно-липофильным балансом (ГЛБ). Применяемый эмульгатор представляет поверхностно активное вещество неионогенного типа с числом ГЛБ 6-8.

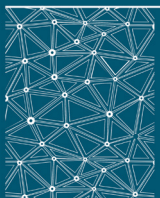
Диспергированная присадка представляет собой подвижный раствор молочного цвета. Стабильность эмульсии протестирована многократным нагревом и охлаждением; при этом нами не наблюдалось расслоения эмульсии. Температура потери подвижности эмульсии наблюдалась при  $-28^{\circ}\text{C}$ , в то время как для исходной присадки в растворе температура потери подвижности составляла  $+25^{\circ}\text{C}$ .

Диспергированная депрессорная присадка эмульсионного типа испытана на высокозастывающей нефтесмеси Кумкольских месторождений транспортируемой по магистральному нефтепроводу. При этом показано, что полимерная присадка эмульсионного типа эффективно понижает температуру потери текучести нефтесмеси до  $-3^{\circ}\text{C}$ , по сравнению с термообработанной нефтью без добавки ДП с температурой потери текучести равной  $+12^{\circ}\text{C}$ .

Преимуществом эмульсионных присадок является то, что их применение позволяет сохранить подвижность субстанции при низких температурах без дополнительного применения растворителей при доставке их и дозировании в нефтяные скважины, а также при подготовке парафинистой нефти к транспортировке в холодные периоды года.

#### Литература

1. Kelland M.A. *Production Chemicals for the Oil and Gas Industry*. CRC Press, 2009.-437
2. Ararimeh Aiyejina , Dhurjati Prasad Chakrabarti,, Angelus Pilgrima, M.K.S. Sastry *Wax formation in oil pipelines- A critical review // International Journal of Multiphase Flow* 37 2011.-P.671-694.
3. Мамытбеков Г.К., Кожабеков С.С. *Перспективные способы синтеза новых депрессорных присадок для аномальных нефтей //Химический журнал Казахстана* 2008.- №3.- С.94-108.
4. Мамытбеков Г.К., Кожабеков С.С. *Оптимизация способов получения новых депрессорных присадок методом полимераналогичных превращений //Химический журнал Казахстана*, 2009. -№4.- С.172-182.



**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ СИЛИКАГЕЛЯ, ЦЕОЛИТА И АЛЮМОГЕЛЯ  
КАК ОСНОВНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**И.В. Кожевникова<sup>1</sup>, Т.Р. Сафиуллина<sup>1</sup>, Л.А. Зенитова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО КНИТУ,  
г. Нижнекамск, РФ*

<sup>2</sup> *Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, РФ*

**INDUSTRIAL WASTE SILICA, ZEOLITE AND ALUMINA GEL AS THE MAIN COMPONENTS  
POLYURETHANE COMPOSITES**

**I.V. Kozhevnikova<sup>1</sup>, T.R. Safullina<sup>1</sup>, L.A. Zenitova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Nizhnekamsk Chemical-Technological Institute, Nizhnekamsk, RF*

<sup>2</sup> *Kazan State Technological University, Kazan, RF*

Нет необходимости говорить о важности полимерных композиций на основе полиуретанов. Благодаря своим уникальным показателям полиуретаны используются во многих отраслях промышленности. В то же время из-за высокой стоимости их применение ограничено. В этой связи актуальным и целесообразным является удешевление полимерных композиций на основе полиуретанов за счет их наполнения. Поскольку автор использует в качестве наполнителей твердые промышленные отходы, то попутно решается вопрос экологии. Данная работа посвящена весьма актуальной проблеме - разработке полимерных композиций на основе полиуретанов с использованием в качестве наполнителей, а в ряде случаев и модификаторов, промышленных отходов, таких как силикагель, цеолит и оксид алюминия.

В качестве объектов наполнения использовались литьевые полиуретаны (ПУ) типа СКУ-ОМ и СКУ-ПФЛ холодного и горячего отверждения.

Возможность использования исследуемых оксидов в качестве наполнителей полиуретанов конструкционного назначения доказана результатами анализа их качественного, количественного и дисперсионного состава.

Авторами показано, что силикагель, оксид алюминия и цеолит проявляют высокую адсорбционную способность к составляющим полиуретановой композиции, что оказывает положительное влияние на процесс формирования пространственной сетки полимера и комплекс физико-механических показателей получаемых наполненных материалов. В работе широко исследовано поведение синтезированных ПУ типа СКУ-ОМ и СКУ-ПФЛ в области повышенных температур с использованием термогравиметрического и термомеханического анализов. Кроме того, с помощью совмещенного метода термогравиметрического и хроматографического анализов впервые проведена оценка продуктов деструкции ненаполненных полиуретанов и полиуретанов, содержащих силикагель, в температурном интервале 270-370 °С, которая показала, что распад происходит по нескольким направлениям одновременно. В продуктах распада обнаружены вещества, выделившиеся в основном в результате деградации олигоэфирной составляющей ПУ.

Также авторами показано значительное повышение бензомаслостойкости ПУ типа СКУ-ПФЛ, наполненных силикагелем (на 60 %), по сравнению с ненаполненным аналогом, что позволило внедрить полиуретановые изделия с использованием отходов силикагеля на ООО «Доркомтехника» в качестве защиты клапанов дозировочных насосов машин городского коммунального хозяйства.



**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА  
АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**О.А. Комолова**

*ООО «Изоляционные полимерные материалы»,  
Санкт-Петербург, Россия.*

**INNOVATIVE TECHNOLOGY OF INDUSTRY  
ANTI-CORROSION POLIMERIC MATERIALS**

**O.A. Komolova**

*Ltd Insulating polymeric materials,  
Saint Petersburg, Russia*

Стратегическая политика компании направлена на развитие рынка антикоррозионных полимерных материалов в России и за рубежом, отвечающих мировому уровню, путем наращивания интеллектуального и производственного потенциала компании, за счет диверсификации, технических и технологических инновационных процессов.

Краеугольным камнем технического развития компании является разработка и освоение современных методов модификации полимеров, позволяющих получать свойства материалов, достичь которые традиционными методами не представляется возможным.

Применение метода радиационного модифицирования полиэтилена позволяет получать термоусаживающиеся радиационно-сшитые материалы для антикоррозионной защиты трубопроводов. Это термоусаживающиеся манжеты для изоляции стыков газо- и нефтепроводов и термоусаживающиеся полиэтиленовые рулонные материалы. Использование различных технологий модифицирования полимеров, в том числе радиационной, позволило разработать широкий класс адгезионных композиций для производства манжетных материалов, а также для базовой изоляции трубопроводов.

Ориентируясь на программу импортозамещения Газпрома, впервые в России в 2006 году была разработана адгезионная композиция марки АТИ-06 для трехслойной полиэтиленовой наружной изоляции газо- и нефтепроводов. Адгезив соответствует требованиям СТО Газпрома и внесен в реестр Газпрома.

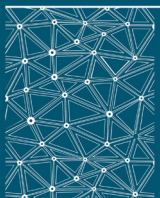
Для базовой двухслойной наружной изоляции газо- и нефтепроводов нашел широкое применение универсальный модифицированный адгезив марки АТИ-06-2С.

Для создания системы трехслойной антикоррозионной базовой изоляции газо- и нефтепроводов освоена технология производства бимодальных полиэтиленовых композиций. Бимодальная композиция полиэтилена высокой плотности марки ПТИ-061С в системе с адгезивом АТИ-06 соответствует требованиям СТО Газпрома, прошла успешные испытания во ВНИИГАЗ. Производство нашей продукции осуществляется на современных компьютеризированных комплексах импортного оборудования. Эксклюзивная технология обеспечивает высокое качество и гарантированную стабильность свойств нашей продукции.

Большая востребованность адгезивов ООО «ИПМ» позволила значительно нарастить объемы производства до 4000 тонн в год. В связи с этим компания переориентирована на производство адгезионных материалов и готова к сотрудничеству с производителями бимодальных композиций высокой плотности с целью создания совместной трехслойной системы для базовой антикоррозионной изоляции труб.

Литература

1. Комолова О.А. АТИ-06 - первая отечественная клеевая композиция для заводской трехслойной изоляции трубопроводов. Преимущества и перспективы развития. М.: Коррозия Территории Нефтегаз. №1. 2009. С. 42-44.

**ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ИЗОПРЕНА НА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ТЕТРАХЛОРИД  
ТИТАНА – ТРЕТ-БУТИЛХЛОРИД****Н.А. Коровина, В.А. Розенцвет, В.Г. Козлов, О.А. Стоцкая***Институт экологии Волжского бассейна РАН, г.Тольятти, Россия***POLYMERIZATION OF ISOPRENE WITH TITANIUM  
TETRACHLORIDE – TERT-BUTYL CHLORIDE CATALYTIC SYSTEM****N.A. Korovina, V.A. Rozentsvet, V.G. Kozlov, O.A. Stotskaya***Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti, Russia*

Независимо от температуры и соотношения компонентов в каталитической системе процесс катионной полимеризации изопрена под действием каталитической системы  $\text{TiCl}_4$ – $t\text{-BuCl}$  имеет стационарный характер и характеризуется первым порядком по мономеру. Это позволяет достигать практически полной конверсии изопрена за технологически приемлемое время. При увеличении температуры процесса скорость полимеризации изопрена равномерно уменьшается. С ростом степени превращения мономера значения средних молекулярных масс и полидисперсности полиизопрена возрастают, что связано с формированием в составе полимера высокомолекулярной разветвленной фракции. При повышении температуры реакции и соотношения  $t\text{-BuCl}$  к  $\text{TiCl}_4$  в системе значения средних молекулярных масс ( $M_n$  и  $M_w$ ) и полидисперсности полимера уменьшаются, что позволяет эффективно регулировать уровень молекулярных характеристик полиизопрена. Анализ углеродных ЯМР спектров синтезированного полиизопрена свидетельствует о том, что ненасыщенная часть полимерной цепи состоит из 93-95 мол% 1,4-*транс*-звеньев с различным типом присоединения, 1,5-3,5 мол% 1,2-звеньев и 3,0-3,5 мол% 3,4-звеньев и практически не изменяется с ростом конверсии мономера и температуры процесса. Установлено, что макромолекулы полиизопрена, синтезированные на изучаемой каталитической системе, содержат начальные трет-бутильные звенья, образующиеся в результате реакции инициирования полимеризации трет-бутильным катионом, а также два типа концевых хлорсодержащих звеньев, формирующихся в результате передачи растущей цепи на трет-бутилхлорид. В зависимости от условий полимеризации рассчитанные значения функциональности макромолекул полиизопрена по начальным трет-бутильным звеньям находятся на уровне от 2,6 до 7,1, то есть всегда существенно выше единицы. Это свидетельствует о формировании разветвленных макромолекул за счет взаимодействия растущей полимерной цепи с начальной трет-бутильной группой с двойной связью другой полимерной цепи с начальной трет-бутильной группой с образованием разветвленной макромолекулы полиизопрена. Экстраполяция зависимости содержания начальных трет-бутильных звеньев в полимере на нулевую конверсию позволяет оценить концентрацию активных центров полимеризации и константы скорости роста реакции катионной полимеризации изопрена на каталитической системе  $\text{TiCl}_4$ – $t\text{-BuCl}$ .



**ПРОДУКТЫ ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПАО "СИБУР ХОЛДИНГ"****Л.А. Корыстина<sup>1</sup>, М.А. Журихина<sup>1</sup>, А.И. Рахматуллин<sup>1</sup>,  
С.В. Багряшов<sup>1</sup>, А.С. Лынова<sup>1</sup>, К.Л. Наделяев<sup>2</sup>**<sup>1</sup> АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия<sup>2</sup> АО «Красноярский завод синтетического каучука»,  
г. Красноярск, Россия**THE PRODUCTS OF EMULSION POLYMERIZATION OF PJSC "SIBUR HOLDING"****L.A. Korystina<sup>1</sup>, M.A. Zhurikhina<sup>1</sup>, A.I. Rahmatullin<sup>1</sup>,  
S.V. Bagryashov<sup>1</sup>, A.S. Lynova<sup>1</sup>, K.L. Nadelyaev<sup>2</sup>**<sup>1</sup> "Voronezhskintezkauchuk" SC, Voronezh, Russia<sup>2</sup> "KZSK" SC, Voronezh, Russia

Бутадиен-стирольные каучуки, получаемые методом эмульсионной полимеризации, являются многотоннажными продуктами в мировом объеме мощностей по производству эластомеров. Суммарный объем производства эмульсионных каучуков практически на порядок выше рынка растворных каучуков. Их достоинства хорошо известны: высокие технологические и потребительские свойства при меньших сырьевых и энергетических затратах на производство по сравнению с растворными каучуками.

ПАО "СИБУР Холдинг" является крупнейшей компанией в России, выпускающей эмульсионные каучуки как общего назначения — бутадиен-(альфаметил)стирольные, так и специального назначения — бутадиен-нитрильные.

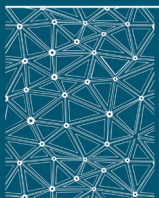
В последние годы стратегия развития компании в области СК предполагает, с одной стороны, повышение качества выпускаемой продукции и расширение рынков сбыта, а с другой — оптимизацию процессов получения эластомеров, снижение затрат на производство без ухудшения качества выпускаемой продукции.

Эти взаимодополняющие друг друга процессы касаются и эмульсионного производства. За последнее время внедрены современные методы оценки как самих эластомеров, так и вулканизатов на их основе, что позволило существенно расширить представления о свойствах каучуков и методах воздействия на их свойства. Кроме того, в производстве эмульсионных каучуков удалось решить ряд производственных и экологических проблем: разработать новые марки каучуков с улучшенным комплексом свойств, увеличить производительность за счет внедрения специальных технологических приемов, снизить образование химзагрязненных сточных вод на стадии синтеза и выделения эластомеров.

Хорошо известны в России и мире бутадиен-нитрильные каучуки специального назначения, производимые Сибуром. В этом направлении также ведется разработка новых, востребованных марок, входящих в ассортимент лидеров рынка спецкаучуков. Разработаны и внедрены в производство новые марки порошковых поперечно сшитых БНК, каучуков с повышенной скоростью вулканизации и, так называемых, «чистых» марок, используемых для производства изделий методом инъекционного формования, где особое внимание уделяется чистоте пресс-форм при многократном использовании. В настоящее время эти разработки прошли успешную апробацию у европейских производителей РТИ.

Также в компании имеется большой потенциал в области синтеза и переработки товарных латексов различной природы сополимеров, широко востребованных на отечественном рынке текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности, строительстве, РТИ и т.д.

Для производства товарных латексов разработана собственная оригинальная технология.

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АНТИОКСИДАНТА НА СВОЙСТВА КАУЧУКОВ  
ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ****Л.А. Корыстина, М.А. Журихина, И.Ю. Струкова, П.А. Челноков**  
*АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия***EFFECT OF ANTIOXIDANT ON THE PROPERTIES OF  
EMULSION RUBBERS****L.A. Korystina, M.A. Zhurikhina, I.Y. Strukova, P.A. Chelnokov**  
*"Voronezhskintezkauchuk" SC, Voronezh, Russia*

Одной из стадий процесса получения бутадиен-стирольных каучуков эмульсионной полимеризацией является введение антиоксиданта, повышающего устойчивость к действию термоокислительной деструкции, как самого эластомера, так и резин на его основе. Дозировки таких модификаторов обычно не велики, однако оказывают существенное влияние на важные потребительские свойства каучуков.

В качестве объектов исследования были выбраны каучуки СКС производства «Воронежсинтезкаучук», а в качестве модификаторов термоокислительного старения — антиоксиданты фенольного, феноламинного, фенольно-тиозфирного и аминного типов. В работе представлены результаты оценки эффективности антиоксидантного действия этих продуктов в условиях ускоренного старения.

Кроме того, проведена оценка свойств полученных каучуков, физико-механических и вулкано-метрических параметров резиновых смесей, полученных на их основе. Показано, что наибольшее влияние природа антиоксиданта оказывает на скорость вулканизации исследуемых эластомеров.

Полученные данные имеют практическое значение и позволяют регулировать свойства резин в зависимости от требований потребителей.

**ПОЛУЧЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА****А.И. Краснов<sup>1</sup>, П.И. Федотов<sup>1</sup>, А.А. Меркин<sup>1</sup>, Т.И. Видяева<sup>1</sup>, И.В. Кучуров<sup>2</sup>, С.Г. Злотин<sup>2</sup>**  
*<sup>1</sup>ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова», г. Дзержинск, Россия**<sup>2</sup>ФГБУН Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, г. Москва, Россия***RECEIVING AND PROCESSING OF POLYMERS WITH USE OF  
SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE****A.I. Krasnov<sup>1</sup>, P.I. Fedotov<sup>1</sup>, A.A. Merkin<sup>1</sup>, T.I. Vidayeva<sup>1</sup>, I.V. Kuchurov<sup>2</sup>, S.G. Zlotin<sup>2</sup>**  
*<sup>1</sup>FKP «Zavod im. J.M. Sverdlova», Dzershinsk, Russia**<sup>2</sup>N.D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

Применение диоксида углерода для синтеза и переработки различных органических и неорганических веществ, в том числе полимеров, является перспективным направлением «зеленой» химии, которое активно развивается в настоящее время в США и ряде стран Западной Европы и Юго-Восточной Азии. Это обусловлено уникальными физическо-химическими свойствами диоксида углерода в сверхкритическом состоянии, его доступностью, легкостью отделения его от продуктов [1]. Применение жидкого и ск-СО<sub>2</sub> открывает широкие возможности для получения и модификации полимеров, создания композиций на их основе. Методы синтеза полимеров в ск-СО<sub>2</sub> включают гомогенную, дисперсионную и эмульсионную полимеризацию, и поликонденсацию в расплаве. Благодаря гибкости

в растворяющей способности вблизи критической точки, сверхкритические флюиды и, в частности, ск- $\text{CO}_2$  применяют для экстракции и фракционирования полимеров, для получения пористых структур. Пластифицирующая способность ск- $\text{CO}_2$  используется в процессах химической модификации полимеров, для получения мелкопористого пенопласта путем разделения фаз при изменении давления и для формирования частиц и волокон полимеров. Использование ск- $\text{CO}_2$  дает технологические, экологические и, в ряде случаев, экономические преимущества.

Одно из направлений исследований – микрокапсулирование, покрытие полимерной оболочкой лекарственных препаратов и высокоэнергетических соединений с использованием технологии SAS (осаждение в сверхкритическом анти-растворителе).

Для получения и модификации полиуров в среде ск- $\text{CO}_2$  была собрана установка высокого давления на основе 5 л реактора-автоклава. Для покрытия исходных материалов использовали полиэтилен, полиметилакрилат, полистирол и др. Готовые образцы были изучены методом просвечивающей электронной микроскопии (ТЭМ). Характерной особенностью образцов является равномерное распределение полимерной пленки по поверхности исходного соединения. Экспериментально оценена толщина полимерного покрытия по размерам складок пленочных «чехлов». Например, при покрытии исходного соединения 1% масс. полиметилакрилата, толщина пленки экспериментально оценена в 15-20 нм, что совпадает с расчетным значением, полученным с учетом известных значений количества загруженного полимера, удельной поверхности и плотности исходного соединения.

#### Литература

1. P. G. Jessop and W. Leitner, *Chemical Synthesis using Supercritical Fluids*, Wiley-VCH, Weinheim, 1999.

### МОДИФИКАЦИЯ КАУЧУКОВ ГИДРОФИЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

О.Н. Кузнецова<sup>1</sup>, К.А. Разломалин<sup>1</sup>, А.Д. Хусаинов<sup>1</sup>, А.К. Сахапова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технологический университет

<sup>2</sup>ТатНИПИнефть, г. Бугульма, Россия

### MODIFICATION OF RUBBERS BY HYDROPHILIC COMPOUNDS

O.N. Kuznetsova<sup>1</sup>, K.A. Razlomalin<sup>1</sup>, A.D. Khusainov<sup>1</sup>, A.K. Sakhapova<sup>2</sup>

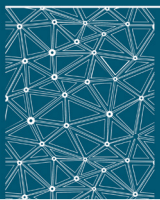
<sup>1</sup>Kazan National Research Technological University

<sup>2</sup>TatNIPIneft, Bugulma, Russia

Целью работы являлось получение водонабухающей резины для последующего применения в нефтедобывающей промышленности.

Проведена модификация каучуков СКИ-3 и БНКС-26 добавками полиакриламида в процессе приготовления резиновой смеси. Содержание ингредиентов резиновой смеси отвечает стандартной рецептуре. Количество вводимого полиакриламида варьировали в широких пределах. Для получения привитого сополимера использовали в качестве инициатора динитриазобисизомаасляной кислоты, содержание которого в смеси изменялось от 0,02 до 1 масс.%.

Прививка полиакриламида к каучукам приводит к увеличению прочности при разрыве в 1,5 раза, при этом значительно возрастает относительное удлинение и незначительно остаточное. Прочность при раздире уменьшается на 15-17%.

**ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГОЙ ЖИДКОСТИ В НЕСИММЕТРИЧНОМ КАНАЛЕ****Э.Р. Кутузова, С.А. Кутузов, Ф.Х. Тазюков**ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань**VISCOELASTIC FLUID FLOW THROUGH AN ASYMMETRIC CHANNEL****E.R. Kutuzova, S.A. Kutuzov, F.Kh. Tazyukov**Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation

Изучение поведения течений вязкоупругих жидкостей в каналах различной конфигурации представляет особый практический интерес для производства полимеров. В данной работе рассматривается течение неньютоновской жидкости модели FENE-P в несимметричном канале с двумя вариантами смещения выходной части: смещение относительно оси на половину ширины канала и смещение относительно оси на половину канала.

Математическая постановка задачи

Ламинарное течение неньютоновской жидкости описывается уравнениями движения и неразрывности

$$\rho \left( \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla \vec{v} \right) = -\nabla p + \nabla \cdot \tilde{\tau} \quad (1) \quad \nabla \cdot \vec{v} = 0 \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность жидкости,  $\vec{v}$  – вектор скорости,  $p$  – давление,  $\tilde{\tau}$  – девиатор напряжения.

В результате приведения исходных уравнений к безразмерному виду можно получить, что в уравнения движения входят числа Рейнольдса, Вайссенберга и коэффициент ретардации [1, 97-102]:

$$We = \frac{\lambda U}{l}, \quad Re = \frac{\rho U l}{\eta^p + \eta^s}, \quad \beta = \frac{\eta^s}{\eta^p + \eta^s},$$

где  $U$  – характерная горизонтальная составляющая скорости. Расчеты проводились для  $Re \ll 1$ ,  $We = 0.01 \div 450$ ,  $\beta = 1/9$  с помощью метода контрольных объемов на неравномерной сетке  $30 \times 90$  со сгущением вблизи острой кромки канала  $300:1$ .

Результаты и выводы

Результаты моделирования течения для сужения  $8:1$  показали следующее:

• Для смещения на половину ширины канала наблюдается симметричное возникновение и развитие течения lip vortex для верхней и нижней частей канала. Однако выделение течения lip vortex происходит только для верхней части канала.

• Для смещения на ширину канала – симметрия в возникновении и развитии lip vortex отсутствует, выделение последнего из углового течения снова наблюдается только для верхней части канала.

В данной работе было рассмотрено течение неньютоновской жидкости в несимметричном канале. Показано, что в зависимости от смещения в верхней и нижней части канала возникающие эффекты будут развиваться несимметрично.

Литература

1. Ф.Х. Тазюков, Ф.А. Гарифуллин, Э.Р. Кутузова, Вестник Казанского технологического университета, 2014. Т.17. №16. С. 97-102.

2. Э.Р. Кутузова, Н.А. Halaf, С.А. Кутузов // Проблемы теплообмена и гидродинамики в энергомашиностроении: материалы докладов IX школы-семинара молодых ученых и специалистов академико РАН В.Е. Алемасова. Казань, 10-12 сентября 2014 г. - Казань: Академэнерго, 2014. - С. 117-119.



**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕУСТОЙЧИВОГО ТЕЧЕНИЯ ЭКСТРУДАТА****А.Г. Кутузов, Г.С. Кутузова, М.А. Рузанова, С.А. Кутузов***Нижнекамский химико-технологический институт КНИТУ-КХТИ***SOLUTION OF THE PROBLEM OF EXTRUDATE UNSTABLE FRICTION****A.G. Kutuzov, G.S. Kutuzova, M.A. Ruzanova, S.A. Kutuzov***KNRTU-KCTI Nizhnekamsk Institute for Chemical Technology*

Рассматриваются следующие эффекты, влияющие на устойчивое течение экструдата: пульсации давления, связанные с образованием застойных зон в угловых областях формующего канала экструзионной головки; образование радиальной температурной неоднородности экструдата; периодическое проскальзывание экструдата, связанное с ориентацией макромолекул полимеров в пристенных слоях расплава и наличием значительных пиков напряжений и давления в выходном сечении экструзионной головки.

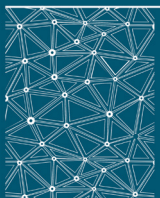
Исследования показали, что форма и размеры области течения в угловых зонах формующего канала экструзионной головки существенно зависят от упругих свойств жидкости: размеры циркуляционной области растут с увеличением упругости при постоянном расходе. Зона циркуляции является источником возмущений потока; смешивание основного и циркуляционного потоков может приводить к ухудшению однородности механических свойств изделий, что является нежелательным явлением в производстве изделий химической промышленности.

В результате преобразования части механической энергии в тепловую возникает поперечный градиент температуры в выходном сечении экструзионной головки, который существенным образом зависит как от реологических свойств жидкости, так и от температурной зависимости этих свойств. Эта температурная неоднородность приводит к образованию физической по свойствам, а в некоторых случаях и химической неоднородности, образующейся в результате преждевременной полимеризации (подвулканизации) смеси в экструзионной головке.

Рост степени ориентации макромолекул происходит в основном в пристенной области течения жидкости и приводит к проскальзыванию экструдата вдоль твердых границ формующего канала экструзионной головки и образованию эластической турбулентности; максимальный рост степени ориентации происходит не во всей пристенной области, а только в узкой зоне течения, располагающейся вблизи выходного сечения.

Линия трехфазного контакта характеризуется большими градиентами давления и напряжений, скачком продольной компоненты скорости течения от нуля на твердой поверхности формующего канала экструзионной головки до конечной скорости на свободной поверхности экструдата, что приводит к отрыву струи от поверхности формующего канала и разрывам на свободной поверхности экструдата, примыкающей к линии трехфазного контакта. Вблизи линии трехфазного контакта образуется застойная зона, сужающая выходное сечение формующего канала и негативно влияющая на качество экструдата.

Проведенные исследования течения вязкоупругой жидкости в экструзионной головке позволяют сконструировать совершенно новый тип экструзионной головки для выпуска качественной продукции: рассчитать оптимальный профиль формующего канала экструзионной головки с учетом линии естественного входного профиля, рассчитать величину участка нагрева и степень нагрева экструзионной головки по местоположению и величине пиков образующихся пристенных напряжений.



**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА  
СТЕАРАТОВ ДВУХВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ  
ДЛЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

**Н.А. Лебедев, Р.Х. Валеев, Н.П. Куршакова, Л.В. Наумова,  
Э.О. Эспиналь-Рахманкина<sup>1</sup>, К.М. Кубанов, О.В. Софронова<sup>2</sup>, Э.А. Горелова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ООО «НПО Нефтепромхим», г. Казань, РФ

<sup>2</sup> ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ

<sup>3</sup> ООО НТЦ «Кама», г. Нижнекамск, РФ

**DEVELOPMENT OF IMPORT SUBSTITUTING PRODUCTION TECHNOLOGY OF DIVALENT  
METALS STEARATES FOR PETROCHEMICAL PLANTS**

**N.A. Lebedev, R.H. Valeev, N.P. Kurshakova, L.V. Naumova, E.O. Espinal-Rakhmankina<sup>1</sup>  
K.M. Kubanov, O.V. Sofronova<sup>2</sup>, E.A. Gorelova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> "NPO Neftepromhim", Kazan, RF

<sup>2</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, RF

<sup>3</sup> STC "Kama", Nizhnekamsk

Президент России Владимир Путин в послании ФС заявил, что с ускоренной силой в России будет реализовываться программа импортозамещения.

В настоящее время для резиновой и полимерной индустрии актуальна проблема производства солей стеариновой кислоты, потребность рынка России в которых более чем на 60 % удовлетворяется за счет импорта. В ООО «НПО «Нефтепромхим» в рамках программы импортозамещения проводится отработка технологии получения стеаратов кальция и цинка. Работа проводится в тесном сотрудничестве с лабораториями НТЦ ПАО «Нижнекамскнефтехим» и ООО «Научно-технический центр «Кама».

В НТЦ «Нижнекамскнефтехим» были испытаны несколько образцов суспензии стеарата кальция с концентрацией 35-40 % мас. Образец представляет собой подвижную жидкость, устойчивую к седиментации. Суспензия была испытана на стабилизирующую и антиагломерирующую способность для бромбутилкаучука.

По результатам испытаний было показано, что образцы обладают необходимым уровнем антиагломерирующей способности. При этом корректировкой состава композиции удалось снизить степень пенообразования при дегазации каучука. В то же время, более низкие значения вязкости по Муни при термоокислительном старении каучука (22 ед. вместо 29 ед. контрольного образца) свидетельствуют о недостаточной стабилизирующей способности образца. Поэтому ведется оптимизация продукта за счет корректировки состава путем изменения технологических параметров при производстве реагента с целью обеспечения стабильных характеристик товарного бромбутилкаучука.

Кроме того, проводятся испытания стеарата кальция в технологических процессах производства ПВХ.

В ООО НТЦ «Кама» также проведены испытания опытного образца стеарата цинка в резиновой смеси для обрешивания текстильного корда в сравнении с немецким стеаратом цинка. Показано, что по некоторым качествам – по пластичности, в качестве вулканизатора резиновых смесей, по равновесному набуханию вулканизата – опытный образец находится на уровне серийного варианта, однако по некоторым другим показателям опытный образец стеарата цинка уступает базовому образцу.

Этот факт говорит о необходимости доработки технологии производства в условиях НПО «НПХ»

Таким образом, налаживая тесную обратную связь с потребителями, систематизируя информацию о технологических тонкостях производства заказчика, о технических требованиях к продукции, мы можем оптимизировать производство и выпускать продукцию с заданными свойствами для каждого конкретного потребителя.

**ЭМУЛЬГИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ  
СУЛЬФОСУКЦИНАТОВ ЭТАНОЛАМИДОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ****Д.В. Ляпун<sup>1</sup>, А.А.Кружилин<sup>2</sup>, А.С.Перегудова<sup>2</sup>**<sup>1</sup> АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия<sup>2</sup> ФБГОУП Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия**EMULCIFYING ABILITY OF SULFOSUCCINATES ETHANOLAMIDES  
OF FATTY ACIDS****D.V. Lyapun<sup>1</sup>, A.A.Kruzhilin<sup>2</sup>, A.S.Peregudova<sup>2</sup>**<sup>1</sup> "Voronezhskintezkauchuk" SC, Voronezh, Russia<sup>2</sup> Voronezh State University, Voronezh, Russia

Для проведения эмульсионной полимеризации, в качестве эмульгаторов, как правило, используются растворимые соли жирных и смоляных кислот, а также сульфированные производные различных углеводов. Существенными недостатками таких поверхностно-активных веществ являются чувствительность к pH среды (соли кислот), либо высокая себестоимость (сульфированные производные). Одним из вариантов решения данных проблем является использование сульфосукцинатов - производных жирных кислот, которые могут использоваться в широком диапазоне pH (4-9) и обладают значительно меньшей стоимостью.

Сульфосукцинаты находят широкое применение в качестве пенообразователей, обладают хорошими эмульгирующими свойствами и легко биоразлагаемы.

Для получения сульфосукцинатов, проявляющих поверхностно-активные свойства, используют различные гидроксипроизводные, содержащие гидрофобные заместители. Объектами данных исследований были выбраны производные моно- и диэтаноламидов карбоновых кислот жирного ряда.

Первой стадией процесса является получение соответствующих этаноламидов жирных кислот. В качестве исходных субстратов были выбраны метиловые эфиры, в качестве катализатора – метилат натрия.

На второй стадии процесса были получены полуэфиры этаноламидов жирных кислот и малеиновой кислоты. Для диэтаноламидов, за счет использования различных соотношений реагентов, были получены моно и диэфиры. Такая возможность обусловлена наличием 2-х реакционно-способных гидроксильных групп в молекуле диэтаноламида.

Третья стадия заключается в проведении сульфирования моноалкилмалеатов по активированной кратной связи сульфитом натрия в водной среде.

Для оценки эмульгирующей способности использован метод кинетики седиментации исследуемых эмульсий (время самопроизвольного расслоения эмульсии). В описанной методике жировой фазой служит жидкое растительное масло (подсолнечное рафинированное дезодорированное), водной фазой – дистиллированная вода. Соответственно, чем больше «полупериод жизни» - тем выше эмульгирующая способность.

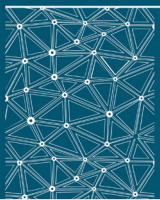
Изучены зависимости величины эмульгирующей способности от длины углеводородного радикала исходной жирной кислоты:

- минимальной эмульгирующей способностью характеризуются производные капроновой кислоты;

- в ряду сульфосукцинатов моноэтаноламидов производные каприловой кислоты обладают лучшей эмульгирующей способностью, которая снижается при увеличении длины углеводородного радикала;

- в ряду моно- и дисульфосукцинатов диэтаноламидов производные пальмитиновой кислоты обладают максимальным эмульгирующим действием, степень этерификации диэтаноламидов существенного влияния не оказывает.

Наибольшую эффективность сульфосукцинаты диэтаноламидов проявляют в системах вода в масле, хотя для эмульсии из равных частей масла и воды эмульгирующая способность также достаточно высокая.



Дозировки полученных соединений в процессах эмульсионной полимеризации должны подбираться индивидуально для каждой рецептуры.



**АНАЛИЗ И РЕГУЛИРОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛИОЛЕФИНОВ,  
ПОЛУЧЕННЫХ НА СОВРЕМЕННЫХ НАНЕСЕННЫХ  
ТИТАН-МАГНИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ**

**М. А. Мацько, С.А. Сергеев, Г.Д. Букатов, Т.Б. Микенас,  
А.А. Барабанов, Л. Г. Ечевская, В.А. Захаров**

*ФГБУН Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

**ANALYSIS AND REGULATION OF MOLECULAR STRUCTURE OF POLYOLEFINS  
OBTAINED OVER MODERN SUPPORTED  
TITANIUM-MAGNESIUM CATALYSTS**

**M.A. Matsko, S.A. Sergeev, G.D. Bukatov, N.B. Mikenas,  
A.A. Barabanov, L.G. Echevskaya, V.A. Zakharov**

*Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, Novosibirsk, Russia*

В настоящее время в производстве полиолефинов наиболее широко используются нанесенные катализаторы Циглера-Натта. Эти катализаторы (ТМК) включают в качестве носителя дихлорид магния с особыми структурными характеристиками, хлорид титана в качестве активного компонента и разнообразные модифицирующие добавки, регулирующие морфологию частиц катализатора, его стереоспецифичность и молекулярную структуру полимеров. Современные ТМК открывают новые возможности для совершенствования технологических процессов полимеризации и разработки новых марок полиолефинов с улучшенными характеристиками.

В докладе обсуждаются результаты исследования молекулярной структуры промышленных образцов полипропилена (ПП) и полиэтилена (ПЭ) различных производителей, а также результаты, полученные в последние годы в Институте катализа при разработке современных нанесенных катализаторов Циглера-Натта для производства полиолефинов. Рассмотрены основные подходы и представлены примеры варьирования состава ТМК для регулирования молекулярной структуры ПП и ПЭ, состав сополимеров этилена с альфа-олефинами и их однородность. Проведено сравнение молекулярной структуры лабораторных и промышленных образцов ПЭ и ПП различных производителей.



**НИОСТ, НАПРАВЛЕНИЕ ПО ХИМИИ И ПЕРЕБОТКЕ ПОЛИМЕРОВ:  
ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВИТИЯ МАРОЧНОГО АССОРТИМЕНТА ПОЛИОЛЕФИНОВ**

**В.И. Машуков**

*ООО «НИОСТ», г. Томск, Россия*

**NIOST: POLYMER CHEMISTRY AND PROCESSING.  
TOOLS FOR DEVELOPMENT OF POLYOLEFINS PRODUCT PORTFOLIO**

**V.I. Mashukov**

*NIOST LLC, Tomsk, Russia*

ООО «НИОСТ» (г. Томск) – научно-исследовательский центр по химическим технологиям компании СИБУР. Важным направлением работ НИОСТ является развитие продуктового портфеля компании в области полиолефинов. Данные работы реализуются в Дирекции по химии и переработке полимеров (ДХиПП) НИОСТ.

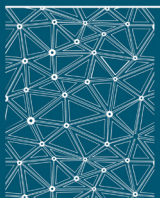
В структуру ДХиПП входят два отдела (отдел реализации проектов и отдел технологического развития) и лаборатория синтеза и переработки полиолефинов. В дирекции проводится сопровождение всех стадий инновационного процесса: от генерации идей и концептуальных исследований до непосредственного сопровождения опытно-промышленных выпусков на полимерных производствах компании и мониторинг дальнейшего промышленного производства разработанных марок полиолефинов.

Приборная и лабораторная база ДХиПП позволяет развивать марочный ассортимент полиолефинов, используя инструменты на стадиях синтеза полимера и/или его переработки. В первом случае инструментами развития марочного ассортимента являются использование различных титан-магниевого катализаторов, варьирование условий синтеза и компонентов каталитической системы, во втором случае - изменение свойств материала достигается за счет использования добавок различного назначения (стабилизаторов и модификаторов). Развитие технологий синтеза и модификации полимерных материалов расширяет диапазон конечных свойств материала и открывает новые возможности (сегменты) его применения, определяет жизненный цикл продукта в целом.

Для оценки качества используемых для модификации свойств полиолефинов добавок в НИОСТе организован Центр аттестации добавок для полиолефинов (ЦАД), в котором проводится тестирование и сертификация добавок для применения внутри компании. Процесс построен таким образом, что в настоящее время при производстве полиолефинов на предприятиях СИБУРа невозможно использовать добавки, не прошедшие процедуру тестирования в ЦАД. При необходимости проводится контроль качества новых закупаемых добавок. Таким образом, снижается риск использования некачественных продуктов, снижаются издержки производства, и, как следствие, повышается качество выпускаемого продукта.

Благодаря слаженной работе бизнес-заказчика в лице Дирекции базовых полимеров и научного блока компании (НИОСТ, Центр СИБУР Технологии) за последние несколько лет удалось значительно расширить марочный ассортимент выпускаемой продукции. Количество выпускаемых и планируемых к выпуску марок полиолефинов составляет более 50 наименований, используемых в различных сегментах применения: рафия, ВОРР-пленка, термоформование, СРР-пленка, литье под давлением, нетканые материалы, трубы и др.

В настоящий момент в компании производится около 1 млн. тонн полиолефинов, а в ближайшем будущем (2020 год) планируется ввод в эксплуатацию нового производства в Тобольске с проектной мощностью 1,5 млн. тонн полиэтилена и 500 тыс. тонн полипропилена. В соответствии с этим компанией предпринимаются дальнейшие шаги для создания дополнительных инструментов эффективного развития марочного ассортимента полиолефинов – Центра синтеза полиолефинов (ЦСПО) и Технического центра развития применений полиолефинов (ТЦРПП). ЦСПО - это универсальный пилотный центр, который будет моделировать различные технологические процессы получения полиолефинов, как используемые на текущих производствах, так и планируемые к эксплуатации на новых площад-



ках. В ТЦРПП получаемый полимерный продукт будет перерабатываться в условиях приближенных к реальным условиям производства изделий из него у переработчика.

Наличие таких центров – распространённая практика для ведущих мировых компаний в производстве полиолефинов. Благодаря данным инструментам компания сможет снизить издержки при проведении опытно-пилотных выпусков, значительно ускорить процесс разработки новых марок и выходить к переработчику с полностью готовыми новыми марочными решениями.



### НОВЫЕ МОДИФИКАЦИИ ТИТАН-МАГНИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ГАЗОФАЗНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА

**Т.Б.Микенас<sup>1</sup>, В.Е. Никитин<sup>1,2</sup>, В.А. Захаров<sup>1</sup>, М.А. Мацько<sup>1</sup>, М.И. Николаева<sup>1</sup>,  
Л.Г. Ечевская<sup>1</sup>, Н.М. Шайдуллин<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

<sup>2</sup> *ООО «ТИНОЛ», г. Новосибирск, Россия*

<sup>3</sup> *ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Республика Татарстан, Россия*

### NEW MODIFICATIONS OF TITANIUM-MAGNESIUM CATALYSTS FOR GAS PHASE ETHYLENE POLYMERIZATION

**T.B.Mikenas<sup>1</sup>, V.E. Nikitin<sup>1,2</sup>, V.A. Zakharov<sup>1</sup>, M.A.Matsko<sup>1</sup>, M.I. Nikolaeva<sup>1</sup>,  
L.G. Echevskaya<sup>1</sup>, N.M. Shaidullin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Boreskov Institute of Catalysis of RAS, Novosibirsk, Russia*

<sup>2</sup> *ООО «TINOL», Novosibirsk, Russia*

<sup>3</sup> *PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Republic of Tatarstan, Nizhnekamsk, Russia*

В Институте катализа СО РАН совместно с ООО «Тинол» разработан новый технологичный метод синтеза катализаторов полимеризации  $\alpha$ -олефинов на основе оригинальных магнийорганических соединений, позволяющий синтезировать нанесенные Ti-Mg катализаторы (ТМК) с размером частиц >20 мкм, которые могут быть использованы для получения различных марок полиэтилена в процессе газофазной полимеризации[1].

Проведены сравнительные исследования промышленных катализаторов и катализаторов ТМК-ИКТ, разработанных в Институте катализа, в суспензионной полимеризации этилена и сополимеризации этилена с 1-гексеном. Установлено, что все изученные ТМК имеют близкий размер частиц (30-40 мкм) и активность в гомополимеризации этилена, но ТМК-ИКТ позволяют более эффективно регулировать молекулярную массу водородом и получать порошки ПЭ с улучшенной морфологией (без пылевидной фракции), а также имеют более высокие показатели по активности и встраиванию сомономера при этилен-1-гексеновой сополимеризации по сравнению с промышленными Z-катализаторами. ТМК-ИКТ могут быть альтернативой импортным катализаторам, используемым в ПАО «Нижнекамскнефтехим», для получения полиэтилена газофазным методом.

Разработана лабораторная методика газофазной полимеризации, обеспечивающая получение порошкообразного полиэтилена, морфология которого близка полимеру, полученному в суспензионном режиме. Установлено, что при переходе от суспензионного режима полимеризации к газофазному режиму снижается чувствительность всех ТМК к водороду как переносчику цепи, в тоже время резко возрастает эффективность встраивания сомономера в полимер. Разработанная нами методика полимеризации позволяет моделировать газофазный режим для тестирования ТМК, оценки новых модификаций катализаторов и отработки условий получения новых марок полимеров. Эта методика рекомендована для использования в НТЦ ПАО «Нижнекамскнефтехим».

Найдены условия полимеризации этилена и сополимеризации этилена с гексеном-1 и бутеном-1 в

газофазном режиме, позволяющие получать порошкообразные гомополимеры и сополимеры этилена с гексеном-1 и бутеном-1 с требуемыми характеристиками.

Литература

1. Патент РФ № 2570645. Опубликовано: 10.12.2015 Бюл. № 34.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПОЛНЕНИЯ ПЛАСТИФИКАТОРАМИ РАЗНОЙ ПРИРОДЫ ПРОТЕКТОРА ЛЕГКОВОЙ НЕШИПУЕМОЙ ПОКРЫШКИ**

**Д.Г. Мингазова<sup>1</sup>, Н.Е. Макарова<sup>1</sup>, А.М. Мохнаткин<sup>2</sup>, В.П. Дорожкин<sup>1</sup>, Е.Г. Мохнаткина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Нижнекамский химико-технологический институт, г. Нижнекамск, Россия,

<sup>2</sup> Управляющая компания «Татнефть-Нефтехим», г. Нижнекамск, Россия

### **THE STUDY CONTENT OF PLASTICIZERS OF DIFFERENT NATURE STUDLESS TREAD OF THE AUTOMOBILE TIRES**

**D.G. Mingazova<sup>1</sup>, N.E. Makarova<sup>1</sup>, A.M. Mokhnatkin<sup>2</sup>, V.P. Dorozhkin<sup>1</sup>, E.G. Mokhnatkina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Nizhnekamsk institute of chemical technology, Nizhnekamsk, Russia

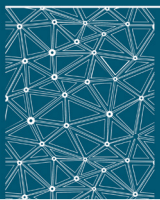
<sup>2</sup> The Management company "Tatneft-Neftekhim", Nizhnekamsk, Russia

В протектор легкой нешипуемой покрышки вводили 4 разных по химической природе пластификатора: Альфапласт (АП), Тофинол (ТФ), низкотемпературный пластификатор (НТП) и эпоксирированное соевое масло (ЭМ). Были проведены подробные исследования технологических и вулканизационных свойств резиновых протекторных смесей, физико-механические и эксплуатационные испытания полученных протекторных резин. Более чем по двадцати показателям была проведена их оценка в баллах. По технологическим и вулканизационным свойствам резиновых смесей они расположились в следующем ряду по убыванию суммы баллов: ТФ>АП>НТП>ЭМ. По физико-механическим, морозостойкости и различным динамическим показателям в ряд: АП>ТФ>НТП>ЭМ.

По износостойкости, сцеплению с сухой и мокрой дорогой ряд по сумме полученных баллов имеет вид: АП>ЭМ>ТФ>НТП.

Отдельно было исследовано сцепление протекторной резины, наполненной разными пластификаторами, со льдом при температурах льда от -5°C до -25°C и скоростях движения от 0,5 до 3,0 км/ч. По сумме баллов этих испытаний ряд выглядит следующим образом: НТП>ТФ>ЭМ>АП.

Результатирующий ряд по всем видам испытаний получился следующим: АП (220 баллов)>ТФ (180)>НТП (176)>ЭМ (123).



## **ВУЛКАНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖИДКИХ ТИОКОЛОВ**

**В.С. Минкин, П.П. Суханов, Б.Н. Иванов, А.Р. Ефимова**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия*

## **VULCANIZATION OF INDUSTRIAL LIQUID THIOKOLS**

**V.S. Minkin, P.P. SuKhanov, B.N. Ivanov, A.R. Efimova**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation*

Значительный выигрыш в технологических свойствах, способность получать различные изделия и покрытия предопределили широкое использование жидких тиоколов в различных отраслях производства (герметики, резины, клеи, связующие, компаунды, пластизоли, покрытия). В докладе обобщаются результаты теоретических и практических работ о влиянии путей синтеза, вулканизации промышленных жидких тиоколов на кинетику и механизм процессов формирования полимерных сеток, о взаимосвязи строения жидких тиоколов и свойств композиционных герметизирующих материалов на их основе.

При анализе структуры вулканизатов жидких тиоколов установлено, что плотность эффективных и химических цепей сетки определяется типом и количеством вулканизирующего агента. Для промышленных вулканизирующих агентов – диоксидов марганца, свинца, а также бихромата натрия – показано влияние способа получения вулканизатов и состава вулканизирующего агента на строение вулканизатов и их физико-химические свойства. Нами установлено, что структура вулканизирующего агента сильно влияет на скорость процесса вулканизации, при этом существенную роль играют адсорбционно-десорбционные явления. Они особенно заметны при использовании порошкообразных диоксидов марганца и свинца.

Установлено, что активность диоксидов марганца определяется подвижностью, концентрацией и характером локализации ионов марганца в исходном вулканизирующем агенте, а также наличием ионов марганца с различной степенью окисления. Такой структурно-кинетический подход позволяет оценивать активность промышленных вулканизирующих агентов в реакциях вулканизации, определять оптимальные концентрации вводимого вулканизирующего агента, при которых наблюдается наиболее эффективное структурирование вулканизатов, а плотность цепей сетки и основные физико-химические показатели достигают максимального значения. Кроме того, установлены причины дефективности вулканизационных сеток. К ним относятся: наличие в вулканизатах связей донорно-акцепторного взаимодействия макромолекул тиоколов с атомами металлов переменной валентности, входящими в состав вулканизирующих агентов, образование циклических структур и явление адсорбции макромолекул на твердых поверхностях вулканизирующего агента и наполнителя.

Полученные результаты позволили установить оптимальные режимы получения вулканизатов с заданным комплексом свойств. Даны конкретные рекомендации повышения качества изделий из жидких тиоколов за счет изменения рецептурных и технологических факторов при вулканизации.





**ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ УЛУЧШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ  
СВОЙСТВ КАУЧУКОВ ДЛЯ ШИН****Е.Г. Мохнаткина<sup>1</sup>, Р.Р. Миндубаев<sup>1</sup>, А.М. Мохнаткин<sup>2</sup>, В.П. Дорожкин<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Нижнекамский Химико-Технологический Институт, г. Нижнекамск, Россия<sup>2</sup> Управляющая Компания «Татнефть-Нефтехим», г. Нижнекамск, Россия**KEY ASPECTS OF IMPROVEMENT OF RUBBER CONSUMER  
PROPERTIES FOR TIRES****E.G. Mokhnatkina<sup>1</sup>, R.R. Mindubaev<sup>1</sup>, A.M. Mokhnatkin<sup>2</sup>, V.P. Dorozhkin<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Nizhnekamsk Institute Of Chemical Technology, Nizhnekamsk, Russia<sup>2</sup> The Management Company "Tatneft-Neftekhim", Nizhnekamsk, Russia

Изменение ассортимента на рынке автомобильного транспорта неизбежно привело к расширению принципиальных требований к шинам, что в свою очередь оказало влияние на необходимость ужесточения требований к свойствам шинных ингредиентов.

В работе обсуждаются основные корреляционные тенденции потребительских свойств каучуков и ингредиентов шинного назначения и их влияние на свойства шин. Приведены результаты сравнительных испытаний бутадиен-стирольных каучуков растворной и эмульсионной полимеризации, влияние способов и методов модификации, модифицирование изопренового каучука.

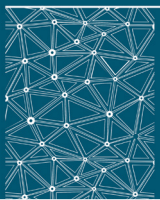
Кроме того рассмотрены некоторые вопросы по усилению каучуков наполнителями различной химической природы, изменение подходов к процессу изготовления шинных резин.

Особенное внимание уделено таким потребительским свойствам шин, как сцепление с мокрой дорогой, потери на качение и истираемость протектора.

Отдельно рассмотрены направления модификации шинных резин при применении каучуков специального назначения, и также изопреновых каучуков различной структуры.

**ВЛИЯНИЕ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК  
НА СВОЙСТВА ВУЛКАНИЗАТОВ РАЗЛИЧНЫХ КАУЧУКОВ****А.Р. Мухтаров<sup>1</sup>, А.М. Мохнаткин<sup>2</sup>, В.П. Дорожкин<sup>1</sup>, Е.Г. Мохнаткина<sup>1</sup>, В.Е. Мурадян<sup>3</sup>**<sup>1</sup> Нижнекамский химико-технологический институт, г. Нижнекамск, Россия<sup>2</sup> Управляющая компания «Татнефть-нефтехим», г. Нижнекамск, Россия<sup>3</sup> Международный научный центр по теплофизике и энергетике,  
г. Новосибирск, Россия**THE INFLUENCE OF SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBES  
ON THE PROPERTIES OF VARIOUS VULCANIZED RUBBERS****A.R. Mukhtarov<sup>1</sup>, A.M. Mokhnatkin<sup>2</sup>, V.P. Dorozhkin<sup>1</sup>, E.G. Mokhnatkina<sup>1</sup>, V.E. Muradyan<sup>3</sup>**<sup>1</sup> Nizhnekamsk Institute of Chemical Technology, Nizhnekamsk, Russia<sup>2</sup> The management company "Tatneft-neftekhim", Nizhnekamsk, Russia<sup>3</sup> Carbon Nanomaterials for the global industry,  
Novosibirsk, Russia

Исследовано влияние наполнения углеродными одностенными трубками (ОУНТ) и ОУНТ с привитыми к поверхности COOH- группами (ОУНТ-COOH) на некоторые физико-механические показатели



вулканизатов натурального (НК), растворного бутадиен-стирольного (БСК) и гидрированного бутадиен-нитрильного (ГБНК) каучуков. Серные вулканизаты этих каучуков были получены из резиновых смесей одинаковой рецептуры. Выяснилось, что плотность сшивания вулканизатов НК и БСК растёт с увеличением концентрации ОУНТ и ОУНТ-СООН, а в случае ГБНК, наоборот, снижается. Относительное удлинение при разрыве и условная прочность вулканизатов БСК и ГБНК также растут с ростом содержания в них ОУНТ и ОУНТ-СООН. Твердость по Шору А вулканизатов НК и БСК заметно возрастает, а вулканизатов ГБНК мало меняется при увеличении концентрации нанотрубок с 0,05 до 0,3 мас.%. Эластичность по отскоку возрастает у вулканизатов при увеличении дозировки ОУНТ и ОУНТ-СООН.



### **ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ**

**М.Р. Назипов, С.Д. Короткова**

*ПАО «Казаньоргсинтез», Казань, Россия*

### **APPLICATION OF DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY FOR STUDIES OF THE STRUCTURE OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE**

**M.R. Nazipov, S.D. Korotkova**

*PJSC «Kazanorgsintez», Kazan, Russia*

Свойства полиэтилена, во многом, зависят от его микро- и макроструктуры, разветвленности полимерных цепей, типа и количества добавок (стабилизаторов, наполнителей). Поэтому огромное значение имеют исследования, направленные, с одной стороны, на изучение зависимости молекулярных структур полимера от условий синтеза, и, с другой стороны, на установление закономерностей влияния основных молекулярных параметров на физические, физико-механические и технологические свойства полимера.

Для исследований структуры полиэтилена применяются спектральные методы анализа, а именно, ИК-Фурье спектроскопия. С её помощью оцениваются такие важные параметры, как степень кристалличности, содержание концевых метильных групп, оценка количества и распределение непредельных связей. Однако, несмотря на свою информативность, метод ИК-Фурье спектроскопии не всегда применим для структурных исследований полиэтилена. Трудности возникают при определении степени кристалличности саженаполненного полиэтилена, когда толщина пленочного образца становится соизмерима с размером (дальний порядок) упорядоченных областей.

Предложено для анализа степени кристалличности саженаполненных образцов полиэтилена высокой плотности использовать метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Способ оценки степени кристалличности основан на сравнении энтальпии плавления полностью кристаллического полимера и измеренной энтальпии плавления исследуемого образца. Разница между значениями степени кристалличности полиэтилена высокой плотности, полученными методами ИК-Фурье спектроскопии и ДСК не превышает 5%.

Разработана методика определения степени кристалличности полиэтилена высокой плотности методом ДСК с применением дифференциального сканирующего калориметра Netzsch Polytra 214.

#### Литература

1. А.М. Кочнев, А.Е. Заикин, С.С. Галибеев, В.П. Архиреев. *Физикохимия полимеров // Казань: изд-во «ФЭН», 2003 – 512 с.*



**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТИЛБЕНЗИЛИРОВАННЫХ  
АНТИОКСИДАНТОВ В РЕЗИНЕ НА ОСНОВЕ БУТИЛКАУЧУКА**

**А.Д. Насертдинова, А.Д. Хусаинов, Е.Н. Черезова**  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Россия*

**STUDY OF EFFICIENCY OF METHYLBENZYLATED PHENOLS  
ANTIOXIDANTS IN RUBBERS BASED ON BUTYL RUBBER**

**A.D. Nasertdinova, A.D. Khusainov, E.N. Cherezova**  
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Улучшение комплекса свойств резиновых изделий может быть достигнуто за счёт применения новых, более современных типов ингредиентов, среди которых существенное значение имеют стабилизаторы-антиоксиданты.

В основном для защиты от термоокислительного старения каучуков и полиолефинов применяются соединения класса ароматических аминов и замещенных фенолов. В последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция замены аминных стабилизаторов на фенольные, что обусловлено новыми санитарно-гигиеническими нормами, требующими низкой токсичности стабилизаторов и продуктов их превращения.

В данной работе в условиях термоокисления проведены исследования стабильности пласто-эластических и физико-механических свойств темных марок резин на основе бутилкаучука, которые содержат комбинации неокрашивающих фенольных стабилизаторов, таких как метилбензилированный фенол (МБФ), метилбензилированный фенол с уротропином (МБФ(У)) и МБФ с пароформом (МБФ(П)).

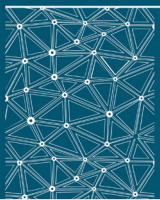
После исследования стабильности пласто-эластических свойств резин, сделан вывод, что в резинах с содержанием МБФ ускоряется процесс вулканизации.

Анализ результатов комплекса физико-механических свойств вулканизатов на основе БК показал, что резины без использования стабилизаторов проявляют более высокие прочностные характеристики, хотя показатель относительного удлинения у этих образцов ниже по сравнению с резинами, в которых использовались стабилизаторы.

Основной общепринятой характеристикой действия стабилизаторов является сохранение прочностных характеристик после воздействия агрессивных сред при повышенных температурах. Термостарение резин проведено в лабораторном термощкафу при температуре 75°C в среде воздуха и стандартной жидкости СЖР-1 в течение 72ч.

Анализ изменения физико-механических показателей резин в ходе термоокислительного старения свидетельствует, что наилучшим образом свои свойства сохраняют варианты резины, содержащие МБФ и МБФ(У). Такие свойства как относительное удлинение при разрыве и относительное остаточное удлинение в них сохраняются в наибольшей степени. И наиболее значимые для резин показатели, такие как условная прочность при разрыве и раздире, сохраняют свои величины у вулканизатов с использованием этих же стабилизаторов.



**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУБЧАТЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ  
ТИТАНОВЫХ И НЕОДИМОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗА 1,4-ЦИС-ПОЛИИЗОПРЕНА****И.Ш. Насыров<sup>1</sup>, Д.А. Жаворонков<sup>1</sup>, В.Ю. Фаизова<sup>1</sup>, Е.М. Захарова<sup>2</sup>, В.П. Захаров<sup>3</sup>**<sup>1</sup> *ОАО «Синтез-Каучук», Стерлитамак, Россия*<sup>2</sup> *Уфимский институт химии РАН, Уфа, Россия*<sup>3</sup> *Башкирский государственный университет, Уфа, Россия***THE USE OF TUBULAR TURBULENT DEVICES FOR PREPARATION OF TITANIUM AND  
NEODYMIUM CATALYSTS FOR THE SYNTHESIS OF 1,4-CIS-POLYISOPRENE****I.Sh. Nasyrov<sup>1</sup>, D.A. Zhavoronkov<sup>1</sup>, V.Yu. Faizova<sup>1</sup>, E.M. Zakharova<sup>2</sup>, V.P. Zakharov<sup>3</sup>**<sup>1</sup> *«Sintez-Kauchuk» Public Joint-Stock Company, Sterlitamak, Russia;*<sup>2</sup> *Ufa institute of Chemistry RAS, Ufa, Russia;*<sup>3</sup> *Bashkir State University, Ufa, Russia*

В работе представлены результаты изучения закономерностей формирования титановых и неодимовых катализаторов, особенностей полимеризации изопрена и молекулярных характеристик синтезируемого 1,4-цис-полиизопрена при модификации компонентов каталитических систем в трубчатом турбулентном аппарате.

Разработана конструкция трубчатого турбулентного реактора диффузор-конфузорной конструкции для модификации микрогетерогенного титанового катализатора при полимеризации изопрена. Показано, что полимеризация изопрена в изопентане в присутствии катализатора  $TiCl_4-Al(i-C_4H_9)_3$ -ДФО-пиперилен, сформированного при  $(-15 \div -10)^\circ C$ , протекает с участием одного типа активных центров ( $\ln M = 13,4$ ). При многократной циркуляции титанового катализатора использование трубчатого турбулентного аппарата повышает активность каталитической системы и увеличивает средние молекулярные массы 1,4-цис-полиизопрена. Появляется возможность синтеза в 2 раза более стабильного по значениям вязкости по Муну каучука марки СКИ-3. Данные зависимости обусловлены формированием более реакционноспособных активных центров полимеризации изопрена, что в свою очередь может быть связано с дроблением крупных частиц под действием турбулентных пульсаций в контуре циркуляции.

Приготовление катализатора на основе крупных частиц хлорида неодима приводит к формированию двух типов центров полимеризации изопрена, производящим макромолекулы полиизопрена со средними значениями молекулярных масс  $\ln M=12,8$  и  $\ln M=14,2$ . Приготовление катализатора с использованием суспензии сольвата из мелких частиц определяет функционирование только одного типа центров полимеризации  $\ln M \approx 13,4$ . Показано, что одним из важнейших условий формирования высокоактивного моноцентрового неодимового катализатора для синтеза 1,4-цис-полиизопрена является использование суспензии сольвата хлорида неодима из как можно более мелких частиц с оптимальным содержанием  $ROH$ . Это определяет необходимость циркуляции суспензии сольвата хлорида неодима в турбулентных потоках в качестве стадии предварительной подготовки для взаимодействия с алюминийорганической компонентой.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 14-03-97027).

**Литература**

1. Захаров В.П., Захарова Е.М., Насыров И.Ш., Жаворонков Д.А. // Журнал прикладной химии. 2014. Т. 87. №5. С. 624-629.

2. Захаров В.П., Мингалева В.З., Берлин А.А., Насыров И.Ш., Жаворонков Д.А., Захарова Е.М. // Химическая физика. 2015. Т. 34, №3. С.69-75.

**О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИАГЛОМЕРАТОРА КАУЧУКОВ  
«КВАНТИСЛИП МАРКИ БМ-2Р» В ТЕХНОЛОГИИ  
СИНТЕТИЧЕСКОГО ИЗОПРЕНОВОГО КАУЧУКА**

**И.Ш. Насыров<sup>1</sup>, В.Ю. Фаизова<sup>1</sup>, Д.А. Жаворонков<sup>1</sup>, С.М. Кавун<sup>2</sup>,**  
*А.С. Меджибовский<sup>2</sup>, А.С. Колокольников<sup>2</sup>, Д.Н. Роскач<sup>2</sup>, В.Ф. Степичева<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *ОАО «Синтез-Каучук», Стерлитамак, Россия;*

<sup>2</sup> *ООО «НПП КВАЛИТЕТ», Москва, Россия;*

<sup>3</sup> *ЧАО «РОСАВА», Украина*

**ADVANTAGES IN THE USE OF  
«QUANTISLIP BM-2R» AS THE ANTI-AGLOMERATOR  
IN SYNTHETIC ISOPRENE RUBBER TECHNOLOGY**

**I.Sh. Nasyrov<sup>1</sup>, V.Yu. Faizova<sup>1</sup>, D.A. Zhavoronkov<sup>1</sup>, S.M. Kavun<sup>2</sup>,**  
*A.S. Medzhibovskiy<sup>2</sup>, A.S. Kolokolnikov<sup>2</sup>, D.N. Roskach<sup>2</sup>, V.F. Stepicheva<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *JSC «Sintez-Kauchuk», Sterlitamak, Russia;*

<sup>2</sup> *LLC «Qualitet R&D», Moscow, Russia;*

<sup>3</sup> *PJSC «ROSAVA», Ukraine*

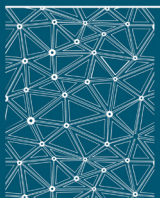
Поиск и создание новых эффективных природосберегающих антиагломераторов (ААГ) в производстве синтетического цис-1,4-полиизопрена взамен стеарата кальция является востребованным направлением. В результате научных разработок, проводимых ООО «НПП КВАЛИТЕТ» в содружестве с ОАО «Синтез-Каучук» и с шинным предприятием ЧАО «РОСАВА», были разработаны антиагломераторы серии «Квантислип» марок «А» и «Б», основным действующим веществом которых являются кальциевые соли алкилароматических кислот. При проведении опытно-промышленных испытаний (ОПИ) в 2012 и 2013 гг. в ОАО «Синтез-Каучук» был показан ряд технологических преимуществ применения «Квантислипа» по сравнению с широко применяемыми водными суспензиями кальциевых солей карбоновых кислот.

Результаты испытаний опытно-промышленных партий каучука СКИ-3 (100 т в 2012 г. и 180 т в 2013 г.) при выпуске промышленных партий шин на предприятии ЧАО «РОСАВА» в целом были положительными, но обнаружались некоторые недостатки.

В результате проведенных исследований нами был найден оптимальный вариант – антиагломератор каучуков «Квантислип марки БМ-2Р» гибридного состава.

В данной работе излагаются результаты лабораторных, опытно-промышленных испытаний «Квантислипа марки БМ-2Р» в производстве СКИ-3 в качестве антиагломератора каучука, а также результаты изучения свойств шинных резин и промышленного использования опытного СКИ-3 (220 тонн) при изготовлении шин в ЧАО «РОСАВА».

Ряд выявленных преимуществ каучука СКИ-3, выпускаемого с применением нового ААГ, может представлять интерес не только для совершенствования свойств шинных резин, где используется СКИ-3, но и с целью импортозамещения натурального каучука в тех элементах шин, где он до сих пор широко используется.



## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ

**А.В. Нестеров, Е.С. Филатов**

*АО "Меттлер Толодо Восток", г. Казань, Россия*

## IDENTIFICATION OF THERMOPLASTIC POLYMERS: MELTING ANALYSES BY DSC

**A.V. Nesterov, E.S. Filatov**

*JSC "Mettler Toledo East", Kazan, Russia*

Термопластичные полимеры твердеют при температурах ниже точки стеклования. В таких твердых аморфных полимерах молекулы располагаются так же, как в расплаве – хаотически. При плавлении кристаллов на кривых ДСК образуются широкие пики плавления. Кристаллы сравнительно небольшие и окружены аморфными участками. Ввиду ограниченной подвижности элементов молекул вблизи поверхности складок кристалла соответствующую структуру называют застывшим аморфным участком. Эти компоненты не идентифицируются напрямую на кривой ДСК. Наряду с такими аморфными участками имеются также подвижные аморфные компоненты, которые определяют точку стеклования.

При нагреве кристаллические компоненты плавятся не при определенной температуре, а в интервале температур. Температура плавления кристаллов зависит от их размера. Ввиду наличия кристаллов различного размера полимеры всегда имеют диапазон температур плавления, что дает сравнительно широкий пик плавления на кривой ДСК.

Энтальпию плавления  $\Delta H_{пл}$  и температуру плавления (температуру пика)  $T_{пл}$  определяли с помощью программного обеспечения STARe.

Значения энтальпии плавления  $\Delta H_{пл}$  в перерасчете на 100 % кристаллический материал получены из базы данных ATHAS [1]. Степень кристалличности полимеров рассчитана с помощью опции программного обеспечения STARe. Определены основные факторы, влияющие на термодинамические характеристики процесса плавления.

### Литература

1. Bernhard Wunderlich // *Thermal Analysis of Polymeric Materials* // Springer. Berlin. 2005. P. 777–800.



**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИЦИЙ,  
НАПОЛНЕННЫХ КОРОТКИМИ ВОЛОКНАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА 1010****А.А. Никифоров<sup>1</sup>, Р. Ринберг<sup>2</sup>, Л. Кролл<sup>2</sup>, Н.А. Охотина<sup>1</sup>, С.И. Вольфсон<sup>1</sup>**<sup>1</sup> *Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия.*<sup>2</sup> *Хемницкий технологический университет, г. Хемниц, Германия.***PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF COMPOSITES  
BASED ON POLYAMIDE 1010 FILLED WITH SHORT FIBERS****A.A. Nikiforov<sup>1</sup>, R. Rinberg<sup>2</sup>, L. Kroll<sup>2</sup>, N.A. Okhotina<sup>1</sup>, S.I. Volfson<sup>1</sup>**<sup>1</sup> *Kazan national research technological university, Kazan, Russia*<sup>2</sup> *Chemnitz technological university, Chemnitz, Germany*

В настоящее время композиции пластических масс с короткими и длинными волокнами широко применяются в автомобильной промышленности. В последние десятилетия, в связи с ограниченностью ископаемых ресурсов, растёт интерес к получению и исследованию полимеров из возобновляемого сырья. Одним из таких полимеров является полиамид 1010 (ПА 1010), полученный полностью из возобновляемого сырья. Этот полимер имеет температуру плавления 200°C, влагопоглощение 1.8%, что значительно ниже, чем у других полиамидов, предел текучести при растяжении 54 МПа и модуль упругости 1700 МПа.

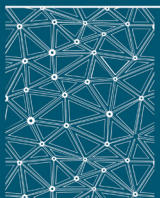
Работа посвящена изучению физико-механических характеристик композитов на основе ПА 1010, наполненных углеродными, стеклянными и целлюлозными короткими волокнами.

Композиции получали на двухшнековом экструдере «Noris Plastic ZSC» с L/D=40. Образцы для испытаний получали на литьевой машине «Arburg All Drive 370».

Проведённые испытания показывают, что композиции, наполненные коротким стекловолокном, имеют более низкий уровень модуля упругости при растяжении по сравнению с композициями, содержащими углеволокно. Так как при испытаниях на растяжение волокно принимает на себя нагрузку, важным является объём, который волокно занимает в композиции. В таблице 1, приведены характеристики композиций при одинаковом объёмном содержании волокна. Из данных таблицы 1 предел текучести для композиции со стекловолокном и углеволокном имеют приблизительно одинаковые значения. В тоже время, модуль упругости при растяжении существенно выше для композиции стекловолокном. Введение ПА 1010 целлюлозного волокна, хотя и приводит к повышению предела текучести и модуля упругости при растяжении, но значительно меньше, чем у углеволокна и стекловолокна. А сочетание целлюлозного волокна и углеволокна в количестве по 20 % мас. в композиции позволяет увеличить модуль упругости и предел текучести при растяжении, и одновременно снизить стоимость композиции.

**Литература**

1. Bernhard Wunderlich // *Thermal Analysis of Polymeric Materials* // Springer. Berlin. 2005. P. 777–800.



**МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПРОДУКТОВ  
ПОЛИМЕРНОЙ КАТАЛИЗАТОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ  
МЕЖДИСЦИПЛИНАРОНОГО ЦЕНТРА “АНАЛИТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ” КФУ**

**Ю.Н. Осин, В.В. Сальников, В.Г. Евтюгин, В.В. Воробьев**

*Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет, МДЦ АМ*

**METHODS OF ANALYTICAL MICROSCOPY IN DIAGNOSTICS OF PRODUCTS OF THE  
POLYMERIC CATALYTIC INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE INTERDISCIPLINARY  
CENTER FOR ANALYTICAL MICROSCOPY (KFU).**

**Yu.N. Osin, V.V. Salnikov, V.G. Evtygin, V.V. Vorobiev**

*Kazan, Kazan (Privolzhsky) Federal University, MDC AM*

Междисциплинарный центр был создан в 2013 г. для научно исследовательских работ по программе развития КФУ. Центр сотрудничает со всеми научными подразделениями КФУ в области физики, химии, биологии, биомедицины, геологии, нанотехнологии и материаловедения.

Междисциплинарный центр “Аналитическая микроскопия” в настоящее время оснащен универсальным аналитическим комплексом высокой разрешающей электронной микроскопии с системой корреляционной микроскопии Carl Zeiss, установками вакуумного термического и катодного напыления и сушкой в критической точке Quorum, ультрамикротомом Leica, лабораторией пробоподготовки Buehler, зондовым микроскопом Fast Scan, конфокальным микроскопом LSM 780. В декабре 2015 года закуплен и установлен просвечивающий электронный микроскоп атомарного разрешения Hitachi HT7700.

Направления: сканирующая электронная микроскопии высокого разрешения, микрозондовый анализ, дифракция отраженных электронов, атомно-силовая микроскопия, конфокальная микроскопия, просвечивающая микроскопия атомарного разрешения.

МДЦ АМ выполняет заказы и проводит измерения для всех институтов КФУ, ведущих Openlab КФУ и сторонних организаций как в Республике Татарстан, так и по всей России.

В частности на базе имеющегося оборудования Междисциплинарный центр “Аналитическая микроскопия” КФУ проводятся исследования и анализы по многим направлениям, например:

1. исследования внутренней структуры полимерных материалов;
2. изучение наночастиц металлов, полученных в процессе синтеза;
3. микрозондовый элементный анализ;
4. усовершенствование технологий лазерной обработки поверхности;
5. разработка, создание и испытание наноматериалов функционального назначения, в том числе металлических, особо чистых, керамических, полимерных и композиционных образцов;
6. гено-клеточная терапия при различных заболеваниях и др.

В Междисциплинарном центре “Аналитическая микроскопия” КФУ постоянно происходит совершенствование методов обработки материалов, обладающих различной структурой и свойствами.



**ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ ВУЛКАНИЗАТЫ НА ОСНОВЕ СМЕСИ КАУЧУКОВ  
РАЗЛИЧНОЙ ПОЛЯРНОСТИ И ПОЛИПРОПИЛЕНА**

**О.А. Панфилова, И.И. Вахитов, Р.Р. Миннегалиев,  
С.И. Вольфсон, Р.К. Сабиров, Н.А. Охотина**  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань*

**THERMOPLASTIC VULCANIZATES OF BLENDS OF POLYPROPYLENE  
AND VARIOUS-POLAR RUBBERS**

**O.A. Panfilova, I.I. Vakhitov, R.R. Minnegaliev, S.I. Volfson, R.K. Sabirov, N.A. Okhotina**  
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Термопластичные вулканизаты (ТПВ) – это полимерные материалы, которые в условиях эксплуатации способны, подобно эластомерам, к обратимым деформациям, а при переработке текут, подобно термопластам. Такое сочетание свойств достигается за счет высокоскоростного и высокотемпературного смешения каучуков и термопластов с одновременным введением компонентов вулканизирующей системы. Такие материалы называются также динамически вулканизованными термоэластопластами (ДТЭП).

Большой интерес представляют термопластичные вулканизаты на основе смеси каучуков и полиолефинов, в том числе и каучуков различной полярности, так как их использование может обеспечить оптимальное сочетание упруго-прочностных свойств и повышенной устойчивости материала к действию агрессивных сред.

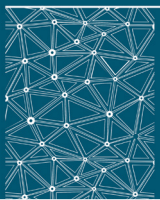
В рамках настоящей работы были проведены исследования структуры и свойств ТПВ на основе изопренового (СКИ-3), бутадиен-нитрильного (БНКС-28) каучуков и полипропилена (ПП).

Вследствие того, что в исследуемом материале содержатся полярные (БНКС-28) и неполярные (СКИ-3, ПП) полимерные компоненты, для лучшего их совмещения необходимо вводить в состав композиции специальные совмещающие добавки (компатибилизаторы). В большинстве случаев это малеинизированные полиолефины. В настоящей работе в качестве компатибилизатора использовалась добавка отечественного производства «Эталитен РР-г-МАН».

На первом этапе исследований отработывались рецептурно-технологические факторы приготовления композиций. Были исследованы различные соотношения компонентов полимерной фазы ТПВ и показано, что при соотношении СКИ-3/БНКС-28/ПП = 60/10/30 достигается оптимальное сочетание упруго-прочностных свойств и стойкости к действию агрессивных сред (бензин, моторное масло).

Были отработаны режимы изготовления композиций (одностадийный, двухстадийный) и выяснено, что способ получения незначительно сказывается на свойствах конечного материала.

На следующем этапе были проведены исследования морфологии исходных каучуков, ПП, ТПВ на их основе, а также композиций, модифицированных одностенными и многостенными нанотрубками, методом оптической микроскопии. Показано, что наибольшее влияние на фазовую структуру композитов оказывает присутствие компатибилизатора. Введение одностенных нанотрубок (получены плазмохимическим методом) в состав ТПВ не приводит к существенному изменению его фазовой структуры, а в присутствии многостенных трубок (получены пиролизным методом) увеличивается сродство неполярного и полярного каучуков, что способствует формированию более регулярной фазовой структуры.



**ПРОИЗВОДНЫЕ ФУРАНА КАК МОДИФИКАТОРЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ  
СБК МЕТОДОМ АНИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.**

**Н. Патулярд**

*Пеннакем ЛЛС, г. Мемфис, США*

**FURAN DERIVATIVES USED AS MODIFIERS IN PRODUCTION  
OF SBR BY ANIONIC POLYMERIZATION**

**N. Patulard**

*Pennakem LLC, Memphis, USA*

На свойства синтетических стирол-бутадиеновых каучуков (СБК) оказывают влияние модификаторы, применяемые при анионной полимеризации. Модификаторы влияют на ключевые характеристики синтезируемых каучуков, такие как микро- и макроструктура, определяемые содержанием стирола и 1,2-винильных фрагментов в полимере.

На выбор адекватного модификатора также оказывает влияние продолжительность и кинетика реакции, которая в свою очередь зависит от стерических и электроотрицательных эффектов в структуре модификатора. Наличие гетероатомов является ключевым элементом эффективности модификатора, а также в его обеспечении контроля качества каучука. Температура реакции может также регулироваться выбором модификатора.

Правильный выбор модификатора позволяет избежать стадии охлаждения для адиабатических процессов и обеспечивает более «гладкое» протекание процесса в контролируемых условиях. Данный элемент также снижает стоимость всего процесса.

Важно также отметить, что температура кипения выбранного модификатора оказывает влияние как на его присутствие в конечном полимере, так и, в сочетании с его потенциальной растворимостью в воде, может определять возможность его восстановления в ходе процесса. Данный элемент представляет собой еще один элемент управления затратами.

Для того, чтобы технические характеристики каучуков соответствовали всё более усложняющимся запросам производителей шин, полимеры должны отличаться высоким содержанием винильных фрагментов. Данная характеристика позволяет производить шины с низким сопротивлением качению, востребованные всеми автомобильными конструкторами. СБК с высоким содержанием винила могут быть получены при выборе соответствующего модификатора. В таких каучуках нередко наблюдается содержание винильных фрагментов на уровне 70 и даже 80%, что оказалось возможным при выборе правильного модификатора.

Производные фурана принадлежат к лучшим модификаторам, позволяющим достичь высокого уровня содержания винильных фрагментов в полимере по сравнению с применением других традиционных систем. Такие системы уже хорошо описаны и известны как обеспечивающие наилучшую оптимизацию процессов на промышленном уровне.



**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕР-ПОЛИОЛОВ  
В ГЕРМЕТИКАХ НА ОСНОВЕ СИЛАНТЕРМИНИРОВАННЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ**

**И.А. Петлин<sup>1</sup>, А.Г. Минсафина<sup>1</sup>, В.Ф. Еганов<sup>2</sup>, Ю.Н. Хакимуллин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Россия

<sup>2</sup> ЗАО «Химтраст», г. Нижнекамск, Россия

**STUDY THE POSSIBILITY OF USING OF THE POLYMER-POLYOLS  
IN SEALANTS BASED ON SILANE-TERMINATED POLYURETHANES**

**I.A. Petlin<sup>1</sup>, A.G. Minsafina<sup>1</sup>, V.F. Eganov<sup>2</sup>, Y.N. Khakimullin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

<sup>2</sup> ZAO «Himtrust», Nizhnekamsk, Russian Federation

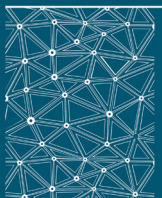
Изучалась возможность использования полимер-полиолов в герметиках на основе силантерминированных полиуретанов (STP).

Полимер-полиолы – это стабильные продукты, получаемые диспергированием твердых полимеров (полимеров и сополимеров виниловой группы, полимочевины, полиуретанов) в жидких простых полиэфирах в процессе синтеза. Главной функцией полимер-полиолов является повышение твердости или жесткости полиуретанов, повышение способности выдерживать нагрузку при многократной деформации или способность полиуретановых пен адсорбировать энергию, а также снижение количества поверхностных дефектов на изделиях. Добавление полимер-полиолов в различных пропорциях позволяет управлять физико-механическими свойствами ППУ.

На основе ЛапС 48-40, представляющего собой устойчивую дисперсию полимерных частиц привитого сополимера лапрола 3600 со стиролом (содержание твердого полимера 40%), был синтезирован силантерминированный полиуретан. Затем его вводили в герметизирующую композицию в количестве 5-20 мас. ч. на 100 мас. ч. основного связующего (STP на основе полиоксипропиленгликоля с молекулярной массой 8000 а.е.м.).

По результатам исследования установлено, что с увеличением количества вводимого STP на основе ЛапС 48-40 происходит незначительное увеличение вязкости герметизирующих паст. Время отверждения герметиков примерно одинаковое. С увеличением количества STP на основе ЛапС 48-40 наблюдается увеличение прочности герметиков до 30% и снижение относительного удлинения на 30%. Полученные герметики обладают хорошей адгезией и когезионным характером отслоения от стекла и алюминия.



**СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ФОСФОР - И СЕРАСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ  
ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЕННЫХ ФЕНОЛОВ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ  
СТАБИЛИЗАТОРОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

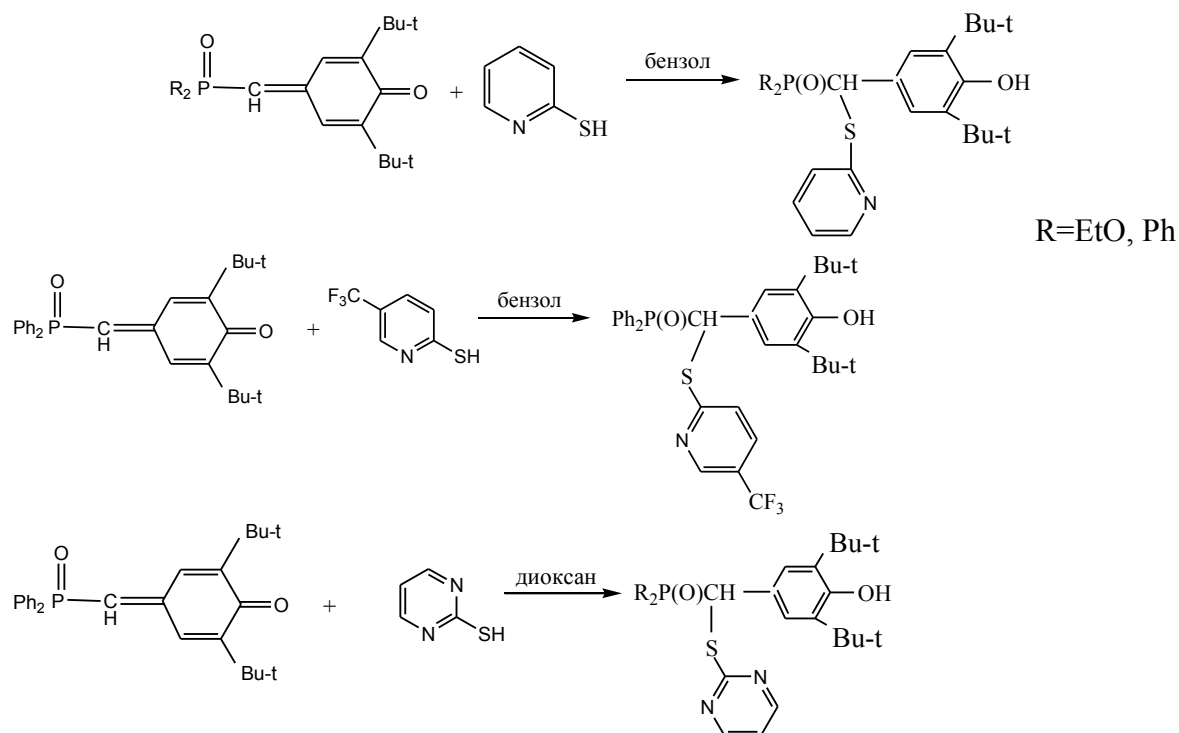
**А.Л. Писцова, Е.М. Зуевская, Л.П. Шамсутдинова, Р.К. Исмагилов, М.Б. Газизов**  
*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия*

**SYNTHESIS AND PROPERTIES OF PHOSPHORUS- AND SULPHURCONTAINING  
DERIVATES OF STERICALLY HINDERED PHENOLS – POTENTIAL  
STABILIZERS OF POLIMER PRODUCTS**

**A.L. Pistsova, E.M. Zuevskaya, L.P. Shamsutdinova, R.K. Ismagilov, M.B. Gazizov**  
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Пространственно-затрудненные фенолы – эффективные ингибиторы свободнорадикальных процессов окисления и термодеструкции. В настоящее время является актуальным создание полифункциональных (гибридных) антиоксидантов, молекулы которых содержат наряду с замещенным фенольным фрагментом, иные реакционные центры, способные ингибировать окислительные процессы, проявляя внутримолекулярный синергический эффект.

С целью синтеза новых полифункциональных органических соединений нами продолжено изучение присоединения к фосфорилированным метилехинонам различных нуклеофилов [1]. Нами исследовано взаимодействие фосфорилированных метилехинонов с меркаптопроизводными гетероциклов: 2-меркаптопиридином, 2-меркапто-5-(трифторметил)пиридином, 2-меркаптопиримидином.



Меркаптопроизводные пиридина, являясь мягкими активными нуклеофилами, легко присоединяются в положении 1-6 фосфорилированных метиленихинонов. Реакция осуществляется в среде бензола или диоксана на холоду в отсутствие катализатора в течение 5-7 дней.

Строение синтезированных продуктов подтверждено данными ИК-, ЯМР  $^1\text{H}$ - и ЯМР  $^{31}\text{P}$ -спектроскопии. Данные препараты переданы на испытание антиоксидантной активности.

#### Литература

1. М.Б. Газизов и др., *Вестник КГТУ*, т.17, №5, 2014, С. 29.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА И ДОЗИРОВОК МАСЕЛ-ПЛАСТИФИКАТОРОВ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА СВОЙСТВА РАСТВОРНОГО БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА, РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ И РЕЗИН НА ЕГО ОСНОВЕ**

**И.С. Плеханова, В.Н. Борисенко, И.Г. Ахметов**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

### **INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TYPE AND DOSAGE OF OIL-PLASTICIZERS WITH LOW PAHS ON PROPERTIES OF SOLUTION STYRENE-BUTADIENE RUBBER AND RUBBER COMPOSITIONS**

**I.S. Plekhanova, V.N. Borisenko, I.G. Akhmetov**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

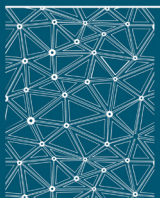
К современным шинам применяются множество требований, и одно из основных – это канцерогенная безопасность, которая устанавливается регламентом REACH. Поэтому промышленность СК и РТИ была переориентирована на использование канцерогенно-безопасных масел Норман-346 типа TDAE, получаемого компаундированием экстрактов очистки масляных фракций нефти с минимальным содержанием полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) <2,9 % и нового поколения Норман-132 типа MES (сольват средней очистки) с содержанием ПАУ 1,3 % [1].

Объектами исследования являются образцы растворного бутадиен-стирольного каучука (РБСК) с высоким содержанием виниловых звеньев, наполненные маслами типов TDAE и MES марок Норман-346 и Норман-132 в диапазоне дозировок от 12,0 до 25,0 % масс. В исследуемых образцах содержание стирола составило 20,3-24,7 % масс., 1,2-звеньев на уровне 58,0-65,1 % масс., полидисперсность - 2,2-2,6.

Исследуемые образцы каучука были испытаны в составе резиновых смесей согласно ГОСТ ISO 2322. Показано, что введение масел-пластификаторов значительно улучшает перерабатываемость резиновых смесей: приводит к уменьшению ее вязкости, энергозатрат при смешении, температуры выгрузки, снижению «эффекта Пейна».

Прочностные свойства вулканизатов, содержащих Норман-346, при увеличении его дозировки не изменяются. Для резин с маслом Норман-132 прочность падает с увеличением содержания пластификатора.

Увеличение содержания масел приводит к уменьшению относительного гистерезиса при растяжении резин, к снижению теплообразования по Гудричу, твердости и эластичности по отскоку резин. Снижение сопротивления качению резин (показателя  $\text{tg}\delta$  при 60°C) отмечено для образцов, содержащих 12,0 % масс. применяемых масел. Дальнейшее увеличение дозировок масел приводит к изменению показателя  $\text{tg}\delta$  по кривой с максимумом. Применяемые масла повышают коэффициент трения резин по мокрому асфальту.



В ходе работы определено, что масла TDAE и MES имеют различную совместимость с РБСК и пластифицирующую способность, что определяет отличный характер в технологическом поведении смесей, уровне эксплуатационных и прочностных свойств резин.

По комплексу свойств для наполнения РБСК предпочтительно использование масла Норман-346 типа TDAE.

Литература

1. Радбиль А.Б., Щепалов А.А., Захаров И.В., Ходов Н.В. *Современные тенденции канцерогенной безопасности мирового шинного рынка. // XX Юбилейная научно-практическая конференция «Резиновая промышленность: Сырье, материалы, технологии». (Москва, 25-29 мая 2015): тез. докл. Москва, 2015. С. 230-231.*



**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССИНГОВЫХ ДОБАВОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА  
НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ В ПАО «КАЗАНЬОРГСИНТЕЗ»**

**М.А. Пыренкова<sup>1</sup>, Е.В. Марянина<sup>1</sup>, Б.Н. Бобров<sup>1</sup>, Р.А. Сафаров<sup>1</sup>, Р.И. Васильев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ПАО «Казаньоргсинтез», г. Казань, Россия

<sup>2</sup> ЗАО «ЗМ, Россия»

**APPLICATION OF PROCESSING ADDITIVES IN THE PRODUCTION  
OF LOW PRESSURE POLYETHYLENE IN THE PJSC "KAZANORGSINTEZ"**

**M.A. Pyrenkova<sup>1</sup>, E.V. Markina<sup>1</sup>, B.N. Bobrov<sup>1</sup>, R.A. Safarov<sup>1</sup>, R.I. Vasiliev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> PJSC «Kazanorgsintez», Kazan, Russia

<sup>2</sup> «ЗМ Company, Russia»

ПАО «Казаньоргсинтез» - предприятие с многолетним опытом крупнотоннажного производства полиэтилена высокой плотности. Постоянное совершенствование ассортимента, определяемое требованиями рынка, позволило освоить выпуск продукции с оптимальным балансом технологических и эксплуатационных характеристик. В 2001 г. на заводе ПППНД освоено производство пленочной марки полиэтилена 293-285Д с применением процессинговой добавки Dynamar FX 5920. Марка зарекомендовала себя как высокотехнологичная и является на протяжении многих лет наиболее востребованной на рынке сбыта.

После широкомасштабной модернизации в 2004-2007 гг., впервые в России в ПАО «Казаньоргсинтез» начато производство линейного полиэтилена низкой плотности по технологии фирмы «Univation Technologies». Для повышения эффективности и технологичности лицензионной марки была проведена оптимизация состава композиции введением процессинговой добавки Dynamar FX 5920.

В 2008 г. в ПАО «Казаньоргсинтез» начат выпуск бимодального полиэтилена типа ПЭ100. Термо-, светостабилизированная техническим углеродом композиция ПНД высокой плотности ПЭ2НТ11-9 на базе бимодального полиэтилена, применяемая для изготовления труб и соединительных деталей, сочетает высокие прочностные характеристики и высокую технологичность при переработке. Однако вследствие высокой вязкости расплава, при переработке ПЭ 100 присутствуют большие термомеханические нагрузки и повышенное образование нагара на формирующем инструменте экструзионных линий. Усовершенствование рецептуры композиции с введением процессинговой добавки Dynamar FX 5911 привело к улучшению технологичности процесса переработки и снижению до минимума нагарообразования.

В 2009 г. в ходе лабораторных испытаний новой полимерной добавки фирмы ЗМ Dynamar FX 5922 в составе различных марок ПНД, установлена возможность снижения концентрации процессинговой добавки в пленочном полимере при сохранении ее эффективности и улучшении качества конечного

продукта. На основании полученных данных Dynamar FX 5922 введен в рецептуру пленочных марок ПНД в пониженном в 2 раза количестве. Также по результатам проведенных работ установлен положительный эффект при применении добавки Dynamar FX 5922 в композициях полиэтилена высокой плотности для экструзионно-раздувного и литьевого формования, выраженный в возможности снижения термоокисления полимера при переработке и стабилизации физико-механических свойств, на основании чего добавка введена в состав соответствующих композиций.

Проведенные лабораторные исследования 2-х новых добавок фирмы 3М в составе пленочных композиций показали высокую эффективность и экономичность Dynamar FX 5917 и Dynamar FX 5929, что может позволить снизить количество процессинговой добавки в полимере еще в 1,5-2 раза с одновременным улучшением технологичности полимера при переработке.

### **ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЛИПРОПИЛЕН МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Э.Р. Рахматуллина, Р.Ю. Галимзянова, Ю.Н. Хакимуллин**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

### **EFFECTS OF RADIATION EXPOSURE TO POLYPROPYLENE MEDICAL**

**E.R. Rakhmatullina, R.Y. Galimzyanova, Y.N. Khakimullin**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

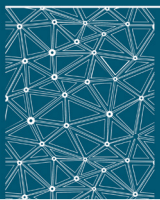
Благодаря своим свойствам и умеренной стоимости в мире активно развивается использование полипропилена для изготовления медицинских изделий. В частности полипропилен широко используется для производства нетканого материала для изготовления медицинской одежды и белья. Для промышленной стерилизации таких изделий используется радиационный метод. Целью нашего исследования является разработка и внедрение радиационнстойкой полимерной композиции на основе полиолефинов для использования в производстве волокон и нетканых материалов для изготовления изделий медицинского назначения.

Существуют следующие направления исследований проводимых с этой целью: нахождение эффективных стабилизаторов (антирадов); использование других полимеров (например, сополимера полипропилена и этилена), изменение технологии получения нетканого полотна (температуры охлаждения нитей).

В настоящее время по теме данного исследования подобран оптимальный комплекс стабилизаторов на радиационную стойкость композиций на основе полипропилена марки PP 1562 R.

В результате проведенных испытаний, установлено, что из изученных стабилизаторов, наиболее оптимальным является стабилизатор, включающая сополимер пропилен с этиленом, пространственно затрудненный амин - поли-(1 $\alpha$ -г-бета-гидроксиэтил-2,2,6,6-тетраметил-4-гидроксипиперидилсукцинат), стабилизатор, в которой сополимер пропилен с этиленом содержит от 3 до 11% этилена и имеет показатель текучести расплава от 25 до 50 г/10 мин, в качестве стабилизатора она содержит ди(4-метил-2,6-дитретбутилфенил) фосфористую кислоту, олигомерный дифенокси-пропилиден-фениловый эфир фенилфосфоновой кислоты и пентаэритрил-тетраakis-3-(3',5'-ди-трет-бутил-4'-гидроксифенил) пропионат и дополнительно концентрат красителя Remafin.

Его введение позволяет снизить деструкцию полипропилена, что проявляется в стабильности характерных показателей радиационной стойкости полипропилена.



**НОВЫЕ КАУЧУКИ и ТЭП ПАО «СИБУР ХОЛДИНГ»**

**А.И. Рахматуллин<sup>1</sup>, М.А. Каюмова<sup>1</sup>, А.С. Лынова<sup>1</sup>, М.В. Никулин<sup>2</sup>, Е.А. Глебова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия;

<sup>2</sup> ООО «СИБУР», г. Москва, Россия

**NEW RUBBERS and TPEs of PJSC "SIBUR HOLDING"**

**A.I. Rakhmatullin<sup>1</sup>, M.A. Kayumova<sup>1</sup>, A.S. Lynova<sup>1</sup>, M.V. Nikulin<sup>2</sup>, E.A. Glebova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> "Voronezhskintezkauchuk" SC, Voronezh, Russia

<sup>2</sup> «Sibur» LLC, Moscow, Russia

Перед химической промышленностью настоящего времени стоят многочисленные вызовы с точки зрения рыночной среды и участников рынка. Среди них волатильность цен на сырье, высокая конкуренция, повышение уровня сложности продуктов и технологий, возрастающие требования потребителя. При этом передовым компаниям все сложнее достичь превосходства в технической и технологической оснащенности, разница в уровне которых между компаниями сокращается. И успеха в этой борьбе достигнут организации, в наибольшей степени связанные и взаимодействующие с рынком и которые будут обладать специфическими знаниями и технологиями, максимально удовлетворяющими требования потребителей.

Активно развивается в этом направлении и ПАО «Сибур Холдинг, являющейся крупнейшей нефтехимической компанией СНГ и Восточной Европы. Компания обладает одним из наиболее диверсифицированных портфелей эластомерной продукции в мире, имеет 3 производства СК на территории РФ, 2 научно-исследовательских центра, обширную сеть офисов продаж и технического сервиса клиентов, складов и пунктов логистики, а также совместные предприятия с лидерами нефтехимии Индии и КНР.

Производители СК сталкиваются с ужесточающимися требованиями со стороны шинной промышленности к материалам, которые должны позволять соблюдать требования к их переработке и производить шины с балансом противоречивых эксплуатационных характеристик.

Большими темпами развивается и промышленность ТЭП. Важным здесь является сегментирование рынка, которое позволяет выделить наиболее приоритетные направления и продукты для производства и разработки.

В докладе представлены продуктовые линейки шинных растворных каучуков (бутадиен-стирольные и бутадиеновые каучуки) и ТЭП, в рамках каучуков и эластомеров, как основных направлений развития Компании. Описано видение развития по данным типам продуктов, обсуждены результаты тестов разработок, по которым в том числе запланированы опытно-промышленные выпуски.

Показана и проработка жидкофазного наполнения растворных СК, перспективной технологии, которая позволит сократить затраты на производстве шин и повысить комплекс их характеристик.

Таким образом, в материалах показано, что производимые в Сибуре шинные растворные каучуки и ТЭП могут в кратчайшие сроки заменить имеющиеся на рынке СК не только в классе общедоступных продуктов, но и в сегменте передовых современных материалов.





**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СИНТЕЗА ПОЛИУРЕТАНОВ НА ОСНОВЕ  
ЦИКЛОАЛИФАТИЧЕСКОГО ДИИЗОЦИАНАТА И ОЛИГОКАРБОНАТДИОЛОВ****Э.А. Резванова***Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Россия, Казань***DEVELOPMENT OF METHODS OF SYSTHESIS POLYURETANES BASED  
ON CYCLOALIPHATIC DIISOCYANATS AND OLIGOCARBONAT DIOLS****E.A. Rezvanova***Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Лакокрасочные материалы на основе полиуретана заняли довольно прочные позиции на российских и международных рынках. Отличительной особенностью полиуретановых покрытий, определяющих их востребованность многими отраслями промышленности, являются превосходные эксплуатационные и декоративные свойства.

С целью выявления возможности отверждения олигокарбонатдиолов изофтородиизоцианатом введением катализаторов для получения полиуретановых покрытий и клеевых композиций был осуществлен синтез покрытий в присутствии аминных и металлорганических катализаторов. В зависимости от природы катализаторы (третичные амины, щелочные соединения и металлорганические соединения) оказывают различный каталитический эффект, это обусловлено реакционной способностью изоцианатной группы по отношению к соединениям, содержащим активный атом водорода. В качестве вторичных и третичных аминных катализаторов были использованы бензилдиметиламин, диэтиламин и триэтиламин, а так же оловосодержащий катализатор (дибутилдилауринат олова). Отверждение покрытий при использовании вторичных и третичных аминных катализаторов проводили при температурах 25 °С, 50 °С, 70 °С.

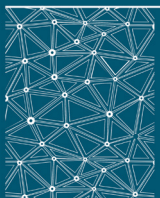
Соотношение между реагентами было рассчитано, исходя из эквимольного соотношения гидроксильных и изоцианатных групп.

В ходе эксперимента было выявлено, что триэтиламин не является подходящим катализатором для получения эластичных пленок по одностадийному методу из олигокарбонатдиолов и циклоалифатического диизоцианата. При получении полиуретанов на основе олигокарбонатдиолов и изофторондиизоцианата в присутствии бензилдиметиламина и диэтиламина с увеличением температуры скорость реакции возрастает, что особенно заметно для высокомолекулярных синтезов. В случае более низких температур, синтез затягивается, что делает его экономически неэффективным.

Дальнейшее исследование было направлено на подбор новых эффективных катализаторов из числа различных соединений металлов. Наиболее подходящими из них считаются оловоорганические соединения, которые в настоящее время используются в промышленности для получения полиуретанов. При использовании оловосодержащего катализатора (дибутилдилауринат олова) наблюдается наибольшее влияние строения фрагментов олигомерных диолов на скорость реакции уретанообразования. Так, для синтезов с участием низкомолекулярных полиэфиров скорость синтеза существенно возрастает.

Процессы образования пространственных структур в покрытиях определяли по содержанию гель-фракции при экстрагировании ацетоном в аппарате Сокслета.

Все синтезированные связующие содержат в своем составе пространственные структуры. Увеличение количества диизоцианата в исходной смеси приводит к росту содержания гель-фракции.



## **СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВЫХ АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СМОЛ НА ОСНОВЕ ИЗОПРЕНА**

**В.А. Розенцвет**

*Институт экологии Волжского бассейна РАН,  
г. Тольятти, Россия*

## **SYNTHESIS AND PROPERTIES OF NEW ALIPHATIC HYDROCARBON RESINS ON THE BASE OF ISOPRENE**

**V.A. Rozentsvet**

*Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS,  
Togliatti, Russia*

Углеводородные смолы – это аморфные термопластичные полимеры с относительно низкой молекулярной массой, невысокой вязкостью расплава и высокой температурой размягчения. В нашей стране такие смолы обычно называют «нефтеполимерными».

Углеводородные смолы получают из различных видов сырья. Согласно литературным данным алифатические углеводородные смолы характеризуются наиболее высоким комплексом физико-механических свойств и стойкостью к атмосферному старению. Эти смолы широко используются в производстве термопластичных композиций для разметки дорог, адгезивов, пластификаторов каучуков и пластиков, компонентов лакокрасочных материалов. Процесс производства алифатических углеводородных смол основан на катионной полимеризации пиролизной С5-фракции и является технологически сложным. Это обуславливает относительно высокую стоимость этих полимеров. Например, стоимость выпускаемой фирмой Exxon Mobil Chemical смолы Escorez-1000 составляет 3000 евро за 1 тонну. Производство алифатических углеводородных смол в России отсутствует, значительное их количество импортируется из-за рубежа.

Разработан новый подход к синтезу алифатических углеводородных смол, основанный на катионной полимеризации промышленно производимых сопряженных диенов: изопрена и 1,3-пентадиена.

Преимуществами предлагаемого метода являются:

- 1) доступная сырьевая база мономера со стабильными показателями качества;
- 2) относительно простая технология получения целевого продукта;
- 3) возможность целенаправленного изменения термомеханических и технологических свойств синтезируемых полимеров.

Характерной особенностью процесса катионной полимеризации является высокая вероятность формирования в составе синтезируемого полиизопрена нерастворимой фракции (гель-фракции), которая ухудшает потребительские свойства полимера. Варьирование природы компонентов каталитических систем и условий полимеризации позволяют с высоким выходом синтезировать полностью растворимые полимеры с заданными молекулярными характеристиками и температурой размягчения.

Синтезированные полимеры представляют собой светлые смолы с температурой размягчения по методу «кольца и шара» от 50 до 120°C и начала разложения на уровне 300°C, полностью растворимые в алифатических, ароматических и хлорсодержащих растворителях. Вулканизаты резиновых смесей, полученные с использованием в качестве пластификатора синтезированных смол, обладают существенно более высокими показателями динамической выносливости по сравнению с контрольными вулканизатами.



**КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОДБОРУ ПОЛИМЕРОВ  
ДЛЯ ЛАНТАНОИДСОДЕРЖАЩИХ ЭМИТТЕРОВ****К.А. Романова, Ю.Г. Галяметдинов***ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Российская Федерация***QUANTUM-CHEMICAL APPROACH TO SELECTION OF POLYMERS  
FOR LANTHANIDE-CONTAINING EMITTERS****K.A. Romanova, Yu.G. Galyametdinov***Kazan National Research Technological University, Kazan,  
Russian Federation*

Полимерные соединения широко используются при создании композиционных и пленочных материалов с различными люминофорами для оптоэлектроники при разработке органических светоизлучающих диодов различного цвета (OLED), люминесцентных биоэлектродов, оптических волокон, различных источников света и т.д. Особый интерес представляют полимерные композиционные материалы на основе соединений Ln(III), что объясняется их отличительными фотофизическими свойствами (узкие полосы на спектрах излучения, большие времена жизни и т.д.). Эффективность переноса энергии в излучающем слое OLED, состоящем из сопряженного полимера, допированного комплексом Ln(III), определяется относительным расположением возбужденных уровней в излучающем ионе, в лигандах и в полимерной матрице. В комплексах Ln(III) центральный ион выступает в роли излучателя, а энергия возбуждения передается на него через окружающие его лиганды, которые в свою очередь получают энергию от полимера. Следовательно, подбор полимеров, которые будут обеспечивать наиболее эффективный перенос энергии на лигандное окружение в комплексе Ln(III), может позволить значительно улучшить излучательные свойства лантаноидсодержащих эмиттеров.

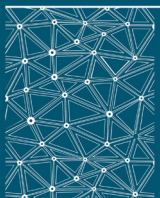
В ходе работы было проведено квантово-химическое моделирование низших триплетных и синглетных возбужденных состояний ряда сопряженных полимеров (PVK, PFO, МЕН-PPV, PMMA и т.д.), широко используемых в устройствах оптоэлектроники. Выбор полимеров был обусловлен схожестью их структур с комплексами Ln(III). Расчет энергий возбужденных уровней был проведен методами TDDFT (функционалы B3LYP и PBE) и CIS с учетом релаксации структуры возбужденного состояния для мономерного звена в программе Firefly v. 8 (базис 6-31G(d,p)).

На основании полученных результатов установлено, что PVK по своим характеристикам больше других полимеров соответствует требованиям, необходимым для создания композиционных материалов с мезогенными комплексами Eu(III) и Tb(III). Оценка полученного в результате расчетов значения низшего триплетного уровня PVK (2.550 эВ) показывает, что данный полимер является оптимальным для изготовления композитов с комплексами Ln(III) для OLED.

Квантово-химические расчеты были проведены с использованием суперкомпьютера МВС-100К «Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН» и вычислительных ресурсов системы «Ломоносов» суперкомпьютерного комплекса МГУ им. М.В. Ломоносова [1]. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (грант № 14-13-00758).

## Литература

1. Воеводин В.В., Жуматий С.А., Соболев С.И., Антонов А.С., Брызгалов П.А., Никитенко Д.А., Стефанов К.С., Воеводин В.В. Практика суперкомпьютера «Ломоносов» // Открытые системы. 2012. № 7. С. 36-39.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ УДАРОПРОЧНОСТИ  
АБС-ПЛАСТИКОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАУЧУКОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ****А.Г. Садриева, О.М. Трифонова, И.Г. Ахметов***Научно-технологический центр ПАО «Нижнекамскнефтехим»***THE INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING IMPACT STRENGTH OF  
ABS-PLASTICS BY USING RUBBERS OF DIFFERENT NATURE****A.G. Sadrieva, O.M. Trifonova, I.G. Akhmetov***Research & Development Center, PJSC «Nizhnekamskneftekhim»*

Основным способом упрочнения полистирола и его сополимера с акрилонитрилом является модификация эластомерами [1]. Известно, что частицы каучука способны поглощать значительное количество энергии деформации, в результате этого снижается концентрация напряжений, которые возникают на конце трещины, увеличивающейся под действием ударной нагрузки [2].

Одним из основных показателей, характеризующих стойкость пластиков к разрушению, является ударная вязкость по Изоду. Для целенаправленного улучшения отдельных показателей качества практикуется использование смеси каучуков, например с высокой и низкой динамической вязкостью.

В настоящей работе представлены результаты синтеза АБС-пластика методом полимеризации в массе с использованием каучуков различной природы - блочного бутадиен-стирольного и бутадиенового каучуков. Сополимеризацию проводили до завершения процесса инверсии фаз, что соответствует ~30% конверсии мономеров. Выход сополимера определяли гравиметрическим методом, закономерность изменения вязкости реакционной массы во времени - на ротационном вискозиметре Брукфильда, массовую долю гель-фракции и индекс набухания сополимера - методом селективного фракционирования, молекулярно-массовые характеристики - с помощью гель-проникающей хроматографии.

Установлено, что в процессе проведения сополимеризации с увеличением доли бутадиенового каучука в рецептуре реакционной смеси на конечном этапе скорость процесса снижается, а эффективность прививки увеличивается. Методом ИК-спектроскопии проведена оценка эффективности использования каучуков в процессе сополимеризации с акрилонитрилом и стиролом по относительной интенсивности поглощения в зоне с волновым числом  $965\text{см}^{-1}$ . Наличие свободного каучука, не вступившего в реакцию полимеризации, меньше при снижении доли блочного бутадиен-стирольного каучука в структуре АБС-пластика. Отмечено, что при увеличении массовой доли бутадиенового каучука в реакционной среде в процессе синтеза АБС-пластика увеличивается средний размер частиц каучука в матрице сополимера, что в свою очередь сопровождается повышением ударной вязкости по Изоду.

**Литература**

1. Егорова, Е.И. *Основы технологии полистирольных пластиков* / Егорова Е.И., Коптенармусов В.Б. – СПб: Химиздат, 2005. – 300 с.

2. Коротнева Л.А., Чегодаева А.Д., Докукина Л.Ф., Гавриченкова Э.А., Гдалевич Б.Л. *Каучуки, применяемые в производстве ударопрочных сополимеров стирола* / Охтинское научно-производственное объединение «Пластполимер». – М.: НИИТЭХИМ, 1979. – 23с.

## ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИСИЛОКСАНОВЫХ РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА СВОЙСТВА СИЛИКОНОВЫХ ГЕРМЕТИКОВ

**Р.А. Садыков<sup>1</sup>, А.П. Рахматуллина<sup>1</sup>, В.М. Войлошников<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия*

<sup>2</sup> *ООО «Весто», Казань, Россия*

## INFLUENCE OF MODIFIERS BASED ON PRODUCTS OF POLYSILOXANE RUBBER WASTE DEGRADATION ON PROPERTIES OF SILICONE SEALANTS

**R.A. Sadykov<sup>1</sup>, A.P. Rakhmatullina<sup>1</sup>, V.M. Voiloshnikov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

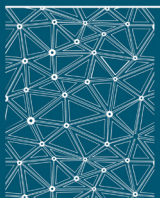
<sup>2</sup> *LTD «Vesto», Kazan, Russia*

На сегодняшний день актуальным является создание ресурсо- и энергосберегающей технологии утилизации отходов силиконового производства и разработка модификаторов на основе продуктов деструкции, которые могут применяться при получении полимерных композиционных материалов [1]. Технология переработки полисилоксановых резиносодержащих отходов [2], разработанная на ООО «Весто», позволяет эффективно проводить химическую деструкцию кремнийорганического полимера. В дальнейшем полученный деструктат подвергается фракционированию ( $T=80^{\circ}\text{C}$ ,  $P=0,02$  МПа), в результате которого образуется 2 фракции – легколетучая (отгон) и «олигомерная» (кубовый остаток). Последняя представляет собой суспензию серого цвета, практически не имеет запаха и имеет нейтральный уровень pH.

Установлено, что введение 5% «олигомерной» фракции в рецептуру герметиков значительно повышает физико-механические показатели конечного продукта (таблица 1). Также стоит отметить улучшение маслостойкости по сравнению с контрольным образцом, не содержащим в своем составе модифицирующей добавки [3].

Таблица 1– Физико-механические показатели силиконовых герметиков промышленного и бытового назначения с использованием «олигомерной» фракции

Наименование показателей	Содержание олигомерной фракции», % мас.	
	0	5
Условная прочность при разрыве ( $f_p$ ), МПа	1,4	3,0
Относительное удлинение ( $\epsilon_p$ ), %	100	150
Физико-механические показатели после выдержки образцов в масле марки СЖР-1 (3 суток, $T=25^{\circ}\text{C}$ )		
$\Delta f_p$ , %	-28,6	-16,7
$\Delta \epsilon_p$ , %	-15	-10
Степень набухания образцов в масле СЖР-1, % мас.	4,2	4,0



Литература

1. Хаснуллин М.М. *Разработка технологии переработки отходов силиконового производства и композиционные материалы на их основе: автореф. дис. канд. техн. наук / М.М. Хаснуллин. – Казань: Казанский гос. техн. ун-т. - 1998. - 18 с.*

2. *Способ переработки полисилоксановых резиносодержащих отходов: пат. 2412219. Российская федерация. № 2009148559/04; заявл. 25.12.09; опубл. 20.02.11. Бюл. № 5.*

3. Садыков Р.А. *Использование продуктов деструкции отходов силоксановых резин для получения герметиков бытового назначения / Р.А. Садыков, А.П. Рахматуллина, В.М. Войлошников // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – №8 – С. 104-106.*



**ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРОТЕКТОРНОЙ РЕЗИНЫ,  
НАПОЛНЕННОЙ ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ И КРЕМНЕЗЁМОМ**

**М.В. Салаев<sup>1</sup>, А.М. Мохнаткин<sup>2</sup>, В.П. Дорожкин<sup>1</sup>, Е.Г. Мохнаткина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Нижнекамский химико-технологический институт, г.Нижнекамск, Россия

<sup>2</sup> Управляющая компания «Татнефть-нефтехим», г. Нижнекамск, Россия

**THE STUDY OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF THE TREAD RUBBER  
FILLED WITH CARBON BLACK AND SILICA**

**M.V. Salaev<sup>1</sup>, A.M. Mokhnatkin<sup>2</sup>, V.P. Dorozhkin<sup>1</sup>, E.G. Mokhnatkina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Nizhnekamsk Institute of Chemical Technology, Nizhnekamsk, Russia

<sup>2</sup> Management company "Tatneft-neftekhim", Nizhnekamsk, Russia

В предыдущих публикациях [1,2] нами было показано сильное влияние соотношения технический углерод (ТУ): кремнезём (ДК) в составе протекторной резины на её различные свойства.

С целью изучения влияния соотношения ТУ:ДК на модуль упругости протекторной резины на высокоточной разрывной машине «Shimadzu» при разных температурах были сняты в режиме одноосного растяжения зависимости величины напряжения  $\sigma$  от величины деформации  $\epsilon$  в пределах 30% удлинения. По полученным зависимостям были определены модули упругости протекторных резин с разным соотношением ТУ:ДК при разных величинах деформации  $\epsilon$ . Выяснилось, что в определенных диапазонах деформации  $\epsilon$  наблюдаются различные физические процессы, связанные с разрушением сеток типа ТУ-ТУ; ДК-ДК; с десорбцией макромолекул каучука с поверхности ТУ и ДК. Определены эффективные энергии активации этих процессов.

Литература

1. Дорожкин В.П., Мохнаткин А.М., Зотов А.Л., Мохнаткина Е.Г. *Изучение совместного использования технического углерода и диоксида кремния в рецептуре протектора шин. Сообщение 2. Статические и динамические свойства вулканизатов// Каучук и резина. -2014. -N4.- с.26-27.*

2. Дорожкин В.П., Мохнаткин А.М., Зотов А.Л., Мохнаткина Е.Г. *Изучение совместного использования технического углерода и диоксида кремния в рецептуре протектора шин. Сообщение 3. Лабораторно-эксплуатационные испытания протекторных резин// Каучук и резина. -2014. -N4.- с.28-30.*



**ПОЛИЭТИЛЕН МАРКИ РЕ 6146КМ ДЛЯ НАРУЖНОГО АНТИКОРРОЗИОННОГО  
ПОКРЫТИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕ- И ГАЗОПРОВОДОВ**  
**И.И. Салахов, Н.М. Шайдуллин, В.Р. Латфуллин, Фатыхов М.Г., А.Г. Сахабутдинов**  
*ПАО "Нижнекамскнефтехим", Нижнекамск, Россия*

**POLYETHYLENE PE6146KM GRADE FOR EXTERNAL ANTI-CORROSION  
COATING OF OIL AND GAS PIPELINES**  
**I.I. Salakhov, N.M. Shaidullin, V.R. Latfullin, M.G. Fatykhov, A.G. Sakhabutdinov**  
*PJSC "Nizhnekamskneftehim", Nizhnekamsk, Russia*

Для увеличения срока службы металлических магистральных нефтегазовых трубопроводов используют различные виды антикоррозионных покрытий. В России наиболее широкое применение нашло заводское 3-хслойное полиэтиленовое покрытие. Система покрытия представляет собой праймер, адгезив и наружный полиэтиленовый слой. ГОСТ Р 51164-98 и отраслевые стандарты определяют высокое качество покрытия (в комплексе к материалу и покрытию на его основе предъявляются требования, более чем по 40 показателям). Срок службы такого покрытия должен составлять не менее 50 лет.

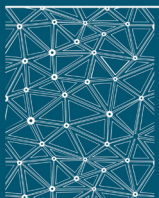
На рынке РФ по трубной изоляции широко представлены продукты компаний «Borealis», «KIPIC», «LyodellBasell», которые предлагают полиэтилен в системе с адгезивом. Среди отечественных производителей можно отметить успехи ЗАО «Метаклей» и ООО «НПП Полипластик». К настоящему времени компания ЗАО «Метаклей», получив одобрение в большинстве трубных заводов РФ, поставляет систему: полиэтилен марки «Метаклей ПЭ-1» и адгезив «Метален АПЭ-1». В прошлом году ООО «НПП Полипластик» также освоила производство полиэтилена марки «Торлен» и адгезива «Армобонд».

В 2015 году ПАО «Нижнекамскнефтехим» успешно освоила и прошла квалификационные испытания по ряду трубных заводов и приступила к серийному промышленному производству новой изоляционной марки полиэтилена РЕ 6146КМ, которая по технологичности и техническим характеристикам не уступает импортным продуктам.

Производство полиэтиленовой композиции РЕ 6146КМ сочетает в себе выпуск полиэтилена путем полимеризации этилена с гексен-1 в двух последовательно соединенных газофазных реакторах на установке «Sperilene» с последующим получением модифицированной композиции на стадии экструзии. Реализованная схема полимеризации позволяет создавать условия полимеризации в реакторах в широком диапазоне и получать заданные молекулярно-массовые характеристики полимера, регулируя и другие свойства полиэтилена.

К настоящему времени успешно пройдены испытания покрытий, нанесенных в ООО «ИТЭ» (г.Пересвет) и ОАО «ЧТПЗ» (г.Челябинск) с адгезивом «Orevac 18342N» (Arkema) в сочетании с эпоксидными праймерами «Scotchkote 226N» (3M) и «Eurokote 730» (Arkema). Высокое качество покрытия подтверждено положительными заключениями, полученными от ОАО «АК Транснефть».

На сегодняшний день ведется разработка собственного адгезива для использования в системе с полиэтиленом РЕ 6146КМ. В рамках импортозамещения на трубных заводах планируется проведение испытаний с отечественными марками адгезива и эпоксидного праймера.

**УЛУЧШЕНИЕ СТОЙКОСТИ К РАСТРЕСКИВАНИЮ ПОЛИЭТИЛЕНА,  
ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛПАЧКОВ И КРЫШЕК****И.И. Салахов, М.Г. Фатыхов, В.Р. Латфуллин, Т.Н. Суслова***ПАО "Нижнекамскнефтехим", Нижнекамск, Россия***IMPROVEMENT OF CRACKING RESISTANCE OF POLYETHYLENE USED  
FOR PRODUCTION OF CAPS AND CLOSURES****I.I. Salakhov, M.G. Fatykhov, V.R. Latfullin, T.N. Suslova***PJSC "Nizhnekamskneftehim", Nizhnekamsk, Russia*

Сегодня от напитков до фармацевтики без крышек и колпачков – никуда! Рынок крышек и колпачков в РФ уникален тем, что, несмотря на кажущийся незначительный размер готового изделия, объем потребления только крышек и колпачков весьма велик. Объем потребления полимерных закупорочных изделий на территории РФ составляет более 13 млрд. шт. год [1]. При этом "львиная" доля сырья для выпуска закупорочных изделий завозится из-за рубежа.

Не так легко получить материал для производства крышек и колпачков, который отвечал бы современным требованиям к упаковке, таким как легкость формовки, низкая усадка, и, что особенно важно, имел высокую стойкость к растрескиванию. В дополнение к этому материал должен обладать высокой механической прочностью и жесткостью для того, чтобы быть пригодным для производства тонкостенных литых под давлением деталей и характеризоваться нейтральными органолептическими свойствами. Поэтому важной задачей, как с точки зрения импортозамещения и расширения марочного ассортимента производства ПЭ на ПАО "Нижнекамскнефтехим", явилось усовершенствование марки полиэтилена PE 6054P.

Таблица 1 – Сравнительные свойства полиэтилена марок PE6050P/6054P и импортных ПЭ

Номер партии ПЭ	Плотность градиентная, г/см <sup>3</sup>	ПТР2,16кг/ 190°C, г/10 мин	ПТР21,6кг/ 190°C, г/10 мин	Коэффициент соотношения ПТР21,6кг/ ПТР2,16 кг	Стойкость к растрескива- нию*, час
ПАО "Нижнекамскнефтехим"					
PE 6050P (2011 г.)	0,950	1,9	48	25	9,0
PE 6054P (2013 г.)	0,953	1,7	93	55	19,0
PE 6054P (2015 г.)	0,953	1,8	91	51	18,0
PE 6054P (2016 г.)	0,952	1,5	75	50	38,0
импортные аналоги**					
"El-lene H555JA"/ "SCG"	0,950	1,8	-	-	20
"Eltex B4020 N1331"/ "INEOS"	0,951	2,3	70	30	20
"InnoPlus HD3001C"/"PTT Chemical"	0,954	2,1	77	37	24

\*–стойкость к растрескиванию определяли согласно ASTM 1693 условия Б при 50°C 10% Igeral;

\*\*–данные спецификации

Ранее, в 2011 г. на ПАО "Нижнекамскнефтехим" была разработана марка полиэтилена PE 6050P – мономодальный сополимер этилена с гексенем-1 с показателем текучести расплава 2,0 г/10 мин



(2,16 кг/190°C) и плотностью 0,950 г/см<sup>3</sup>. Для проведения испытаний марки PE 6050P потребовались минимальные перенастройки литьевой машины, однако полиэтилен характеризовался невысокой стойкостью к растрескиванию ESCR (9 часов) и неудовлетворительными органолептическими характеристиками.

Разработка технических решений на стадии полимеризации этилена и экструзии ПЭ на установке «Spherilene» ПАО "Нижнекамскнефтехим" позволили получить конкурентоспособную марку полиэтилена PE 6054P (таблица 1), областью применения которой являются производство сложных технических изделий методом литья под давлением – колпачков и крышек. PE 6054P – бимодальный сополимер этилена с гексен-1 с показателем текучести расплава 1,8 г/10 мин и плотностью 0,953 г/см<sup>3</sup>, который характеризуется высокой технологичностью и повышенным ESCR (18÷19 часов).

В январе 2016 году в рамках дальнейшего совершенствования PE6054P были проведены опытно-промышленные испытания, которые позволили выпустить полиэтилен марки PE 6054P со стойкостью к растрескиванию, в 2 раза выше, чем ранее, т.е. 38 часов. Для сравнения в импортных марках (таблица 1) уровень ESCR составляет 20-24 часа.

#### Литература

1. "Маркет Пенорм". ULS: [www.mrcplast.ru](http://www.mrcplast.ru).



## РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ МЕТОДИКИ ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ПЛАСТИКОВ

**В.В. Сальников<sup>1</sup>, Ю.Н. Осин<sup>1</sup>, В.Г. Евтюгин<sup>1</sup>, В.В. Воробьев<sup>1</sup>, О.М. Трифонова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup> ПАО «Нижнекамскнефтехим», Нижнекамск, Россия

## DEVELOPMENT AND TESTING OF THE METHOD OF STYRENE PLASTIC ELECTRON-MICROSCOPIC ANALYSIS

**Salnikov V.V.<sup>1</sup>, Osin Yu.N.<sup>1</sup>, Evtugin V.G.<sup>1</sup>, Vorobiev V.V.<sup>1</sup>, Trifonova O.M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kazan (Privolzhsky) Federal University, Kazan, Russia

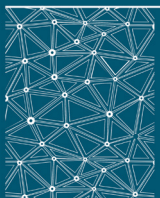
<sup>2</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia

Широкое использование и высокие темпы роста производства полистирольных пластиков обусловлены, в первую очередь их физическими и механическими свойствами. Эти свойства в значительной степени определяет надмолекулярная структура полимера. Одним из наиболее эффективных и информативных современных, быстро развивающихся методов исследования внутренней структуры полимерных материалов является просвечивающая электронная микроскопия. С помощью методов микроскопии может быть решена одна из фундаментальных проблем в исследовании полимерных материалов – установление соответствия между структурой и свойствами.

Нами разработана методика, на основе существующих литературных данных и собственных исследований, позволяющая изучать структуру полученного полимера на ультратонких срезах.

Методика включает в себя подготовку образцов: микротомирование и контрастирование; просмотр контрастированных срезов на электронном микроскопе и обработку результатов.

Исследуемые полимеры имеют различную плотность и вязкость, также могут содержать добавки различной химической природы, поэтому практически каждый образец требует индивидуального подхода перед процессом микротомирования. Для приготовления срезов использовали ультрамикротом LKB III (Швеция).



Для повышения контраста фазовой структуры полимера на полученных срезах используются несколько видов окислителей. В наших экспериментах использована осмиевая кислота. Ультратонкие срезы помещали на специальные трехмиллиметровые сетки и погружали в камеру, для окисления образца водным раствором осмиевой кислоты.

Для просмотра готовых контрастированных срезов использовали сканирующий микроскоп MERLIN (Цейс Германия) при ускоряющем напряжении 30 Кв. Режим детектирования STEM. Проводили исследования полистирольных пластинок полученных в промышленных условиях, а также образцов полимера синтезированного в лабораторных условиях. На результат влияет непосредственно состав полимера, его плотность, температура плавления и другие показатели. В каждом конкретном случае подбирается индивидуальный режим работы с анализируемым объектом.

Обработка (запись) полученных визуальных данных с объекта (срез полимера) производили в формате TIF в специальной программе по работе с изображениями.

Метод ультратонких срезов в совокупности с разработанной фиксацией образцов осмиевой кислотой, последующем просмотре подготовленных образцов на сканирующем микроскопе позволяет на достаточно высоком уровне определить фазовую структуру исследуемых полимеров: размер, форму и структуру частиц эластомера, тип прививок. Все это позволяет оценить полученные результаты и планировать проведение дальнейших экспериментов и испытаний, отвечающих поставленным задачам.



## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭПОКСИДИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ТРЕБУЕМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

**А.В. Сергиевский, П.И. Федотов, Т.И. Видяева, А.И. Краснов**  
*ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова», г. Дзержинск, Россия*

## **ADVANCED TECHNOLOGIES FOR PRODUCTION OF EPOXIDIZED VEGETABLE OILS WITH DESIRED CHARACTERISTICS**

**A.V. Sergievsky, P.I. Fedotov, T.I. Vidyaeva, A.I. Krasnov**  
*FSE «Sverdlov Plant», Dzerzhinsk, Russia*

Потребность в полимерных материалах, таких как поливинилхлорид (ПВХ), галобутилкаучуки и др., растет год от года. Также растет и потребность в эпоксицированных растительных маслах (далее ЭРМ), которые применяются в качестве эпоксицификаторов – стабилизаторов поливинилхлорида, каучуков, эфиров, целлюлозы и других полимеров. В рецептуры получения галобутилкаучуков включают до 1,5 % масс. ЭРМ, при производстве ПВХ его добавляют от 1,5 до 10 %. Поэтому совершенствование существующих и поиск новых технологических решений получения ЭРМ во всем мире никогда не прекращается. В настоящее время особенно актуальна разработка собственных рецептур и технологий получения ЭРМ. На ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова» существует производство высококачественного ЭРМ, основанное на классической реакции Прилежаева. Проводятся работы, как по улучшению существующей технологии, так и по разработке новой малоотходной, экологически чистой технологии получения ЭРМ из отечественного сырья. С этой целью была предложена схема с использованием реакции перекиси водорода с растительными маслами, катализируемой высшими окислами и кислотами переходных металлов, таких как марганец, вольфрам, молибден и др., в присутствии ПАВ, как катализаторов межфазного переноса. Согласно современным [1] представлениям эпоксицирующей частицей является комплекс  $O=M(O_2)2(L_2)nL_1$ , где  $M = Mo$  или  $W$ ;  $L_2$  – какой либо лиганд, содержащий окси-, галоген, карбоксильную, и др. группы;  $n$  – простое число из ряда 1,2 или 3. Лиганд  $L_1$  представляет собой тетраалкил-, триалкиларил- и др. аммоний хлористый; триалкил- аминоксид, фосфиноксид и др. Был испытан широкий круг ПАВ, проявивших различную активность в данной реакции. Как оказа-

лось, использование смесевых ПАВ (анионных, катионных и неионогенных) дает лучшие результаты, чем индивидуальные вещества при прочих равных условиях (таблица).

Таблица – Результаты испытания

	Используемые ПАВ			Норма для марок по ТУ, не менее:		
	анионные	катионные	Смесь 1:1	С	СУ	СТ
Эпоксидное число, %	5,5	5,8	6,5	6,0	6,2	6,5

Таким образом, подбирая соответствующие ПАВ (или их смеси) и условия реакции, можно менять значение той или иной характеристики ЭРМ.

Помимо этого, большое внимание следует уделять составу растительных масел, используемых для эпоксидирования. Различное качественное и количественное содержание непредельных жирных кислот в исходных растительных маслах будет влиять на характеристики ЭРМ и, как следствие, на товарные характеристики галобутилкаучуков.

## Литература

1. Патент US 6054407, 2000 г.

## ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Д.В. Сугоняко, Л.А. Зенитова, А.А. Фарвазева**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»,  
г. Казань, Россия*

## STUDY OF PROPERTIES OF THE ORGANIC SILICA

**D.V. Sugonyako, L.A. Zenitova, A.A. Farvazeva**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Диоксид кремния применяется в качестве наполнителя в полимерных композиционных материалах для улучшения физико-механических свойств получаемого изделия [1]. Диоксид кремния растительного происхождения отличается по своим свойствам и составу от синтетического марки Аэросил 300. Его получают из отходов сельского хозяйства – рисовой шелухи и рисовой соломы по патентованной технологии [2].

Исследовалось различие свойств диоксида кремния синтетического происхождения и диоксида кремния растительного происхождения.

По результатам исследования размеров частиц отмечено, что диоксид кремния растительного происхождения в отличие от синтетического, не склонен к агрегации.

Для выявления наличия органических соединений в составе растительного диоксида кремния проведено экстрагирование последнего в ацетоне и тетрагидрофуране. Методом инфракрасной спектроскопии определен молекулярный состав экстрагированных образцов. Растительный диоксид кремния содержит в своем составе алюмосиликаты, синтетический – оксид кремния. Проведен дополнительный элементный анализ на анализаторе Vario ElCube. Результаты представлены в таблице.

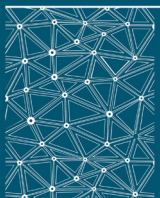


Таблица - Элементный анализ образцов аэросила

Наименование	Содержание (масс.%)			
	C	H	N	S
Растительный SiO <sub>2</sub>	0,06	0,003	0,00	0,123
Синтетический SiO <sub>2</sub>	0,23	0,117	0,01	0,00

По результатам элементного анализа обнаружено содержание небольшого количества серы в составе аэросила растительного происхождения.

## Литература

1. Айлер Р. Химия кремнезема ч.2. Пер. с англ. / Р. Айлер. – М.: Мир, 1982.
2. Земнухова Л.А., Юдаков А.А., Сергиенко В.И. Пат. РФ 2245300. 2005



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИОЛЕФИНОВ

**Д.В. Сугоняко, Нгуен Дуй Хунг, Нго Хонг Нгиа, Л.А. Зенитова**  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Россия*

## USE OF ORGANIC ORIGIN SILICA AS A FILLER FOR POLYOLEFINIC COMPOSITES

**D.V. Sugonyako, Nguyen Duy Hung, Ngo Hong Nghia, L.A. Zenitova**  
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Диоксид кремния – материал с уникальными свойствами, который широко используется в качестве наполнителя в производстве резинотехнических изделий и пластмасс [1].

Благодаря его активности прочность изделий на основе синтетического каучука повышается практически в 10 раз, а прочность изделий из натурального каучука – почти в 2 раза. Эффект оказываемый на некоторые характеристики каучуков общего назначения при использовании диоксида кремния недостижим при использовании любых других минеральных наполнителей, в том числе, и традиционно применяемого технического углерода [2]. Благодаря своим свойствам диоксид кремния получил широкое применение и в качестве усиливающего наполнителя пластмасс и композиционных материалов на их основе.

Для получения полимерного композиционного материала (ПКМ) использовался диоксид кремния растительного происхождения (полученный из рисовой шелухи). Производство диоксида кремния растительного происхождения относится к направлению «зеленой химии» (green chemistry) и позволяет выпускать экологически чистую продукцию из неиспользуемых ранее отходов сельского хозяйства – рисовой шелухи и рисовой соломы [3, 4]. Применение диоксида кремния растительного происхождения снижает себестоимость полимерного композиционного материала за счет существенной – по некоторым оценкам в 20 раз меньшей стоимости аэросила – по сравнению с традиционной технологией.

Оценивалось влияние растительного и синтетического (Аэросил 300) диоксида кремния в качестве наполнителя композиционных материалов на основе полиэтилена и полипропилена на техноло-

гические свойства и основной комплекс физико-механических показателей ПКМ.

При введении диоксида кремния до 15 % масс. наблюдается увеличение прочности, твердости, относительного удлинения при разрыве при закономерном падении ПТР. Установлено, что влияние в качестве наполнителя диоксида кремния растительного происхождения на свойства ПКМ аналогично влиянию диоксида кремния, полученного синтетическим путем.

#### Литература

1. *Функциональные наполнители для пластмасс.* / Под ред. М. Ксантоса. Пер. с англ. СПб: НОТ, 2010. - 462 с.
2. R. W. Cruse, M. H. Hofstetter, L. M. Panzer and R. J. Pickwell, *Rubber & Plastics News*, April 21, 14 Paper No. 75 (1997).
3. Земнухова Л.А.; Виноградов В.В.; Былков А.А.; Виноградов Д.В. Пат. РФ 2144498. 2000
4. Земнухова Л.А., Юдаков А.А., Сергиенко В.И. Пат. РФ 2245300. 2005

## ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРИРОВАНИЯ В ГЕТЕРОЦЕПНЫХ ОЛИГОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

**П.П. Суханов, В.С. Минкин**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, РФ*

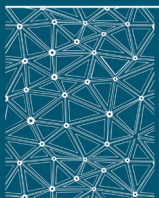
## STRUCTURIZATION PROCESSES IN HETEROCHAIN OLYGOMERIC COMPOSITIONS

**P.P. Sukhanov, V.S. Minkin**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation*

В работе обобщаются результаты исследований строения, кинетики и механизмов модификации и вулканизации ряда промышленных олигомеров полисульфидной, эфиракрилатной, эпоксидной и уретановой природы, а также композиций на их основе, преимущественно методами ядерного магнитного резонанса. С учетом выявленных экспериментальных закономерностей рассмотрены особенности процессов структурообразования в гетероцепных, в особенности серо- и азотсодержащих, олигомерных композициях, протекающих с участием функциональных групп, способных к дальнейшим превращениям в относительно мягких условиях. Обсуждается влияние на кинетику и механизмы процессов структурирования характера локализации и концентрации гетероатомов и подвижных атомов водорода в составе как низкомолекулярных (относительно «свободных» и подвижных) компонентов (отвердителей) олигомерных композиций, так и химически связанных атомов серы и азота в составе гетероцепей, в том числе с образованием соответствующих макроаддуктов. Показаны особенности взаимного влияния химических и физических факторов на процессы гелеобразования, возникающие в высоковязкой гетероцепной, в особенности протоноактивной (содержащей компоненты с подвижными атомами водорода), высокомолекулярной среде. Для описания специфики макромолекулярных реакций, протекающих в области золь-гель переходов, рассмотрена модель необратимого межцепного обмена (НМО).

В НМО учтены структурно-динамические особенности процессов структурообразования в композициях на основе гетероцепных олигомеров, обусловленные нарастанием вязкости, гетерогенности и неравновесности реакционной среды. Формирование в этих условиях реакционноспособных макроаддуктов с участием гетероатомов и подвижных (активных) атомов водорода (протонов) способствует сдвигу равновесия и преобразованию механизмов реакций межцепного обмена, сопут-



ствующих процессам структурирования макромолекул на заключительных стадиях формирования полимерного геля. При взаимодействии образовавшихся аддуктов с гетероатомами, соединяющими блоки, значительно отличающиеся по гибкости, существенно возрастает вероятность реализации тех маршрутов межцепного обмена, которые приводят к сегрегации более жестких блоков и повторной сополимеризации более гибких блоков после их выхода из состава исходных сополимерных цепей в результате разрыва цепных гетероатомных связей. Объем и характер упаковки формирующихся подобным образом гетерогенных структур существенно влияет на физико-механические показатели соответствующих вулканизатов, получаемых из олигомерных продуктов. С ростом интенсивности реакций НМО также понижается конечная (или равновесная) плотность несвязанных протонов в макромолекулярной среде, способных участвовать в иницировании и (или) ускорении процессов старения полимерных материалов на олигомерной основе.

### АНАЛИЗ СОВМЕСТИМОСТИ СМЕСЕЙ ЛИНЕЙНЫХ ПОЛИМЕРОВ ПО ЗНАЧЕНИЯМ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

П.П. Суханов, М.Ю. Перухин, П.П. Крыницкий,  
Т.В. Игнашина, А.П. Суханов

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, РФ*

### ANALYSIS OF THE COMPATIBILITY OF LINEAR POLYMER MIXTURES BY THE VALUES OF THEIR PHYSICOMECHANICAL PARAMETERS P.P. Sukhanov, M.Yu. Perukhin, P.P. Krynitskiy, T.V. Ignashina, A.P. Sukhanov *Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation*

Рассматривается оригинальная методика сравнительной оценки объёмной плотности энергии когезии исходных полимерных компонентов и смесей на их основе, позволяющая не только качественно, но и количественно описывать изменение совместимости в ряду гомологичных блочных полимеров. Методика основана на использовании значений прочностных и упругих характеристик образцов ( $L$ ,  $l$ ,  $\sigma_p$ ) и исходит из того, что моменту окончательного разрыва полимера предшествуют процессы (пере)ориентации (перестроения) структурных образований всех уровней (масштабов), реализация которых предполагает преодоление межмолекулярных взаимодействий (когезионных сил). В результате моменту разрыва образца должно соответствовать равенство когезионных сил силе внешнего механического воздействия, регистрируемой в этот момент. Таким образом,  $E_{\text{ког.}} \sim \gamma \times \sigma_p \equiv E_{\text{р.ког.}}$ , где  $E_{\text{ког.}}$  - плотность энергии когезии ( $E_{\text{р.ког.}}$  - то же при разрыве (р)) - параметр с размерностью объёмной плотности энергии (Дж/м<sup>3</sup>);  $\gamma$  - коэффициент асимметрии (неоднородности) одноосной деформации, величина которого через стандартные физико-механические параметры при некоторых допущениях определяется следующим образом:

$$\gamma = \frac{(\varepsilon + 100) \times (l_0/100)}{(l_0/100) + 100},$$

где  $\varepsilon$  - относительное удлинение (%),  $l_0$  - остаточное удлинение (%),  $\sigma_p$  - прочность при разрыве. Получаемые таким образом величины если не равны, то, по крайней мере, пропорциональны абсолютным значениям объёмной плотности энергии когезии полимера.

На этих посылках основана предлагаемая методика оценки сравнительного вклада межмолекулярных взаимодействий низкоэнергетической природы в прочность гомологичных по составу линейных или слабо сшитых композитов. По поведению  $E_{кор}$  можно также давать сравнительную оценку «механической совместимости» компонентов бинарной смеси композиции, если под этим термином понимать способность сохранять уровень дисперсности структуры, достигнутый в процессе приготовления композита. При этом о структурно-динамической однородности материала, сформированного преимущественно межмолекулярными взаимодействиями нехимической природы, можно судить по отклонению экспериментальной зависимости  $E_{кор}(\text{состав})$  от соответствующей аддитивной прямой, получаемой суммированием вкладов исходных высокомолекулярных компонентов в  $E_{кор}$  композита и пропорциональных их объемной доле в композиции. Необходимо отметить, что полученная таким образом информация имеет и прогностическое значение, поскольку зависимость  $E_{кор}(\text{состав})$  также характеризует и долговечность композита.

### МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛИЗАТОРА АГИДОЛА-70

Р.Г. Тагашева, Д.Р. Гатауллина, И.Ф. Зарипова, С.В. Бухаров

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет» Казань, Российская Федерация

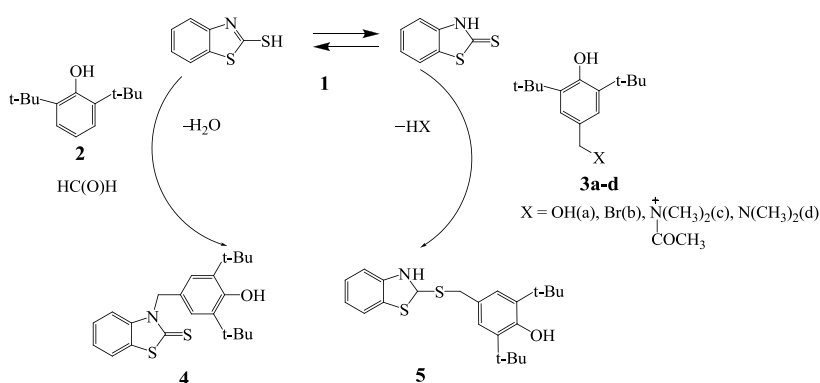
### THE METHOD OF AGIDOL-70 STABILIZER PRODUCTION

R.G. Tagasheva, D.R. Gataullina, I.F. Zaripova, S.V. Bukharov

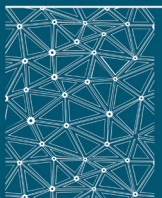
FGBO VPO «Kazan National Research Technological University», Kazan, Russian Federation

N-(3',5'-ди-трет-бутил-4'-гидроксибензил)бензтиазол-2-тион известен, как опытно-промышленный стабилизатор – антиоксидант Агидол-70. Он выпускается по ТУ 38.30361-87 и используется в качестве стабилизатора полиолефинов, полиакрилатных каучуков, поливинилхлоридных композиций и галоидсодержащих каучуков, бутилкаучука, а так же в качестве компонента присадки к топливу [1, 2].

Известно два метода получения Агидола-70: по реакции Манниха 2-меркаптобензтиазола 1, формальдегида и 2,6-ди-трет-бутилфенола 2, и в реакции соединения 1 с бензилирующими агентами 3a-d.



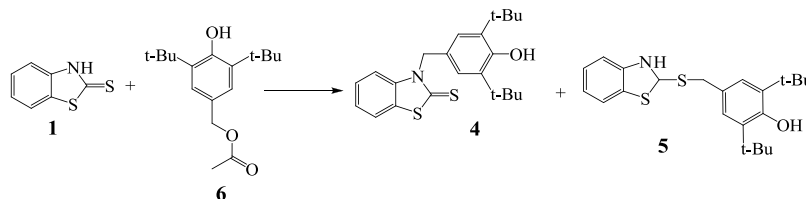
В зависимости от условий реакции и от применяемого бензилирующего агента 3a-d получены продукты N- и S-бензилирования 4, 5. Так по реакции Манниха в присутствии основания – дибутиламина получено N-бензильное производное 4. Аналогичная реакция в присутствии кислотного катализатора – конц. HCl – приводит к образованию S-бензильного производного 5. Реакция соединения 1 с бензиловым спиртом 3a в присутствии серной кислоты протекает с образованием S-бензильного



производного. В тоже время, бензилбромид 3в и четвертичная аммонийная соль 3д реагируют с бензтиазол-2-тионом 1 в присутствии триэтиламина с образованием N-бензильного производного 4.

В работе исследовано взаимодействие 3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксibenзилацетата 6 с бензтиазол-2-тионом 1.

Реакцию бензилацетата 6 с бензтиазол-2-тионом проводили в растворе ДМФА, смеси ацетона с муравьиной кислотой (1:1), и в присутствии КОН. В растворах ДМФА и ацетона с муравьиной кислотой реагенты брали в эквимолярном соотношении. В присутствии щелочи применяли двукратный избыток бензтиазол-2-тиона, что позволило исключить побочные превращения бензилацетата 6 в щелочной среде.



Установлено, что во всех случаях взаимодействие бензилацетата 6 с бензтиазол-2-тионом протекает с образованием двух изомеров – продуктов N- и S- бензилирования 4 и 5 соответственно.

#### Литература

1. Голубева И.А.; Вишнякова Т.П.; Попова Т.В.; Клинаева Е.В.; Гершанов Ф.Б.; Воронина О.А.; Любимов Н.В.; Яковлев В.С.; Крючкова А.П. Пат. РФ 2019558, 1994 г.

2. Кадырова В.Х.; Мукменева Н.А.; Зиятдинов Р.Н.; Серпокрылов А.А.; Пилишкина Л.М.; Жукова Р.С.; Черезова Е.Н. Пат. РФ 2059629, 1996 г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ N-ФЕНИЛМАЛЕИНИМИДА И БУТИЛМЕТАКРИЛАТА В РАСТВОРЕ

Н.Е. Темникова<sup>1</sup>, В.А. Данилов<sup>2</sup>, О.А. Колямшин<sup>2</sup>, И.И. Бойко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанский национальный технологический университет, Казань, Россия

<sup>2</sup> Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова, Чебоксары, Россия

## STUDY OF COPOLYMERIZATION OF N-PHENYL MALEIMIDE AND BUTYL METHACRYLATE IN A SOLUTION

N.E.Temnikova<sup>1</sup>, V.A.Danilov<sup>2</sup>, O.A.Kolyamshin<sup>2</sup>, I.I.Boyko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia

В настоящее время актуальным направлением в химии и технологии полимеров является синтез новых и модификация крупнотоннажных полимеров. Одними из таких высокомолекулярных соединений являются полимеры и сополимеры бутилметакрилата (БМА), которые применяют для синтеза сополимеров при получении клеев, полимерных смесей, покрытий в электротехнике, электронике и материаловедении. Представляет интерес синтез и исследование свойств сополимеров БМА и малеинимидов, т.к. известно, что сшитые и термостойкие полимеры получают на основе моно- и бис-малеинимидов [1]. В работе [2] была изучена сополимеризация метилметакрилата в массе с различными малеинимидами. В данном сообщении приведены результаты исследования сополимеризации БМА с N-фенилмалеинимидом (N-ФМИ) в растворе, строения и свойств полученных сополимеров. N-ФМИ получали согласно методикам, приведенным в работе [3]. Сополимеризацию БМА и N-ФМИ



проводили в среде бутилацетата при различном соотношении мономеров. В качестве инициатора применяли ДАК. Синтез проводили при температуре 800С. Об образовании полимера судили по изменению показателя преломления, а также выходу сополимера. Были рассчитаны константы сополимеризации. Установлено, что преимущественно протекает блочная сополимеризация. Исследование свойств сополимеров показало, что оптимальным по составу является композиция, содержащая 3 мас.% N-ФМИ в мономерной смеси.

#### Литература

1. Михайлин, Ю.А. *Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы* / Ю.А.Михайлин. - СПб: Профессия, 2006. С. 528-623.
2. Данилов, В.А. *Влияние N-(n-алкилоксикарбонил)фенилмалеимидов на образование и свойства полиметилметакрилата* / В.А.Данилов, Н.И.Кольцов, О.А.Колямшин // *Бутлеровские сообщения*. 2010. Т. 21. - №7. С. 58-63.
3. Данилов, В.А. *Особенности синтеза и свойства некоторых малеинимидов* / В.А.Данилов, О.А.Колямшин, Н.И.Кольцов // *Бутлеровские сообщения*. 2012. Т.32. - №12. С. 26-30.

## СТЕКЛОВАНИЕ, КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ И ПЛАВЛЕНИЕ ЦИС-БУТАДИЕНОВЫХ КАУЧУКОВ

Е.В.Темникова

ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Российская Федерация

## GLASS TRANSITION, CRYSTALLIZATION AND MELTING OF CIS-POLYBUTADIENE RUBBERS

E.V.Temnikova

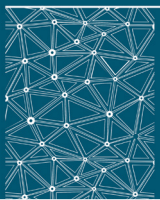
PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation

Важными характеристиками *цис*-бутадиеновых каучуков (с содержанием *цис*-1,4 мономерных звеньев 85% и более) являются параметры стеклования, кристаллизации и плавления. Эти переходы наблюдаются в области низких температур: при температурах производства, переработки, хранения и транспортировки *цис*-бутадиеновых каучуков и изделий из них [1].

*Цис*-бутадиеновые каучуки широко исследуются методами термического анализа, в том числе и дифференциальной сканирующей калориметрией (ДСК) [1-3]. Это обусловлено, в первую очередь, высоким уровнем технических возможностей метода ДСК. И с другой стороны, зависимости температурных переходов от конфигурационно-изомерного состава позволяют получать дополнительные количественные характеристики микроструктуры бутадиеновых каучуков [2, 3].

В представленной работе исследованы образцы *цис*-бутадиеновых каучуков с высоким содержанием *цис*-1,4-звеньев (85-99%). Характеристики температурных переходов определяли методом ДСК на приборе Phoenix-DSC-204F1 (NETZSCH). Микроструктуру каучуков изучали с помощью ЯМР высокого разрешения на ядрах  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  по методике [4].

По результатам измерений построены зависимости величин температур стеклования, кристаллизации, плавления от содержания *цис*-1,4, *транс*-1,4 и 1,2-звеньев. Изучено влияние степени кристалличности на величины энергетических характеристик переходов (изменение удельной теплоемкости, энтальпии, энтропии). Полученные результаты хорошо коррелируют с литературными данными, дополняют их, а в ряде случаев - существенно отличаются. Показано, что рост величин температур стеклования, кристаллизации и плавления обусловлен появлением кристалличности (степень кристалличности составляет 10-30%). Отмечено, что изменение энергетических характеристик кристаллизации и плавления определяется как межмолекулярными взаимодействиями, так и особенностями



конформационной структуры и динамики. Анализ результатов ДСК и спектроскопии ЯМР при изучении переходов стеклования, кристаллизации и плавления показал необходимость учета не только микроструктуры, но и способности к образованию кристаллических структур.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bukhina, M. F. *Low-temperature behaviour of elastomers* / M. F. Bukhina, S. K. Kuryland. – Leiden-Boston: VSP (Brill), 2007. – 187 p.
2. Махиянов, Н. *Температура стеклования аморфно-кристаллических полибутадиенов* / Н. Махиянов, Е. В. Темникова // *Каучук и резина*. – 2012. – № 2. – С. 2-8.
3. Di Lorenzo, M. L. *Thermal properties and three-phase structure of cis-1,4-polybutadiene* / M. L. Di Lorenzo // *The Open Macromolecules J.* – 2010. – V. 4. – P. 15-21.
4. Махиянов, Н. *Микроструктура бутадиеновых каучуков с высоким содержанием цис-1,4-звеньев по данным ЯМР <sup>13</sup>C: количественные соотношения* / Н. Махиянов // *Каучук и резина*. – 2014. – № 6. – С. 08-11.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ УДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА  
СТОЙКОГО К РАСТРЕСКИВАНИЮ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ****Е.Н. Ткачева, О.М. Трифонова, И.Г. Ахметов**

ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия

**THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION  
OF HIGH IMPACT POLYSTYRENE RESISTANT TO ENVIRONMENTAL STRESS CRACKING****E.N. Tkacheva, O.M. Trifonova, I.G. Akhmetov**

PJSC «Nizhneamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia

Развитие производства бытовой техники, использование в качестве изоляции в ней полиуретана, пенопластов, вспенивание которых производится циклопентаном непосредственно при сборке, способствовало появлению химически стойких марок ударопрочного полистирола (УППС).

Растрескивание полистирола под действием циклопентана является важным показателем качества УППС, ограничивающим его применение. Ударопрочные полистиролы восприимчивы к образованию трещин в присутствии растворителя на поверхности раздела частиц каучука и фазы полистирола. Сопrotивление полистирола такому виду растрескивания называется стойкостью к растрескиванию под воздействием окружающей среды (ESCR).

Полистирол ESCR широко используется для изготовления товаров народного потребления, в частности, для пищевых упаковок масложировой продукции.

Существуют различные способы повышения стойкости полистирола к внешним воздействиям, например, использование в качестве добавки полиизобутилена, который играет роль олигомерного пластификатора, низкомолекулярного полибутадиена, алифатического диэфира общей формулы ROOCCOOR (эфира пальмового масла) для улучшения сцепления каучуковой фазы с матрицей полистирола, малеинового ангидрида, метакриловой кислоты или их смеси. Основным приемом придания УППС свойств ESCR является модификация полистиролов синтетическими каучуками с высокой растворной вязкостью [1-3].

В настоящее время полистирол ESCR в России не производится. Целью данной работы являлась разработка технологии получения УППС, стойкого к растрескиванию под воздействием окружающей среды, расширение марочного ассортимента.

Выпуск полистирола ESCR осуществляли с использованием смеси полибутадиеновых каучуков с различной растворной вязкостью на промышленной установке, полимеризацией стирола в массе в

присутствии антиоксиданта, органической перекиси, регулятора молекулярной массы. В ходе работы изучено влияние соотношения каучуков с различной растворной вязкостью на показатели качества УППС. Показано, что изменение соотношения каучуков оказывает существенное влияние на ударную вязкость по Изоду, глянец и химическую стойкость полистирола. Получена новая марка ударопрочного полистирола – «УППС 825 ЕСМ», по своим характеристикам отвечающая требованиям, предъявляемым к масложиростойким маркам ударопрочных полистиролов.

#### Литература

1 Pat. US 6613837 B2 (2003).

2 Пат. 2263122 РФ. № 2002119588/04, заяв. 16.11.00, опубл. 10.01.04, Бюл. № 30. 14 с.

3 Егорова Е.И., Коптенармусов В.Б. Основы технологии полистирольных пластиков. СПб.: Химиздат, 2005. 300 с.

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НЕОДИМОВЫХ цис-1,4-ПОЛИБУТАДИЕНОВ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

**А.С. Тукеева, К.М. Кубанов, И.Г. Ахметов**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

### **COMPARATIVE PROPERTIES OF NEODYMIUM cis-1,4-POLYBUTADIENE WORLD LEADING PRODUCER**

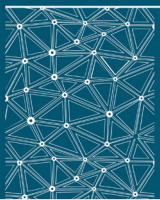
**A.S. Tukeeva, K.M. Kubanov, I.G. Akhmetov**

*PJSC "Nizhnekamskneftekhim", Nizhnekamsk, Russian Federation*

Бутадиеновый каучук (СКД) является вторым по объемам производства и потребления каучуком общего назначения. Доля полибутадиена (ПБ) в общем мировом производстве СК находится на уровне 25% [1]. Важнейшей областью применения ПБ является его использование в рецептурах покровных резин (протектора и боковины), которые играют существенную роль в обеспечении высоких требований, предъявляемых к эксплуатационным характеристикам современных легковых шин. В последние годы придается большое значение снижению расхода топлива, увеличению срока службы шины, безопасности движения автомобиля. Одним из полибутадиенов, обеспечивающих соблюдение данных требований является растворный цис-1,4-полибутадиен, полученный в присутствии стереоспецифических катализаторов Циглера-Натта на основе комплексов неодима.

Неодимовые полидиены представляют собой линейные макромолекулы с малым числом разветвлений и отсутствием полимер-катализаторных частиц (гель-фракций). Благодаря высокой стереоспецифичности, молекулярной однородности и линейности неодимовый СКД сообщает покровным резинам ценные свойства: сопротивление знакопеременному изгибу, сопротивление разрастанию трещин, повышенную эластичность, износостойкость, динамическую выносливость и морозостойкость [2]. В России и за рубежом неодимовым ПБ уделяется самое пристальное внимание, и в последние годы эти каучуки постепенно вытесняют другие марки из ассортимента промышленных бутадиеновых полимеров [3].

В НТЦ ПАО «Нижнекамскнефтехим» изучены цис-1,4-полибутадиены, полученные в присутствии неодимсодержащей каталитической системы ведущих мировых производителей: BUNA CB 25 (Lanxess, Германия), Europrene Neocis BR 40 (Versalis S.p.A., Италия), KBR 01 (Kumho Petrochemical, Корея), SYNTECA 44 (Synthos S.A., Чехия), СКДН (ПАО «Нижнекамскнефтехим», Россия). Проведено исследование структурных и молекулярно-массовых характеристик неодимовых бутадиеновых каучуков методом ИК-спектроскопии, дифференциальной сканирующей спектроскопии и гелепроникающей хроматографии. Проанализированы физико-механические свойства стандартных резиновых смесей



и вулканизатов в соответствии с ASTM D3189. Выявлено, что высокое содержание цис-1,4 структуры в неодимовых ПБ обеспечивает в резинах с этими каучуками более низкие гистерезисные потери резин за счет снижения модуля внутреннего трения и (или) увеличения динамического модуля. По совокупности улучшения пластико-эластических и технологических свойств неодимовые цис-1,4-полибутадиены находятся в ряду BUNA CB 25–СКДН–SYNTECA 44–KBR 01–Europrene Neocis BR 40.

Литература

1. *Worldwide Rubber Statistics 2015 International Institute of Synthetic Rubber Producers, inc. (IISRP)*
2. Пичугин А.М. *Материаловедческие аспекты создания шинных резин. Научное издание. – М.: Машиностроение, 2008*
3. Ильин В. М., Резова А.К. *Бутадиеновый каучук: мощности и фирменная структура производства в мире // Каучук и резина. – 2015. – № 5.-С. 46 – 51*



**ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ  
С ТЕРМООБРАБОТАННЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ**

**И.З. Файзуллин, А.С. Филиппов, А.З. Файзуллин, С.И. Вольфсон, И.Н. Мусин**  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Россия*

**PREPARATION AND PROPERTIES OF WOOD-POLYMER COMPOSITES  
WITH THE HEAT TREATED FILLER**

**I.Z. Fayzullin, A.S. Filippov, A.Z. Fayzullin, S.I. Volfson, I.N. Musin**  
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Модификация наполнителя является одним из способов регулирования свойств древесно-полимерных композитов (ДПК). Поскольку свойства ДПК определяются взаимодействием между поверхностью частиц наполнителя и полимерной матрицей, для получения ДПК с высокими эксплуатационными характеристиками была проведена модификация поверхности древесного наполнителя путем термической обработки древесной муки (торрефикации) при температуре до 300 °С в отсутствие кислорода воздуха.

В качестве наполнителя ДПК в работе использовалась измельченная древесина лиственной (береза) и хвойной (сосна) породы.

В данном диапазоне температур обработки у древесины любых пород происходит отщепление гидроксильных групп от молекул гемицеллюлоз, что приводит к появлению свойства гидрофобности у поверхности частиц древесной муки, т.к. поверхность становится менее полярной. На поверхности микрофибрилл локализуются водостойкие хрупкие смолообразные продукты. Они инкапсулируют целлюлозные микрофибриллы, что во многом объясняет увеличение гидрофобных свойств, повышение водостойкости и хрупкости торрефицированной древесины.

Одними из основных целей проведения термической модификации образцов является снижение способности к влаго- и водопоглощению. Повышение гидрофобности подтверждается снижением равновесной влажности термообработанной древесины (в случае хвойной породы – в 3 раза, лиственной – в 9 раз).

Как следует из результатов испытаний, наиболее значимое изменение влажности для образцов лежит в диапазоне 200-225 °С с последующей ее стабилизацией. Температура 225 °С является оптимальной для термической модификации поверхности древесной муки. В данном случае соблюдаются

условия максимального выхода с его желаемыми характеристиками.

Оценка влияния термообработки наполнителей на физико-механические свойства ДПК с наполнителями лиственной и хвойной породы показала, что для композиций с термообработанным наполнителем хвойной породы наблюдается повышение прочностных показателей на 38 %, а для композиции с наполнителем лиственной породы наблюдается незначительное снижение упруго-прочностных свойств относительно исходного наполнителя.

Для оценки влияния эффекта термической модификации древесного наполнителя на вязкость расплава наполненной композиции были проведены реологические исследования полученных композиций. Зависимость вязкости от скорости сдвига показала, что для композиций с древесной мукой, как хвойной, так и лиственной породы, вязкость практически одинакова. Таким образом, термомодификация обеих пород древесной муки не оказывает значимого влияния на изменение вязкостных свойств ДПК.



## **СИНТЕЗ НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Л.А. Фатыхова, С.М. Романова**

*ФГБОУ ВПО Казанский Национальный Исследовательский  
Технологический Университет, Казань, Россия*

## **SYNTHESIS OF NEW POLIMERIC COMPOUNDS**

**L.A. Fatykhova, S.M. Romanova**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

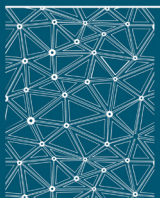
Химическая модификация полимеров для придания им новых, заранее заданных свойств – одно из основных направлений развития современной химии высокомолекулярных соединений. Разработка этой проблемы, как для синтетических, так и для природных полимеров успешно проводится в многочисленных лабораториях России и за рубежом.

Для синтетических полимеров эта задача может быть решена изменением состава и соотношения исходных мономеров в процессе синтеза, а также путем химических превращений уже полученных полимеров. Для природных высокомолекулярных соединений и, в частности, для одного из важнейших и наиболее распространенных представителей этого класса полимеров - нитратов целлюлозы, строение и химический состав которой определяются процессом биохимического синтеза, основным методом решения этой сложной задачи является химическая модификация.

Неограниченная сырьевая база, низкая стоимость материалов, ценные специфические свойства изделий – таковы особенности, определяющие целесообразность и необходимость широкого использования нитратов целлюлозы в различных отраслях народного хозяйства.

Одним из основных направлений развития современной химии полимеров и, в частности, химии нитратов целлюлозы является модификация полимеров для получения материалов с новыми, заранее заданными свойствами. Эта задача решается различными путями в зависимости от химического строения полимера, условий его переработки, свойств и областей применения получаемых изделий.

Нами предложен метод химической модификации нитратов целлюлозы хлорангидридом трихлоруксусной кислоты. Для установления наиболее вероятных направлений превращений нитратов целлюлозы были проведены квантово-химические расчеты для трех элементарных звеньев 2,6-динитрата целлюлозы, в результате которых были выявлены реакционные центры его элементарного звена, по которым возможны химические превращения: реакции по собственно нитратным группам, реакции по имеющимся свободным гидроксилам и реакции по гликозидным связям, всегда приводящие к деградации полимерной цепи



В результате реакции, путем электрофильного замещения нитратных групп и частично гидроксильных, были получены новые полимеры, со свойствами отличными от исходного нитрата, такими как вязкость, чувствительность к лучу, температура разложения и т. д. Также произошли структурные изменения, которые подтверждались методами ИК- и ЯМР-спектроскопии. На основании проведенных исследований сделан вывод о возможности химической модификации нитрата целлюлозы и получения новых полимерных продуктов.

Литература

1. Романова С. М., Мухетдинова А. М., Фридланд С. В. // Известия высших учебных заведений. Издание Ивановского государственного химико-технологического университета. Химия и химическая технология. 2012. Т 55, вып 3. С. 68-73.

2. Романова С. М., Мадыкина А. М., Фатыхова Л. А., Фридланд С. В. // Журнал общей химии. 2013. Т 83, № 1. С. 65-69.



**ОСВОЕНИЕ НОВЫХ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ МАРОК  
СОПОЛИМЕРОВ ПРОПИЛЕНА С ЭТИЛЕНОМ**

**М.Г. Фатыхов, И.И. Салахов, А.З. Батыршин, Э.Р. Забродина,  
В.Р. Латфуллин, А.Г. Сахабутдинов**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

**THE DEVELOPMENT OF NEW IMPORT-SUBSTITUTING GRADES  
OF ETHYLENE-PROPYLENE COPOLYMERS**

**M.G. Fatykhov, I.I. Salakhov, A.Z. Batyrshin, E.R. Zabrodina,  
V.R. Latfullin, A.G. Sakhabutdinov**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

На сегодняшний день большое внимание уделяется производству специальных марок (ПП), обладающих высокими оптическими свойствами и ударопрочностью для химической и автомобильной отрасли. Высокие значения физико-механических показателей, таких как ударная вязкость и модуль упругости ПП, позволяют получать изделия, обладающие превосходной стойкостью к растрескиванию. При этом объемы производства сополимеров пропилена с этиленом в России невелики, а удовлетворение спроса потребителей происходит за счет импортных поставок такими фирмами, как "Sabic", "INEOS", "Borealis" и др. Поэтому важной задачей, как с точки зрения импортозамещения, так и с точки зрения расширения марочного ассортимента ПП в ПАО "Нижнекамскнефтехим", является увеличение объемов выпуска статистических и блочных сополимеров пропилена с этиленом.

За последние 2 года освоены марки ПП, представленные в таблице 1, что позволило заменить импорт в среднем на 15 000 тн в год.

Данные марки удовлетворяют широкие требования потребителей, что обусловлено специально разработанными условиями полимеризации и рецептурами стабилизации сополимеров пропилена с этиленом на установке "Spheripol" завода Пластиков. Работа по импортозамещению сополимерных марок полипропилена продолжается, особенно интересным представляется сегмент освоения бимодальных марок сополимеров пропилена с этиленом.

Таблица 1 – Данные по освоенным импортозамещающим маркам сополимеров пропилена с этиленом ПАО «НКНХ»

№ п/п	Освоенные марки ПП ПАО «НКНХ»	Тип полимера	Применение	Особенности	Наименование импортных марок ПП (компания)	
1	PP 4445T ПТР=45÷70	Статистический сополимер пропилен с этиленом	Скоростное литье, тара и упаковка	Повышение внутренней вязкости, оптических свойств и снижение летучих соединений	PP QR 675K ("Sabic")	
2	PP 8348P ПТР=15÷25	Ударо-прочный блочный сополимер пропилен с этиленом	Скоростное литье	Улучшение физико-механических показателей (прочность)	C-706 ("Braskem")	
3	PP 8348R ПТР=25÷35				Улучшение физико-механических показателей (прочность)	Bormod BH381MO ("Borealis")
4	PP 8440T ПТР=50÷70				Улучшение физико-механических показателей (прочность)	PP FPC55 "Sabic" 2150H ("Pinnacle")
5	PP 9240N ПТР=10÷15		Литье, компаундирование с целью повышения пластических свойств	Высокая ударная вязкость и морозостойкость	540-CA13 ("INEOS")	
6	PP 9240P ПТР=15÷25	PP CX02-81 ("Sabic")				

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАУЧУКА МАРКИ СКДН НА КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ ШИН

Федорова Г.Н., Горелова Э. А., Махотин А.А., Волкова Л. Ф.

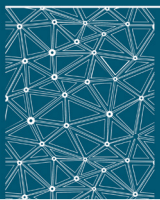
ООО «Научно-технический центр «Кама», г. Нижнекамск, Россия

### STUDY OF INFLUENCE OF HIGH CIS-Nd RUBBER MOLECULAR CHARACTERISTICS OPTIMIZATION ON THE ROLLING RESISTANCE COEFFICIENT OF TIRES

Fedorova G.N., Gorelova E.A., Makhotin A.A., Volkova L.F.

Scientific and Technical Center Kama, OOO (LLC), Nizhnekamsk, Russia

Выпуск конкурентоспособных шин возможен только при комплексном решении проблемы, направленном на совершенствование рецептуры резиновых смесей, конструкции шин и всего технологического производства шин. Понижение удельного веса потребления топлива в основном осуществляется за счет более экономичной конструкции двигателя, мер по снижению веса автомобиля, более



благоприятных аэродинамических показателей, сюда же добавляется низкое сопротивление шин качению. Вопрос понижения сопротивления качению является не только экономическим, но и экологическим.

Существует ряд рецептурных и технологических приемов, позволяющих понизить сопротивление качения. Однако, подобные приемы необратимо влекут за собой понижение износостойкости шин, создавая так называемую проблему «волшебного треугольника» шин. Поэтому и возникает потребность в создании нового каучука, способного обеспечить оптимальные показатели шин по топливной эффективности, сцеплению с влажной дорогой и сопротивлению износу. В данной работе для решения проблемы топливной эффективности в протекторной резиновой смеси заменили серийно применяемый каучук СКДН на бутадиеновый каучук (СКДН) с оптимизированными молекулярными параметрами производства ПАО «Нижнекамскнефтехим».

В работе представлены результаты испытания резиновой смеси и шин с применением опытного каучука в протекторе легковых радиальных шин.

### **ИЗУЧЕНИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВ – ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ПЭВП ОАО «ГАЗПРОМ НЕФТЕХИМ САЛАВАТ»**

**З.Д. Федорова, А.М. Кирюхин**

*ООО «НТЦ Салаватнефтеоргсинтез», г. Салават, Россия*

### **INVESTIGATION OF LOW-MOLECULAR POLYETHYLENS – CO-PRODUCTS OF HDPE PRODUCTION AT THE JSC GAZPROM NEFTEKHIM SALAVAT**

**Z.D. Fedorova, A.M. Kiryukhin**

*«Scientific and Technical Center of Salavatnefteorgsintez» Ltd Co., Salavat, Russia*

Основным побочным продуктом производства полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) суспензионным методом по технологии «Хостален» является полиэтиленовый воск (ПВ). Периодически возникающие проблемы при выгрузке воска из испарителя гексана в бочки привели к необходимости усовершенствования технологической схемы. После реконструкции был проведен фиксированный пробег, во время которого изучалось влияние изменений схемы выделения воска на его свойства и структуру. Наиболее оптимальным методом изучения физико-химических характеристик ПВ является дифференциально сканирующая калориметрия (ДСК).

Исследования проводились на приборе DSC Q2000 фирмы TA Instruments. В ходе ранее проведенных работ нами было установлено, что выделяемый воск состоит из двух частей: собственно олигомерного продукта с температурой плавления в интервале от 60 - 100 °С и высокомолекулярной составляющей (фракции полиэтилена) с  $T_{пл}$  не менее 110 °С. Содержание высокомолекулярной части в ПВ определяют по степени кристалличности. Этот показатель рассчитывается как отношение энтальпии плавления высокомолекулярной части к энтальпии плавления 100%-го полиэтилена (293 Дж/г). Степень кристалличности и  $T_{пл}$  высокомолекулярной фракции определяют легкость выгрузки ПВ из технологической линии.

При выпуске различных марок ПЭВП отмечается существенное изменение температур плавления и характеристик молекулярно-массового распределения ПВ. Например, производство бимодальной трубной марки ПЭВП сопровождается постепенным увеличением температуры плавления (до 116 °С) и доли высокомолекулярной фракции в воске (до 4 %). У низкомолекулярной фракции ПВ на кривых ДСК наблюдаются три эндо-эффекта, отвечающие плавлению в интервале 60 - 100 °С. При выпуске же мономодальных литевых марок содержание полиэтилена в воске минимально – не более 0,5%, а плавление ПВ наблюдается в диапазоне 60 - 80 °С.

Результаты исследований характеристик ПВ позволили выбрать оптимальную схему выгрузки побочных продуктов ПЭВП.



**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ РАСТВОРНОГО КАУЧУКА  
НА СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ****Н.В. Хайруллина, Э.А. Горелова, А.А. Махотин***ООО «Научно-технический центр «Кама», г. Нижнекамск, Россия***STUDY OF INFLUENCE OF S-SBR PRODUCTION METHOD ON THE PROPERTIES  
OF RUBBER COMPOUNDS****N.V. Khairullina, E.A. Gorelova, A.A. Makhotin***Scientific and Technical Center Kama, OOO (LLC), Nizhnekamsk, Russia*

Шинная промышленность – одна из важнейших отраслей химического комплекса. Она тесно связана с производством синтетического каучука. Производство шин – заключительное звено технологической цепочки: добыча нефти и газа – получение бензина – производство синтетического каучука – производство шин.

В настоящее время вопрос конкурентоспособности отечественных шин остается актуальным. Связано это с возрастающими требованиями к эксплуатационным характеристикам шин, таким как снижение потребления топлива, повышение комфортности при езде при сохранении общего пробега.

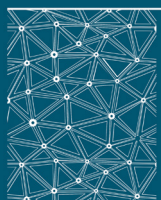
Прорывом в улучшении эксплуатационных свойств протекторных резиновых смесей стало применение в шинной промышленности растворных бутадиен-стирольных каучуков в сочетании с кремнекислотным наполнителем.

С целью повышения качества и стабильности растворного бутадиен-стирольного каучука по микро- и макроструктуре НТЦ ПАО «Нижнекамскнефтехим» предложен альтернативный способ получения данного полимера.

В докладе представлены результаты комплекса расширенных испытаний протекторной резиновой смеси со 100% кремнеземным наполнителем с применением опытного образца растворного бутадиен-стирольного каучука, полученного нетрадиционным способом, в сравнении с серийным эталоном.

**ТЕМПЕРАТУРА СТЕКЛОВАНИЯ И  
МИКРОСТРУКТУРА ИЗОПРЕНОВЫХ КАУЧУКОВ****М.Н.Хасанов***ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия***GLASS TRANSITION TEMPERATURE AND  
MICROSTRUCTURE OF ISOPRENE RUBBERS****M.N.Khasanov***PJSC «Nizhneamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

Зависимость параметров стеклования каучуков от их микроструктуры представляет большой интерес. Не являются исключением и полиизопрены, для которых было установлено, что величина температуры стеклования  $T_g$  линейно зависит от содержания 3,4- и/или 1,2-звеньев [1, 2]. Однако синтетические изопреновые каучуки (СКИ), представляющие собой полиизопрены с высоким (96 % и более) содержанием цис-1,4-звеньев, остались вне интереса исследователей. За прошедшее с тех пор время технический прогресс метода дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) позволил почти на порядок улучшить точность измерений. Также резко повысилась чувствительность, расширился динамический диапазон спектроскопии ЯМР, что позволяет проводить ранее недоступные деталь-



ные исследования микроструктуры [3].

В представленной работе изучены промышленные «титановые» и «неодимовые» СКИ и в качестве «образцов сравнения» – натуральные каучуки (НК) и «литиевый» СКИ. Величину  $T_g$  определяли методом ДСК на приборе Phoenix-204F1 (NETZSCH). Микроструктуру каучуков исследовали с помощью спектроскопии ЯМР на приборе «Avance-600 Bruker» с рабочей частотой 600 МГц для резонанса на ядрах  $^1H$  и 150 МГц – для ядер  $^{13}C$ .

Таблица - Температура стеклования (ДСК, 5 град/мин) и изомерный состав изопреновых каучуков

Образец	цис-1,4	транс-1,4	3,4-	$T_g, ^\circ C$
НК (SVR-30)	~ 100,0	0,0	0,0	- 68,1
НК (SVR-3H)	~ 100,0	0,0	0,0	- 67,9
НК (SJR-20)	~ 100,0	0,0	0,0	- 66,8
СКИ-3 п. 50220 от 01.02.10	97,9	1,9	0,2	- 67,9
СКИ-3 п. 20861 от 09.10.14	98,0	1,6	0,4	- 67,8
Nipol-JR-2200	98,3	1,2	0,5	- 67,3
СКИ-3 п. 50242 от 14.01.15	98,3	1,2	0,5	- 67,4
СКИ-3 п. 20754 от 22.07.13	97,9	1,5	0,6	- 67,8
Aldrich-18.214-1	98,2	1,2	0,6	- 67,3
СКИ-3 п. 50454 от 02.02.12	98,1	1,3	0,6	- 68,0
СКИ-3 п. 51003 от 19.03.14	98,0	1,4	0,6	- 67,1
Натсин-2200	98,0	1,4	0,6	- 67,7
СКИ-3 Стерлитамак, 2011 г.	97,6	1,7	0,7	- 67,8
СКИ-3 п. 53757 от 10.10.13	97,1	2,2	0,7	- 68,1
СКИ-3 Тольятти, 2012 г.	97,7	1,6	0,7	- 67,4
СКИ-3 Стерлитамак, 2012 г.	97,4	1,8	0,8	- 67,2
СКИ-5-ПМ Стерлитамак	97,4	0,5	2,1	- 66,0
СКИ-5 Стерлитамак, 2011 г.	97,5	0,4	2,1	- 66,7
СКИ неодимовый лаб.	96,5	0,7	2,8	- 66,2
СКИ неодимовый лаб.	96,6	0,4	3,0	- 65,5
Кратон	88,8	6,9	4,3	- 65,6

Для образцов НК различных марок замечен широкий разброс значений  $T_g$ , обусловленный, по-видимому, влиянием содержания отличных от изопреновых структур. Для образцов СКИ наблюдается небольшой, но устойчивый рост  $T_g$  при увеличении содержания 3,4-звеньев. При анализе зависимости  $T_g$  от изомерного состава следует учитывать возможное влияние и погрешности измерений, и характера распределения 3,4- и транс-1,4-звеньев в макромолекулах, который, в свою очередь, отражает особенности синтеза изученных каучуков.

#### Литература

1. J.M. Widmaier, G.C. Meyer // *Macromolecules*. 1981. V. 14. № 2. P. 450–452.
2. C. Kow, M. Morton, L.J. Fetters // *Rubb. Chem.. Technol.* 1982. V. 55. № 2. P. 245-252.
3. Н. Махиянов. // *Каучук и Резина*. 2012. № 6. С. 2–8.

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ БУТАДИЕНА-1,3 И СТИРОЛА  
В ПРИСУТСТВИИ ИНИЦИИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ N-БУТИЛЛИТИЯ  
И АМИНОСОДЕРЖАЩЕГО МОДИФИКАТОРА**

**Г.Р. Хусаинова, А.М. Вагизов, Р.Р. Давлетбаев, Е.В. Моисеева**  
*ПАО Нижнекамскнефтехим, г. Нижнекамск, Россия*

**REGULARITIES OF BUTADIENE-1,3 AND STYRENE COPOLYMERIZATION PROCESS  
IN THE PRESENCE OF N-BUTYL LITHIUM AND AMINE-CONTAINING MODIFIER**

**G.R. Khusainova, A.M. Vagizov, R.R. Davletbaev, E.V. Moiseeva**  
*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

В последнее время большое внимание уделяется вопросам повышения безопасности и комфортабельности движения автомобиля, рационального расхода топлива, защиты окружающей среды. В связи с этим, к современным автомобильным шинам предъявляются повышенные требования такие, как высокое сцепление с мокрой дорогой, низкое сопротивление качению, износостойкость. Достичь определенного улучшения эксплуатационных показателей шин стало возможным при использовании протекторных резин на основе растворных бутадиен-стирольных каучуков (р-БСК) с повышенным содержанием 1,2-звеньев и статистическим распределением звеньев бутадиена-1,3 и стирола в полимерной цепи [1]. Наиболее доступным и эффективным методом управления микроструктурой полимера является применение электронодонорных соединений (модификаторов). Вместе с тем, использование модификатора позволяет сблизить константы сополимеризации сопряженного диена и винилароматического соединения, повысить скорость процесса [2].

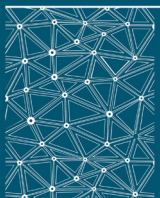
В настоящей работе изучена кинетика процесса сополимеризации бутадиена-1,3 и стирола в присутствии n-бутиллития (НБЛ) и смеси аминоксодержащих алколюатов щелочных и щелочноземельных металлов (АМД) в гексане и исследованы характеристики синтезированных образцов р-БСК.

Обнаружено, что зависимость скорости процесса от содержания модификатора носит экстремальный характер. При этом реакционная способность стирола увеличивается в большей степени. Повышение скорости сополимеризации сопровождается ростом средних молекулярных масс сополимера. Это может быть связано как с увеличением константы скорости роста полимерных цепей, так и протеканием процесса сополимеризации с участием бифункциональных инициаторов, которые представлены амидами лития и образуются при взаимодействии молекул n-бутиллития со вторичными амино-группами в составе модификатора. Установлено, что изменение содержания АМД в реакционной среде оказывает существенное влияние на микроструктуру бутадиеновой части сополимера. Выявлено, что при снижении концентрации иницирующей системы в реакционной среде наблюдается смещение оптимального мольного соотношения АМД:НБЛ в сторону уменьшения содержания модификатора.

**Литература**

1. Галимова, Е.М. Влияние молекулярной массы и вязкости дивинил-стирольного каучука на свойства резиновых смесей и резин на его основе / Е.М. Галимова, И.Г. Ахметов, В.Н. Борисенко // *Каучук и резина*. – 2014. – № 3. – С. 4.

2. Монаков, Ю.Б. Каталитическая полимеризация 1,3-диенов / Ю.Б. Монаков, Г.А. Толстиков. – М.: Наука, 1990. – 211 с.

**ВЫДЕЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКАУЧУКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ  
ВО ВЬЕТНАМСКОМ НАТУРАЛЬНОМ ЛАТЕКСЕ****Чан Хыу Тхань, А.П. Рахматуллина***Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия***ISOLATION AND RESEARCH OF NON-RUBBER COMPONENTS  
IN THE VIETNAMESE NATURAL RUBBER LATEX****Tran Huu Thanh, A.P. Rakhmatullina***Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Натуральный каучук (НК) выделяют коагуляцией латексов уксусной кислотой или без реагентов [1-2]. Большой вклад в формирование свойств НК вносят присутствующие в нем некаучуковые компоненты [3-4].

Часть некаучуковых компонентов в процессе коагуляции латекса НК безвозвратно удаляется в составе серума, что является причиной экологической опасности [1]. Некаучуковые компоненты могут найти применение в качестве полифункциональных модификаторов синтетического полиизопрена.

Таблица - Результаты исследования некаучуковых компонентов в серуме НК

Содержание компонентов, мас. %	Образец 1	Образец 2
Натуральный каучук	-	6,6
Некаучуковые компоненты, растворимые в воде	78,3	63,5
Некаучуковые компоненты, растворимые в толуоле	2,0	9,4
Некаучуковые компоненты, нерастворимые в толуоле (протеины)	12,7	20,5
Потери	7,0	-

Нами получены и проанализированы некаучуковые компоненты (таблица) из серумов вьетнамского латекса, скоагулированные с реагентом (образец 1) и без реагентов (образец 2) (на заводе производства натурального каучука в г. Хатинь).

## Литература

1. *Đỗ Thành Thanh Sơn Công nghệ chế biến cao su/ Đỗ Thành Thanh Sơn/ tiểu luận, HCM, 2012. – С. 13 -15.*
2. *Nguyễn Hữu Trí Công nghệ sản xuất cao su thiên nhiên/ Nguyễn Hữu Trí/ Nhà xuất bản trẻ, 2014. – С. 42.*
3. *Потапов, Е.Э. Химическая модификация эластомеров как способ получения синтетического аналога НК/ Е.Э. Потапов, Ю.Э. Гончарова, Е.Г. Имнадзе (и др.) // Каучук и резина. – 2004. – №1. – С. 18-25.*
4. *Робертс, А. Натуральный каучук. В 2-х ч. Ч. 1. Пер. с англ. / Под ред. А. Робертса. – М. 1990. – С. 91-96.*

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ И СТРУКТУРЫ АЛКИЛХЛОРИДОВ НА ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗОБУТИЛЕНА С ИЗОПРЕНОМ ПРИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ СОКАТАЛИЗАТОРОВ**

**С.М. Челнокова, Е.А. Маркина, О.В. Софронова, К.М. Кубанов, Л.И. Абельхасанова**  
*ПАО «Нижнекамскнефтехим», Нижнекамск, Россия*

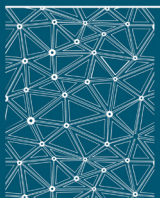
**THE INFLUENCE OF ALKYL HALOGEN NATURE AND STRUCTURE ON THE PARAMETERS OF ISOBUTYLENE AND ISOPRENE COPOLYMERIZATION AT THEIR USING AS COCATALYST**

**S.M. Chelnokova, E.A. Markina, O.V. Sofronova, K.M. Kubanov, L.I. Abelkhasanova**  
*PJSC "Nizhnekamskneftekhim", Nizhnekamsk, Russian Federation*

Бутилкаучуки и галобутилкаучуки являются товарами с высоким экспортным потенциалом. Поэтому задача повышения производительности в процессе получения бутилкаучука, в том числе за счет интенсификации полимеризации, является актуальной. Бутилкаучук – полиизобутилен, содержащий в среднем 1,6% мольных статистически распределенных звеньев изопрена – получают путем сополимеризации изобутилена и изопрена под влиянием катионного катализатора – хлористого алюминия. Процессы катионной полимеризации, положенные в основу получения бутилкаучука, чрезвычайно чувствительны к примесям, особенно к таким, которые при определенных дозировках могут играть роль сокатализаторов, генерируя активные центры различной степени стабильности в зависимости от их строения. Данное сообщение является продолжением ранее проведенных работ [1,2] по исследованию процесса катионной сополимеризации изобутилена на хлористом алюминии с использованием в качестве сокатализаторов алкилхлоридов разного строения. На основе проведенных исследований была обнаружена закономерность по влиянию электронных эффектов заместителя в молекуле алкилхлорида на стабильность образующегося карбкатиона и начальную скорость полимеризации. Замедление реакции сополимеризации на начальном этапе приводит к более равномерному протеканию реакции и позволяет увеличить исходную концентрацию изобутилена в шихте при сохранении хороших показателей устойчивости реакционной массы и конверсии мономеров. В данной работе расширен спектр изученных алкилхлоридов и рассмотрено их влияние на процесс сополимеризации изобутилена с изопреном с точки зрения ранее обнаруженных закономерностей, связанных с электронными эффектами заместителей и устойчивостью образующегося карбкатиона. Выделены алкилхлориды, представляющие наибольший практический интерес с точки зрения способности максимально стабилизировать реакционную систему и их доступности.

**Литература**

1. Маркина Е.А., Челнокова С.М., Софронова О.В., Ахмедьянова Р.А. и др. Получение бутилкаучука суспензионной полимеризацией с использованием модифицированной каталитической системы//Е.А. Маркина [и др.]/ Каучук и резина. 2009. №3. - С 10-13.
2. Софронова О.В., Маркина Е.А., Челнокова С.М., Сахабутдинов А.Г. Синтез бутилкаучука катионной полимеризацией в метилхлориде в присутствии алкилхлоридов//О.В. Софронова [и др.]/ Журнал прикладной химии. 2011. Выпуск 8. - С 1368-1372



**СИНТЕЗ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
2,6-ДИ(3,3',5,5'-ДИ-ТРЕТ-БУТИЛ-4,4'-ОКСИБЕНЗИЛ)-ЦИКЛОГЕКСАН-1-ОНА  
ДЛЯ АНТИОКСИДЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ КАУЧУКОВ И ПОЛИОЛЕФИНОВ**

**Е.Н. Черезова, С.Ш. Сайгитбаталова**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия*

**SYNTHESIS AND USE OF  
2,6-BIS(3,3',5,5'-DI-TERT-BUTYL-4,4'-HYDROXY-BENZYL)-CYCLOHEXAN-1-ONE  
FOR ANTIOXIDATIVE STABILIZATION OF RUBBERS  
AND POLYOLEFINS**

**E.N. Cherezova, S.Sh. Saigitbatalova**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

В структуре подавляющего большинства фенольных антиоксидантов (ФАО) присутствует 3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенильный фрагмент. Все более широкое распространение получают бис-фенольные и полифенольные АО. Как правило, в структуре бисфенольных АО диалкилзамещенные фенольные фрагменты соединены мостиками различного строения [1]. Перспективным является формирование мостика, вносящего дополнительный вклад в эффективность стабилизирующего действия.

В ходе данной работы исходным реагентом для формирования соединительного мостика между замещенными фенольными фрагментами использован промышленно доступный циклогексанон (ЦГ). Включение его в структуру стабилизатора позволит ожидать повышения эффективности его действия за счет подключения механизма акцептирования алкильных радикалов, возникающих первоначально при старении полимера, поскольку известно, что лактоны и циклокетоны с достаточно высокой скоростью реагируют с алкильными радикалами.

Рассмотрены возможности синтеза бисфенольного стабилизатора 2,6-ди(3,3',5,5'-ди-трет-бутил-4,4'-оксибензил)-циклогексан-1-она путем взаимодействия ЦГ с промышленно производимыми продуктами: 3,5-ди-трет-бутил-4-окси-N,N-диметилбензиламином, 3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксibenзиловым спиртом, его метиловым эфиром.

Изучено влияние температуры, соотношения реагентов, растворителя на выход целевого продукта.

В качестве критериев для оценки эффективности действия стабилизатора использовано значение продолжительности индукционного периода окисления полимеров в ходе термоокислительного старения. В качестве окисляемого субстрата использованы этилен-пропиленовый каучук (СКЭПТ) и бутилкаучук (БК), полиэтилен (ПЭНД).

Продолжительность индукционного периода окисления определяли на манометрической окислительной установке в атмосфере кислорода в жестких температурных условиях. За продолжительность индукционного периода принимали время начала поглощения кислорода полимерами.

Экспериментальные данные показали, что предлагаемый фенольный стабилизатор, взятый в концентрациях 0,2мас.%, не уступает по эффективности действия промышленным стабилизаторам Ирганоксу 1010 (эфир 3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенилпропионовой кислоты и пентаэритрита) и Агидолу 2 (бис-(2-окси-5-метил-3-трет-бутилфенил)-метан).

**Литература**

1. Горбунов, Б.Н. *Химия и технология стабилизаторов полимерных материалов*/ Б.Н. Горбунов, Я.А. Гурвич, И.П. Маслова.- М.: Химия, 1981.-368 с.

**ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИОКСИМОВ****И.Ф. Шаймухаметова<sup>1</sup>, О.Н. Голодков<sup>2</sup>, С.А. Богданова<sup>1</sup>, Г.П. Белов<sup>2</sup>**<sup>1</sup> *ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия*<sup>2</sup> *Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, Россия***POLYOXIMS SURFACE ENERGY CHARACTERISTICS****I.Ph. Shaimukhametova<sup>1</sup>, O.N. Golodkov<sup>2</sup>, S.A. Bogdanova<sup>1</sup>, G.P. Belov<sup>2</sup>**<sup>1</sup> *Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation*<sup>2</sup> *Institute of Problems of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Russian Federation*

Функциональные полимерные биосовместимые материалы нового поколения на основе алифатических поликетонов и полиоксимов обладают высокой адгезионной способностью и биологической разлагаемостью, хорошими барьерными характеристиками, являются исходными материалами для получения нового типа полимеров [1].

Полиоксимы – высокомолекулярные соединения, макромолекулы которых содержат активную оксимную группу  $=N-OH$ . Они находят применение в качестве компонентов иммуногенных синтетических вакцин и антибактериальных агентов, в качестве сорбентов для извлечения тяжелых металлов из сточных вод и очистки воды. Перспективно их применение в лечебно-косметических композициях и пленочных упаковочных материалах с бактерицидным эффектом.

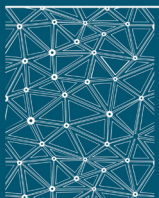
Целью данной работы являлось определение поверхностных энергетических характеристик пленок полиоксимов с различной молекулярной массой, полученных из растворителей различной природы. Свободная поверхностная энергия (СПЭ), ее кислотно-основная и дисперсионная составляющие, а также полярность поверхности определялась методом среднего геометрического на основании концепции аддитивности Фоукса с использованием уравнений Оуэнса-Вэндта по данным измерения смачивания поверхности образцов тестовыми жидкостями. Краевой угол смачивания определяли при 20°C методом сидящей капли в ячейке с гидравлическим затвором при помощи катетометра КМ-8, снабженного микрометрической насадкой. В качестве растворителей использовались диметилацетамид, диметилсульфоксид и пиридин.

Полученные результаты позволяют продолжить исследования по разработке путей функционализации поверхности полимерных материалов [2]. Анализ результатов показал, что полиоксимы обладают высокими значениями СПЭ и полярности поверхности. Установлено, что молекулярная масса и природа растворителя оказывают влияние на кислотно-основную составляющую СПЭ, наибольшая полярность поверхности отмечена для образцов, полученных из пиридина. Параметр кислотности, определенный по методу Бергер, свидетельствует о преимущественном присутствии протонодонорных групп в поверхностном слое.

## Литература

1. Голодков О.Н., Белов Г.П. Полиоксимы на основе чередующихся сополимеров монооксида углерода // Известия РАН. 2013. № 12. С. 2624.

2. Богданова С.А. Некоторые поверхностные свойства чередующихся сополимеров этилена с монооксидом углерода / С.А. Богданова, О.Р. Шашкина, Г.Б. Белов // Высокомолекулярные соединения. Сер. А. 2004. Т. 46. С. 1-7.



**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОАКТИВНЫХ  
ФУНКЦИОНАЛИЗАТОРОВ ПОЛИМЕРОВ**

**Р.Р. Шарифуллин, Е.В. Куск, П.В. Чирков**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

**THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING HIGHLY  
ACTIVE FUNCTIONALIZATOR FOR POLYMERS**

**R.R. Sharifullin, E.V. Kusk, P.V. Chirkov**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

«Зеленая экошина» – приобретая все большую популярность среди покупателей и производителей авто шин, в будущем может принести не только удовлетворенность от понимания того, что такие покрышки способствуют сохранению окружающей среды, но и весомый дополнительный коммерческий доход.

Резиновая смесь в протекторе шин оказывает большое влияние на конечные свойства шин, и сополимеры стирола и дивинила (ДССК) составляют значительную долю в протекторах современных шин. Для повышения технических характеристик каучуки и резины, изготавливаемые на их основе, модифицируют различными добавками. В последнее время, большое внимание было сосредоточено на модификации полимера для достижения высокой адгезии полимера к наполнителю путем введения полярной функциональной группы в полимер. В этом отношении особый интерес могут представлять блокированные диизоцианаты.

В ходе проведенных исследовательских работ определены оптимальные условия для синтеза высокоактивного изоцианатсодержащего функционализатора с массовой долей изоцианатных групп 15 – 17 % мас.

Получена опытная партия реагента, которую использовали в качестве функционализатора для модификации опытного образца ДССК функционализированного маслonaполненного (ДССК-ФМ).

Вулканизаты, полученные на основе опытного ДССК-ФМ, обладают более низким значением показателя «Сопротивление качению» по сравнению с импортным аналогом Buna VSL 5025-2 (Lanxess), что в процессе эксплуатации шины положительно отразится на ее долговечности и пониженном потреблении топлива.



**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ СИНТЕЗА  
ПОЛИДИЦИКЛОПЕНТАДИЕНА**

**И.Г. Шарифуллин, И.Г.Ахметов, К.М. Кубанов,**

**О.В. Софронова, А.С. Тукеева, Е.Н. Ткачева, В.А.Филимонов**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

**COMPONENT FORMULATION FOR POLYDICYCLOPENTADIENE SYNTHESIS**

**Sharifullin I. G., Akhmetov I.G., Kubanov K.M.,**

**Sofronova O.V., Tukeeva A.S., Tkacheva E.N., Filimonov V.A.**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation*

Получение полимеров дициклопентадиена (ДЦПД) является новым перспективным направлением в связи с появлением возможности использования для синтеза полимерных материалов доступных мономеров, не находивших ранее квалифицированного применения.



Полидициклопентадиен – это термореактивный гомополимер с высокой ударной прочностью, устойчивостью к деформации и стойкостью к окислению. Сочетание свойств определяет области применения материала, одной из которых является изготовление внешних деталей кузова легковых и грузовых машин. Мировое производство полидициклопентадиена составляет 12000 тонн/год. Наиболее крупными производителями компонентов для его синтеза в мире являются компании Metton Inc. (США) и Telene S.A.S (Франция). В России производства компонентов для полидициклопентадиена до сих пор не было. Тем не менее, российские предприятия начинают применять новые полимерные материалы, в т.ч. и полидициклопентадиен. Официальный поставщик ОАО «КАМАЗ», предприятие ООО «РИАТ», использует полученный по технологии реакционно-инжекционного формования полидициклопентадиен для изготовления деталей экстерьера и интерьера грузовых автомобилей, сельскохозяйственной и грузовой техники.

С целью импортозамещения сырья в производстве деталей автомобилей проведены исследовательские работы по созданию рецептуры двухкомпонентных смесей для синтеза полидициклопентадиена на основе ДЦПД являющегося побочным продуктом этиленовой установки ПАО «Нижнекамскнефтехим». Разработанная рецептура позволяет использовать ДЦПД с концентрацией 93-95% без дополнительной очистки, в то время как существующие технологии рассчитаны на сырье с содержанием основного компонента 96-97%.

Варьируя условия полимеризации и соотношение реагентов в составе компонентов для синтеза полидициклопентадиена, можно получать полимер с различной плотностью сетки и соответственно полимер со свойствами, изменяющимися от признаков эластомера до пластика. Основываясь на известных общих закономерностях, подобрали реагенты и их соотношения, позволяющие получать полимер ДЦПД, соответствующий требованиям предполагаемого использования, а именно: изготовление деталей для экстерьера и интерьера машин. Изучено также влияние природы используемых реагентов и их соотношения на скорость полимеризации в условиях реакционно-инжекционного формования [1].

Выпущенные по разработанной рецептуре в условиях опытной базы НТЦ ПАО «Нижнекамскнефтехим» партии компонентов прошли успешные испытания на предприятии ООО «РИАТ».

#### Литература

1. Софронова О.В., Михеева В.А., Ткачева Е.Н., Сахабутдинов А.Г. Получение компонентов для синтеза полидициклопентадиена // О.В.Софронова [и др.] / Пластические массы. 2014. №7-8. - С 39-42.

## ПОЛУЧЕНИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПОЛИМЕРОВ ПУТЕМ РЕГУЛИРУЕМОЙ ДЕСТРУКЦИИ КАУЧУКОВ СКД-Л, СКДИ-15, СКИ

Т.Н. Шехавцова<sup>1</sup>, Г.В. Шаталов<sup>1</sup>, В.Н. Папков<sup>2</sup>, А.С. Паневин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Воронежский Государственный Университет», г. Воронеж, Россия

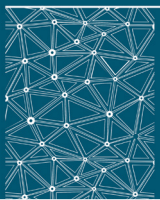
<sup>2</sup> Воронежский филиал научно-исследовательского института синтетического каучука им. акад.С.В.Лебедева, г. Воронеж, Россия

## PRODUCTION OF LOW MOLECULAR WEIGHT POLYMERS BY CONTROLLED DEGRADATION OF SKID-L, SKDI-15, SKI Shekhavtsova T.N.<sup>1</sup>, Shatalov G.V.<sup>1</sup>, Papkov V.N.<sup>2</sup>, Panevin A.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Voronezh State University, Voronezh, Russia

<sup>2</sup> Voronezh Department of S.V.Lebedev Research Institute of Synthetic Rubber,  
Voronezh, Russia

При производстве каучуков, СКИ, СКДИ-15 и СКД-Л, получаемых с использованием различных каталитических систем, происходит образование значительных количеств полимерных отложений



на стенках аппаратов. Это приводит к снижению производительности производства и требует сложных операций по очистке оборудования. Кроме того, полимер, извлеченный с поверхности производственного оборудования, неизбежно уходит в отходы производства [1].

Актуальной задачей является получение низкомолекулярных полимеров СКИ, СКДИ-15 и СКИД-Л с регулируемой молекулярной массой и отсутствием побочных продуктов методом термоокислительной деструкции, образующегося некондиционного высокомолекулярного продукта, не отвечающего необходимым показателям. Синтезированный таким образом полимер становится возможным вернуть в технологический процесс для смешения с основным товарным каучуком. Осуществление термоокислительной деструкции промышленного СКИ, СКДИ-15 и СКИД-Л как и в случае использования отходов его производства, позволяет синтезировать низкомолекулярный продукт с карбоксильными, гидроксильными и эпоксигруппами. Такие полимеры с функциональными группами представляют практическую значимость [2].

В результате проведенных исследований разработан способ деструкции каучуков, заключающейся в растворении и деструкции полимеров в органическом растворителе, с использованием аддукта 2,2-азо-бисизобутиронитрила и гетероциклического карбонилсодержащего соединения. При деструкции каучука СКИД-Л иницирующий комплекс подавали до начала процесса в один прием. Критерием окончания реакции служила величина характеристической вязкости  $[\eta]=0,08-0,12$  дл/г. В случае деструкции каучука СКДИ-15 и СКИ иницирующий комплекс вводили дробно: 60 % до начала реакции и по 10 % через каждые два часа от начала реакции. Начальные значения  $[\eta]$  составляли соответственно 2,81 дл/г, 3,0 и 2,0 дл/г для СКДИ-15, СКИ и СКИД-Л.

Установлено, что дробное введение иницирующего комплекса обеспечивает более быстрое проведение термоокислительной деструкции полимера до требуемой величины характеристической вязкости.

#### Литература

1. Пат. 2377255 С2 РФ. Способ термоокислительной деструкции гомополимеров диенов и винилароматических мономеров // Гусев Ю.К., Янчук В.А. и др. Опубл.27.12. 2009.

2. Синтез низкомолекулярных каучуков с функциональными группами методом термоокислительной деструкции / Гусев Ю.К., Папков В.Н., Шехавцова Т.Н. и др. // Материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Резиновая промышленность. Сырьё, материалы, технологии.» / ООО НТЦ НИИШП - М., 2012. - С.45 - 46.



**СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ГЕЛЕЙ  
С АНТИОКСИДАНТАМИ**

**Ю.А. Шигабиева, Е.А. Аблинова, С.А. Богданова, Л.Н. Залялютдинова**  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Россия*

**STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES  
OF ANTIOXIDANT-CONTAINED POLYMER GELS**

**Y.A. Shigabieva, E.A. Ablinova, S.A. Bogdanova, L.N. Zalyalutdinova**  
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

В настоящее время полимерные гели используются в различных областях - в нефтедобыче, медицине, технологии косметических и фармацевтических средств, при создании наноструктурированных систем. Благодаря способности к формированию пространственной сетки данные системы могут выполнять функции матрицы для введения биологически активных компонентов. Для получения таких гелей наиболее широко используют синтетические высокомолекулярные сшитые полимеры акриловой кислоты, называемые карбомерами. При разработке гелей ключевым моментом является оценка их структурно-механических свойств, поскольку они тесно связаны с эффективностью композиций, в частности с биологической доступностью активных компонентов.

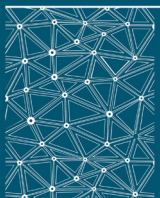
В данной работе получены полимерные гелевые системы с диметиловым эфиром 1,1-диметил-3-оксобутилфосфоновой кислоты (димефосфоном), обладающим антиоксидантными, регенерирующими и противомикробными свойствами. В качестве гелеобразователя использовался Carbomer 140, который имеет ряд преимуществ - высокая вязкость при низкой концентрации, совместимость со многими активными компонентами, температурная стабильность, хорошие биоадгезивные свойства, гипоаллергенность и дерматологическая мягкость.

Разработана рецептура лечебно-косметического геля, включающая, кроме вышеперечисленных ингредиентов, увлажняющие добавки, регулятор кислотности, нейтрализующий агент. Оптимизация состава данного геля базировалась на реологических исследованиях.

Изучение структурно-механических свойств геля осуществлялось методом ротационной вискозиметрии на вискозиметре «Reotron» в режиме контролируемой скорости сдвига в диапазоне от 1,5 до 1312 с<sup>-1</sup>. Проведенные измерения показали, что все исследуемые образцы - гель без активного компонента (основа) и также гели с димефосфоном в диапазоне концентраций от 0,5 до 3% масс. являются неньютоновскими системами, для которых снижение вязкости при увеличении прилагаемой нагрузки наблюдается во всей исследуемой области скоростей сдвига. Проанализированы реологические параметры исследуемых систем - статический и динамический пределы текучести, время релаксации, механическая стабильность, пластическая вязкость, коэффициент консистенции, индекс течения.

Установлено, что повышение содержания данного биологически-активного компонента приводит к регулируемому снижению прочностных характеристик гелей, что облегчает их нанесение и является положительным моментом для практического применения.



**БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ  
ПОЛИЭТИЛЕНА И НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА****В. В. Янов, Е.А. Алексеев, Л.А. Зенитова***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологиче-  
ский университет» г. Казань, Россия***BIODEGRADABLE POLYMERIC COMPOSITIONS BASED  
ON POLYETHYLENE NATURAL RUBBER****V.V. Janov, E.A. Alekseev, L.A. Zenitova***Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

В настоящее время существует проблема в длительности и трудности деградации полимеров и изделий на их основе, что является источником загрязнения окружающей среды. Решением проблемы является создание биоразлагаемых полимерных композитов путем введения в основной полимер биоразлагаемого полимера растительного происхождения – неочищенного натурального каучука и отходов его производства. Необходимость создания таких композитов определяется потребностью отечественного рынка, а также обусловлена необходимостью выхода на новый уровень экономического развития страны.

Предлагается способ использования в качестве материала, способствующего деструкции полимерного композита, натуральный каучук (НК).

В качестве основного полимера для получения композиций, предлагается полиэтилен – один из наиболее используемых в качестве материала широкого спектра применения.

Сведения об использовании натурального каучука, содержащего биоразлагаемые компоненты, в качестве ингредиента, способствующего управляемо регулировать процесс деградации полимерного композита в мировой литературе не обнаружены.

Объектом исследования являлись полимерные композиции (ПК) на основе полиэтилена ПВД марки 10803-020 В качестве материала, способствующего биодegradации, использовался НК, вводимый в композицию в количестве 0,5, 1,0 и 1,5 % масс. производства Вьетнам.

Определение прочности при разрыве проводилось на универсальной испытательной машине АИ-7000-М согласно ГОСТ 11262-80, при скорости раздвижения зажимов  $25 \pm 2$  мм/мин. Твердость по Шору D определялась по ГОСТ 24621-91 на дюрометре HD 3000, ударная вязкость по Шарпи – по ГОСТ 4647-80 на маятниковом копре GT-7045-MDL, измерение показателя текучести расплава (ПТР) – по ГОСТ 11645-73 на автоматическом экструзионном пластометре GT-7100-MIB.

Оценивался основной комплекс физико-механических показателей ПК в зависимости от количества введенного НК. Таблица. Выявлено, что в исследуемых пределах свойства изменяются незначительно. Несущественно снижается показатель текучести расплава, модуль и вязкость ПК при некотором повышении прочности на разрыв.

Таблица - Влияние НК на свойства ПК на основе полиэтилена

Показатели	Содержание каучука % масс.			
	0	0,5	1,0	1,5
ПТР, г/10 мин	2,0	1,37	1,70	1,80
Модуль эластичности, МПа	130	132	104	114
Прочность на разрыв, МПа	10,4	12,7	13,5	13,2
Вязкость по Шарпи, кДж\кв.м	-	52,5	51,6	45,4

Следующим этапом исследования будет оценка способности к биодegradации исследуемых ПК.

**СЕКЦИЯ "ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ  
И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ"  
SECTION "CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF PETROCHEMICAL  
AND REFINERY PROCESSES"**

**ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРОВ  
ГИДРОПЕРОКСИДОВ ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛА И ЭТИЛБЕНЗОЛА**  
В.И. Анисимова, И.А. Суворова, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампиدي  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Россия*

**IR-SPECTROSCOPIC STUDIES SOLUTIONS HYDROPEROXIDE  
ISOPROPYLBENZENE AND ETHYLBENZENE**  
V.I. Anisimova, I.A.Suvorova, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi  
*FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University",  
Kazan, Russia*

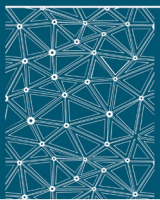
Гидропероксиды играют основную роль в процессах окисления органических соединений при получении важных промышленных продуктов, таких как ацетон, фенол, стирол, спирты, синтетические жирные кислоты. Гидропероксид, как первичный устойчивый продукт процесса окисления углеводородов, способен образовывать как внутримолекулярные, так и межмолекулярные водородные связи, образуя ассоциаты. Изучение процессов ассоциации гидропероксидов позволяет полнее оценить результаты, получаемые при проведении жидкофазного окисления углеводородов, а также делать прогнозы по коренному усовершенствованию технологии получения и применения гидропероксидов.

Методом ИК-спектроскопии ( $3100-3700\text{ см}^{-1}$ ,  $20-80^\circ\text{C}$ ) изучены внутреннее вращение и самоассоциации вторичного и третичного гидропероксидов в различных растворителях. Объекты исследования - растворы гидропероксидов в декане, четыреххлористом углероде, хлорбензоле: вторичный - гидропероксид этилбензола (ГПЭБ), третичный - гидропероксид изопропилбензола (ГПИПБ).

Методами ИК-спектроскопии показано существование смеси гош-1 (с внутримолекулярной водородной связью) и гош-2 - конформаций мономерных молекул ГПЭБ и ГПИПБ в неполярных растворителях и определена разность их энтальпий. На основе исследования ИК спектров установлено, что в растворах при концентрациях  $< 0,6$  моль/л ГПИПБ и ГПЭБ существуют в виде смеси мономеров, димеров и тримеров циклического и линейного строения. Исследования ИК-спектров при различных температурах позволили определить величины изменения энтальпий и энтропий при образовании различных самоассоциатов. Например, для димеризации в н-декане:  $\ln K_D = (22,8 \pm 2,0) \cdot 10^3 / RT - (46,9 \pm 5,0) / R$  (ГПИПБ);  $\ln K_D = (18,3 \pm 2,0) \cdot 10^3 / RT - (46,7 \pm 5,0) / R$  (ГПЭБ). Обнаружена сольватация гидропероксидов четыреххлористым углеродом и хлорбензолом и оценены термодинамические параметры взаимодействия с растворителем.

Полученные данные показывают, что растворители типа хлорбензола, часто используемые при изучении каталитического и термического разложения гидропероксидов, не являются инертными. Поэтому константы скоростей большинства указанных реакций, приведённые в литературе, следует считать эффективными, включающими параметры ассоциации с растворителем.

Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки России в рамках базовой части Государственного задания ПНИЛ 02.14.

**СПОСОБ ПАССИВАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
МОНОМЕРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ****Л.З. Ахмадеева, О.М. Трифонова***ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия***THE METHODS OF PASSIVATION OF PROCESSING EQUIPMENT  
FOR MONOMERS PRODUCTION****L.Z. Akhmadeeva, O.M. Trifonova***PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

Бутадиен и изопрен являются основными мономерами для получения синтетических каучуков, производство которых, с каждым годом возрастает. Важной проблемой, возникающей при производстве легко полимеризующихся продуктов, является борьба с самопроизвольной полимеризацией, которая приводит к нецелевым потерям мономера и отложению полимера в технологическом оборудовании, снижая технико-экономические показатели процесса. Наряду с линейным полимером образуется также пористый, ограниченно набухающий, нерастворимый неплавкий продукт, так называемый «губчатый» ( $\omega$ ) полимер [1, 2]. «Губчатый» полимер обладает способностью инициировать полимеризацию мономера, с течением времени заполняя весь объем оборудования. При этом создаются такие внутренние напряжения, которые могут послужить причиной разрушения аппаратов и трубопроводов. Скорость образования губчатого полимера возрастает с повышением температуры и концентрации мономера. Особенно опасно накопление  $\omega$  полимера в тупиковых участках трубопроводов и в застойных зонах колонного и теплообменного оборудования [3].

В промышленных технологических системах контакт кислорода с мономером, действие повышенных температур и контакт мономера с металлической поверхностью полностью исключить невозможно. Для уменьшения или исключения влияния поверхности металла на образование  $\omega$  полимера применяют метод пассивации поверхности.

В НТЦ ПАО «Нижнекамскнефтехим» разработана пассивирующая композиция комплексного действия, на основе производных гидросиламина и солей щелочных металлов, которая способствует разрушению перекисей, дезактивации остатков полимера и создает прочную защитную пленку на поверхности оборудования.

Результатами лабораторных исследований показано, что привес металлической стружки, не обработанной пассивирующим раствором, за 36 часов пребывания в среде мономера составил 3 % на взятый мономер. Пассивация стружки известными стандартными растворами реагентов значительно снижает (на 50 – 70 %), но не исключает образование «губчатого» полимера.

В опытах с использованием разработанной композиции на основе производных гидросиламина и солей щелочных металлов эффективность ингибирования составила 100 % даже в присутствии заправки активного полимера.

Положительные результаты лабораторных испытаний позволили рекомендовать разработанный способ пассивации оборудования для использования в производствах ПАО «Нижнекамскнефтехим», что позволило стабилизировать ведение технологических процессов, увеличить межремонтный пробег технологического оборудования, снизить затраты в капитальный ремонт.

**Литература**

1. Праведников А.Н., Медведев С.С. Полимеризация хлоропрена в присутствии  $\omega$ -полимера хлоропрена. // ДАН СССР. М.: Наука, 1955. Т.109. №3
2. Кирпичников П.А. и др. Химия и технология мономеров для синтетических каучуков. Л.: Химия, 1981.
3. Испытание различных веществ в качестве дезактиваторов роста губчатого полимера. Отчет о НИР НИИМСК. Ярославль. 1978

## ДЕЗАКТИВАЦИЯ $AlCl_3$ СОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА ОЛЕФИНАМИ ЭПОКСИДИРОВАННЫМ СОЕВЫМ МАСЛОМ

Э. Ш. Байгускарова, Р.А. Ахмедьянова, Д.Г. Милославский

ФГБОУ ВПО Казанский национальный

исследовательский технологический университет, Казань, Россия

## DEACTIVATION OF $AlCl_3$ CONTAINING CATALYTIC COMPLEX FOR ALKYLATION BENZENE BY OLEFINS BY EPOXIDIZED SOYBEAN OIL

I.Sh. Bayguskarova, R.A. Akhmed'yanova, D.G. Miloslavskiy

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

Каталитическое алкилирование бензола олефинами является одним из наиболее распространенных процессов нефтехимического синтеза. Это определяется высоким спросом на алкилароматические углеводороды, являющиеся сырьём для производства мономеров для синтетических каучуков и волокон, пластических масс, поверхностно активных веществ и др.

Несмотря на широкий круг катализаторов кислотного типа ( $H_2SO_4$ , безводный HF,  $BF_3$ , фосфорная кислота на носителях, алюмосиликаты, цеолиты) в промышленности при алкилировании ароматических углеводородов олефинами до сих пор используются комплексы на основе хлорида алюминия.

Эксплуатация такого производства создает большое количество технологических, экологических и экономических проблем.

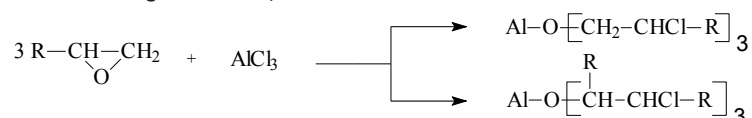
В последние годы для дезактивации каталитических систем на основе хлоридов металлов описано применение эпоксисодержащих соединений, в частности, оксидов олефинов, но рассматривается, как правило, процесс получения нефтеполимерных смол.

Проблема же разработки экологичного способа дезактивации  $AlCl_3$  содержащего каталитического комплекса алкилирования бензола олефинами остается актуальной и на сегодняшний день.

В качестве дезактивирующего агента было использовано эпоксидированное соевое масло (ЭСМ)

Процесс дезактивации изучался на модельной системе, представляющей собой каталитический комплекс в среде толуола. Концентрация каталитического комплекса по хлориду алюминия составляла 2% масс.

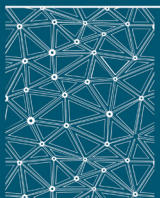
В общем виде схема дезактивации каталитического комплекса эпоксисодержащим соединением может быть представлена следующим образом:



Таким образом, в процессе дезактивации происходит связывание свободного хлорида алюминия в нейтральное соединение.

В ходе работы было изучено влияние соотношения хлорида алюминия и эпоксидных групп (ЭГ)  $[AlCl_3]:[ЭГ]$ , мольн.=1:2, 1:3, на степень дезактивации каталитического комплекса при  $T=50^\circ\text{C}$ ,  $[AlCl_3]=2\%$  масс.

Дезактивация каталитического комплекса ЭСМ приводит к снижению количества свободного хлорида алюминия, и с увеличением мольного избытка дезактивирующего агента с 2 до 3, степень дезактивации увеличивается с 70% до 80%.

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ  
АКТИВНОСТИ АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА ДЕГИДРИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА****Г.Э. Бекмухамедов, С.Р. Егорова, А.А. Ламберов,  
К.С. Борецкий, Р.И. Вагизов, Р.В. Ермолаев***ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия***EFFECT OF OXIDATIVE REGENERATION CONDITIONS ON THE ACTIVITY REDUCTION  
OF ALUMINA-CHROMIA CATALYST FOR ISOBUTANE DEHYDROGENATION****G.E. Bekmukhamedov, S.R. Egorova, A.A. Lamberov,  
K.S. Boretsky, R.I. Vagizov, R.V. Ermolaev***Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation*

Объектами исследования являлись образцы исходных катализаторов марок КДИ (ОАО Химический завод им. Л.Я. Карпова), КДИ-М (ООО «Катализ-Пром»), образец равновесного катализатора, отобранного на заводе ИМ ПАО «Нижнекамскнефтехим».

Целью работы являлось проведение регенерации дезактивированных катализаторов дегидрирования изобутана КДИ, КДИ-М и равновесного катализатора дегидрирования изобутана КДИ-М на каталитических установках в лабораторных условиях.

Экспресс-дезактивацию катализаторов осуществляли в условиях реакции дегидрирования изобутана. В процессе дегидрирования и регенерации пробы катализатора отбирали через 5-105 минут и анализировали содержание углерода, состояние активного компонента, пористую систему, оценивали изменение каталитических свойств.

Восстановление активности катализатора в процессе окислительной регенерации определяется не только выжигом углерода, но и полнотой окисления ионов  $\text{Cr}^{3+}$  до  $\text{Cr}^{6+}$ , что обеспечивает формирование дополнительного количества активной фазы в катализаторах. Данный процесс осуществляется при 650 °С для КДИ в течение 30 мин, для КДИ-М – 20 мин, для равновесного катализатора – 30-40 мин.

Эксперименты и расчеты показали, что необходимое для полного окисления ионов  $\text{Cr}^{3+}$  до  $\text{Cr}^{6+}$  время пребывания катализаторов в решеточной зоне блоков дегидрирования достигается только при нагрузке по сырью 20 т/ч. Увеличение нагрузки до 25 и 35 т/ч сокращает время пребывания до 24 и 17 мин соответственно. Поэтому необходима интенсификация процесса регенерации катализаторов, что возможно осуществить при использовании дополнительных окисляющих агентов, позволяющих ускорять процесс регенерации или локально повышать температуру в зоне окисления.

В качестве окисляющих агентов использовали закись азота (10-50 % об.) и кислород (10-20 % об.). При использовании закиси азота отмечено ускорение окисления углерода и ионов  $\text{Cr}^{3+}$  до  $\text{Cr}^{6+}$ , что сопровождается возрастанием активности катализаторов: увеличение выхода бутенов на 3-6 масс. %. Также происходит восстановление параметров пористой системы до исходных значений. Регенерация с использованием добавки кислорода сопровождается увеличением выхода бутенов на 4-8 % масс.

Также проводили химическую регенерацию отработанного катализатора в лабораторных условиях. Наиболее эффективной из ряда исследуемых модификаторов-окислителей является комбинация  $\text{CrO}_3$  в количестве 3,0-5,0 % масс. с  $\text{K}_2\text{O}$  в количестве 0,5 % масс., что способствует повышению выхода бутиленов на 4,2 % масс.



**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИКЛОПЕНТАНА ИЗ ВТОРИЧНЫХ  
ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА БЕНЗИНА****М.В. Березкина, Р.Р. Гильмуллин***ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия***TECHNOLOGY OF CYCLOPENTANE PRODUCTION FROM  
FRACTION OF PYROLYSIS GASOLINE****M.V. Berezkina, R.R. Gilmullin***PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation*

Циклопентан является самым прогрессивным вспенивающим агентом, как наиболее близкий по своим характеристикам к фреонсодержащим соединениям.

В настоящее время в России отсутствуют мощности по выпуску циклопентана. Ежегодный экспорт в РФ этого углеводорода достигает до 17 тыс. тонн в год, что делает нашу страну зависимой от импорта [1]. В то же время в ПАО «Нижнекамскнефтехим» имеются вторичные фракции, из которых может быть получен этот ценный углеводород. Наибольший интерес представляют побочные фракции, содержащие в качестве основного вещества дициклопентадиен (ДЦПД) и пиперилен. Образуются они при ректификации фракции C5 пиролиза и дегидрирования изопентана. Содержание циклопентанобразующих компонентов в составах указанных фракций может достигать от 30 до 80 % масс. При этом, если фракция ДЦПД находит квалифицированное применение, то пипериленовая фракция применяется только в качестве абсорбента, что делает ее привлекательной для производства продукции с высокой добавленной стоимостью.

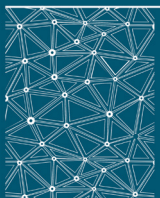
В НТЦ ПАО «Нижнекамскнефтехим» разработана технология производства циклопентановой фракции. Технология может быть успешно интегрирована в существующую технологическую линию двухстадийного синтеза изопрена. Схема включает в себя колонну предварительной ректификации для концентрирования циклопентанобразующих компонентов, два последовательно соединенных реактора с никельсодержащим катализатором, межступенчатое теплообменное оборудование для регулирования экзотермического эффекта реакции гидрирования, колонну стабилизации и выделения гидрогенизата.

Реакция осуществляется при температуре 80-120 °С, давлении 1-6 кгс/см<sup>2</sup> в присутствии водородсодержащего газа (ВСГ). При указанных условиях обеспечивается требуемая точность регулирования температуры гидрирования с достижением полного насыщения непредельных углеводородов. Часть предельных углеводородов – пентан и изопентан возвращаются в начальную стадию переработки в качестве рецикловой фракции, а балансовый избыток направляется на дальнейшее использование в технологии двухстадийного синтеза изопрена. Циклопентановая фракция в качестве готового продукта направляется на склад готовой продукции.

Эта технологическая схема позволит полностью перерабатывать вторичную пипериленсодержащую фракцию с обеспечением до 14 % всей годовой потребности РФ в циклопентане. Также при этом вырабатывается другая не менее ценная фракция – пентан-изопентановая, которая может быть использована в дальнейшем в качестве сырья для получения изопрена.

## Литература

1. Нефтяные новости Волги и Урала//iadevon.ru.URL: <http://www.iadevon.ru/news/chemistry> (дата обращения: 11.01.2016)



**ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ  
ОКСИДА ПРОПИЛЕНА В ПРИСУТСТВИИ ДМЦ КАТАЛИЗАТОРА**

**А.С. Биктимерова, Н.С. Габдулхакова, Р.Р. Шарифуллин**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

**INVESTIGATION OF KINETIC PARAMETERS OF PROPYLENE  
OXIDE POLYMERIZATION IN THE PRESENCE OF DOUBLE METAL-CYANIDE CATALYST**

**A.S. Biktimerova, N.S. Gabdulhakova, R.R. Sharifullin**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

В последние годы значительно повысился интерес к внедрению на производстве простых полиэфиров (ПП) современных диметаллоцианидных (ДМЦ) катализаторов на основе гексацианокобальтата цинка, использование которых позволяет снизить затраты на производство и уменьшить образование отходов.

Для более точного описания процесса получения ПП с использованием ДМЦ катализатора были проведены исследовательские работы по определению кинетических параметров реакции присоединения оксида пропилена (ОП) в среде низкомолекулярных ПП на основе двухатомных спиртов.

Особенностью синтеза ПП при полимеризации ОП, инициируемой ДМЦ катализатором, является наличие индукционного периода. При увеличении температуры, содержания катализатора и дозировки ОП время стадии инициирования значительно сокращается. Добавление основания Льюиса (триэтиламин) в качестве стоппера полимеризации приводит к пропорциональному снижению концентрации активных центров и скорости реакции.



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОРАТОВ В ЦИРКУЛИРУЮЩЕМ ПОТАШНОМ РАСТВОРЕ**

**Е.В. Блинова, Л.Я. Гатиятуллина**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

**DETERMINATION OF BORATES IN THE CIRCULATION  
SOLUTION OF POTASSIUM CARBONATE**

**E.V. Blinova, L.Y. Gatiyatullina**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation*

В процессе производства окиси этилена образуется побочный продукт – диоксид углерода. Для очистки контактного газа от диоксида углерода используется поташный раствор, поглощающую способность которого увеличивают введением активирующих добавок: борной кислоты и пентаоксида ванадия. Поддерживание оптимального соотношения активирующих добавок позволяет снизить концентрацию диоксида углерода, и тем самым повышает селективность реакции образования окиси этилена.

Цель работы: разработка точного, экспрессного и доступного метода определения метабората калия в диапазоне концентраций от 0,50 % масс. до 5,0 % масс. в присутствии сопутствующих компонентов – карбоната и метаванадата калия.

Из множества существующих методов определения борной кислоты и боратов [1, 2, 3] в качестве основы для разработки методики измерения боратов в присутствии сопутствующих компонентов выбран титриметрический метод с визуальной или потенциометрической индикацией точки эквива-

лентности. Однако не представлялось возможным определять метаборат в присутствии карбонатов и метаванадата калия из-за недостаточного соотношения между значениями констант основности для пар метаборат-ион, карбонат-ион и метаванадат-ион, гидрокарбонат-ион, которое должно принимать значение не менее  $10^4$ , приводящего к отсутствию «индекса крутизны» на кривой потенциометрического титрования.

В разработанной методике достигнуто определение метабората в присутствии карбоната и метаванадата калия путем перевода солей в соответствующие кислоты в кислой среде, удалении углекислого газа и дифференцированном титровании метаванадиевой и борной кислот до достижения  $pH = (8,2-8,3)$  сначала в водной среде, затем в присутствии глицерина, который образует комплексное соединение с борной кислотой с константой диссоциации выше на 3 порядка константы диссоциации последней.

Выводы: внедрение методики измерения позволяет селективно, с высокой точностью проводить аналитический контроль содержания метабората калия в поташном растворе производства Окиси Этилена, содержащем карбонаты калия и метаванадат калия. Границы относительной суммарной погрешности методики измерений  $\pm (\delta) = 3,7\%$  отн.

#### Литература

1. Немодрук А.А., Коралова З.К. Аналитическая химия бора. – М.: Наука, 1964. – 284 с.
2. Курбатова И.И. Современные методы химического анализа строительных материалов. – М.: Издательство литературы по строительству, 1972. – 161 с.
3. Васильева М.Г., Лалыкина В.М., Махарашвили Н.А., Соколова А.Л., Соифер В.М., Ццирия Н.Г. Анализ бора и его неорганических соединений. – М.: Атомиздат, 1965. – 268 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕСТНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ И ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДА С ЦЕЛЬЮ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФАТА АММОНИЯ

Р.И. Бобровский<sup>1</sup>, В.А. Будник<sup>1</sup>, А.А. Абдуллаев<sup>2</sup>, А.А. Горбачев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «НТК Салават»

<sup>2</sup> ОАО «Газпром нефтехим Салават»

## TECHNOLOGY OF COMBINED RECOVERY OF GASES FROM ELEMENTAL SULFUR AND CARBAMIDE PRODUCTION FOR THE PURPOSE OF AMMONIUM SULFATE PRODUCTION

R.I. Bobrovskiy<sup>1</sup>, V.A. Budnik<sup>1</sup>, A.A. Abdullaev<sup>2</sup>, A.A. Gorbachev<sup>2</sup>

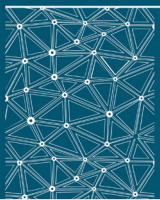
<sup>1</sup> LLC "Science & Technology Company Salavat"

<sup>2</sup> JSC "Gazprom neftekhim Salavat"

Даже современное производство аммиака и карбамида, оснащенное последними техническими решениями является источником вредных выбросов и в особенности аммиачного газа. Количество выбросов аммиака самым непосредственным образом влияет на экологическую ситуацию на территории завода и в близлежащих городах, а также на размеры санитарно-защитной зоны и связанные с ней размеры выплат государству за причиненный окружающей среде экологический ущерб.

Нефтеперерабатывающие производства также создают значительную нагрузку на окружающую среду за счет выбросов углеводородов со стоками и в атмосферу, а также выбросов двуокиси серы с установок производства элементарной серы, количество которой растет постоянно из-за ужесточения требований к качеству моторных топлив по содержанию серы.

В мировой практике существуют технологии, позволяющие совместно утилизировать газообраз-



ные отходы производства карбамида – аммиак, и нефтеперерабатывающих производств – двуокись серы, продуктом взаимодействия которых является сульфит аммония, который может быть переработан путем окисления кислородом воздуха в растворе в сульфат аммония – ценное минеральное удобрение.

На промышленной площадке ОАО «Газпром нефтехим Салават» действует как производство минеральных удобрений на Газохимическом заводе, так и производство элементарной серы, как побочная продукция Нефтеперерабатывающего завода. Данное сочетание в своем роде уникально тем, что на территории одной промышленной площадки мы имеем 2 потенциальных источника сырья для производства сульфата аммония (выбросы аммиака и двуокиси серы). Реализация проекта по взаимной утилизации данных газовых выбросов не только улучшит экологическую ситуацию (сокращение санитарно-защитной зоны), но и позволит окупить затраты на строительство (и получать дополнительную прибыль) за счет выпуска и реализации товарной продукции – ценного минерального удобрения сульфата аммония.

Предварительная количественная оценка выбросов аммиака и двуокиси серы показала, что их массовое соотношение позволяет эффективно утилизировать оба источника загрязнений. Оценка ориентировочного экономического эффекта с учетом капитальных и операционных затрат позволила определить ориентировочный срок окупаемости проекта: от 3 до 5 лет. Данный период, с учетом экологической направленности мероприятия, является более чем приемлемым.



### **ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ АЛЮМООКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЕГИДРАТАЦИИ**

**В.А. Васильев, А.В. Опаркин, Э.А. Каралин, Х.Э. Харлампиدي**

*Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет,  
г. Казань, Россия*

### **ELEMENTAL COMPOSITION OF SURFACE OF THE INDUSTRIAL ALUMINA CATALYST FOR DEHYDRATION**

**V.A. Vasilyev, A.V. Oparkin, E.A. Karalin, Kh.E. Kharlampidi**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Натрий является единственным из щелочных и щёлочноземельных металлов, содержание которого регламентируется нормативными документами отечественных и зарубежных производителей оксидов алюминия (ГОСТ 8136-85; ТУ 6-68-146-02). Однако, проведённый нами качественный анализ наружной поверхности промышленных катализаторов дегидратации 1-фенилэтанола (1-ФЭТ) методом РФА (рентгено-флуоресцентный анализ) показал наличие калия и кальция, которые, как и натрий, являются каталитическими ядами.

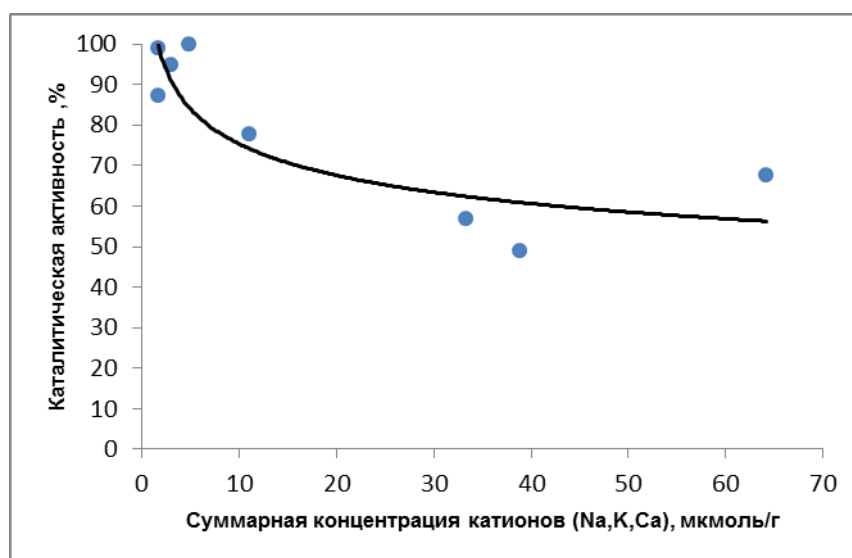
Результаты количественного анализа методом пламенной фотометрии (низкотемпературный многоканальный пламенный фотометр BWB - XP (BWB Technologies, UK)) промышленных оксидов алюминия приведены в табл.1 (образцы №3 - №6 зарубежные; №7 и №8 отечественного производства).

Результаты эксперимента по определению каталитической активности представлены на рис.1. Эксперимент проводился в реакторе вытеснения с неподвижным слоем катализатора при атмосферном давлении; в качестве сырья использовалась модельная система 2-фенилэтанол : толуол (~ 10 % мас. ароматического спирта).

Таблица 1- Содержание катионов на поверхности

Катализатор	Концентрация мкмоль/г			
	Na	K	Ca	Сумма
АОК	33,4	3,70	1,8	38,9
АОА	7,1	0,12	3,9	11,12
Образец №3	1,6	0,06	0	1,66
Образец №4	1,2	1,90	0	3,10
Образец №5	49,0	2,74	12,4	64,14
Образец №6	24,2	1,67	7,4	33,27
Образец №7	1,70	0,08	0	1,78
Образец №8	4,8	0,1	0	4,9

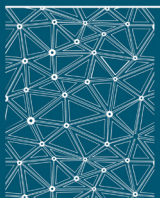
Рисунок 1 – Зависимость каталитической активности от поверхностной концентрации щелочных и щелочно-земельных металлов



Полученные результаты позволяют сделать вывод, что в качестве катализатора основного слоя следует использовать оксиды алюминия, характеризующиеся суммарным содержанием катионов натрия, калия и кальция не более 10 мкмоль/г.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части государственного задания (ПНИЛ 02.14).





**ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛО- И МАССОБМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ  
ОТ КОЛИЧЕСТВА ЯРУСОВ ГОРЕЛОК НАСТИЛЬНОГО ПЛАМЕНИ**

**Д.Б.Вафин, А.В.Садыков**

*Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»*

**DEPENDENCE OF WARM AND MASS-EXCHANGED PARAMETERS OF THE TUBULAR  
FURNACE FROM QUANTITY OF TORCHES OF THE NASTILNY FLAME**

**D.B.Vafin, A.V.Sadykov**

*Nizhnekamsk Institute of Chemical Technology (Branch)  
FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University*

При обеспечении определенного изменения тепловых потоков вдоль реакционных труб можно добиться получения требуемого оптимального состава целевых продуктов в трубчатых печах нефтехимических производств. Поддержания требуемой теплонапряженности труб можно добиться применением инжекционных чашеобразных горелок, беспламенных панельных горелок или различных типов горелок настильного сжигания смеси газового топлива и воздуха. Проведение численных исследований на компьютерах, применением физического и математического моделирования сложных процессов, происходящих в топках, позволяет предсказать характер изменения лучистых тепловых потоков, температуры реакционных труб и стенок топки. Дифференциальный метод [1] был использован в ряде наших работ [2,3] для исследования тепловых и аэродинамических режимов печей с различными горелками.

В данной работе в рамках двумерной математической модели исследовано влияние количества ярусов акустических горелок типа АГГ, расположенных на футерованных боковых стенах камеры радиации печи, на тепловые и аэродинамические параметры в топке.

Исследования проведены на примере технологической трубчатой печи двухстороннего обогрева трубчатого экрана. Камера радиации печи состоит из двух секций, расположенных симметрично относительно однорядного вертикального трубчатого экрана. Ширина секции 1,5 м, длина труб 10 м. В проведенных расчетах акустические горелки были расположены в один, два и три яруса: верхний ярус на расстоянии 1,5 м от свода, расстояние между ярусами горелок 2,5 м.

Проведенные исследования показали, что использование горелок акустического типа АГГ позволяет обеспечить более равномерную теплонапряженность реакционных труб по их длине, что указывает на перспективность их использования. Оптимальным с точки зрения наибольшей теплоотдачи является расположение ярусов горелок вблизи свода камеры радиации. В то же время, при увеличении числа ярусов акустических горелок получается более равномерное распределение тепловых потоков по длине труб.

Литература

1. Вафин Д.Б. Радиационный теплообмен в энергетических установках / Сложный теплообмен. Saarbrücken: LAP, 2011. - 252 p.

2. Вафин Д.Б., Садыков А.В, Садыкова Д.А. Моделирование работы верхних горелок настильного пламени в трубчатых печах дифференциальным методом // Вестник Казанского технологического университета. - 2012. – Т.15, №18. – С. 74 – 78.

3. Вафин Д.Б., Садыков А.В, Садыкова Д.А. Тепловой расчет трубчатых печей с акустическими горелками // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – № 11-12. – С. 27 –32.

## ГИДРОКОНВЕРСИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ

**А.А. Габдуллин, Н.Л. Солодова**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

## HYDROCONVERSION OF HEAVY OIL RESIDUES

**Gabdullin A.A., Solodova N.L.**

*Kazan National Research Technological University, Kazan,  
Russian Federation*

Создание эффективной технологии и каталитических систем для глубокой переработки тяжелого нефтяного сырья, представляющего собой сложную нефтяную дисперсную систему, при конверсии которой в реакционной зоне образуются термически неустойчивые высокомолекулярные фрагменты деструкции органических веществ, смол и асфальтенов, является сложной проблемой [1], поскольку технология переработки тяжелых нефтяных остатков подразумевает: высокую стоимость строительства, низкий уровень конверсии, импорт технологий и оборудования.

Однако требования к современной технологии глубокой переработки нефти диктуют:

- высокую степень конверсии;
- отечественную разработку;
- преимущества по сравнению с иностранными аналогами по удельным капитальным и эксплуатационным затратам;
- внутренний спрос на технологию.

Вышеперечисленные требования реализуются процессом гидроконверсии тяжелых нефтяных остатков.

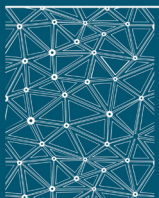
Разработчиком технологии является Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской Академии Наук (ИНХС РАН). Принципиально новая технология основана на использовании уникального наноразмерного катализатора и может быть успешно применена как для переработки тяжелых вакуумных остатков в составе завода глубокой переработки нефти, так и в схеме облагораживания тяжелой нефти. Гидроконверсия обеспечивает высокую степень превращения исходного сырья – 95%, а также позволяет исключить производство мазута, увеличить выпуск высокоценных дистиллятов [2].

В России гидроконверсия позволяет перерабатывать тяжелые нефти с большой эффективностью. Данный процесс реализуется на ТАНЕКО, где строится опытно-промышленная установка мощностью 50 тыс. тонн в год. Планируемый срок окончания работ – 2017 год. Также планируется строительство крупнотоннажной установки гидроконверсии мощностью 2,5 млн. тонн в год для эффективной переработки тяжелых остатков всего комплекса.

Именно гидроконверсию вместе с целым рядом других гидрогенизационных технологий предлагается использовать в качестве основных процессов при создании национального проекта «Комплекс гидропереработки тяжелого нефтяного сырья с целью получения высококачественных топлив, масел и сырья для нефтехимических процессов».

### Литература

1. Магоматов Э.Э. Гидроконверсия атмосферных вакуумных остатков высоковязких нефтей на катализаторах, синтезированных *in situ* в реакционной среде: дис. канд. хим. наук. – Москва, 2014. – С. 3
2. В РФ создана технология практически полной переработки тяжелых нефтяных остатков [Электронный ресурс]. Дата обновления: 28.01.2016. – URL: [http://iadevon.ru/news/petroleum/v\\_rf\\_sozdana\\_tehnologiya\\_prakticheski\\_polnoy\\_pererabotki\\_tyazhelih\\_neftyanih\\_ostatkov-3232/](http://iadevon.ru/news/petroleum/v_rf_sozdana_tehnologiya_prakticheski_polnoy_pererabotki_tyazhelih_neftyanih_ostatkov-3232/) (дата обращения: 28.01.2016)

**ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРОКСИДА ЦИКЛОГЕКСАНОНА**

**А.А.Гайфуллин, С.Н.Тунцева, Р.А.Гайфуллин, А.И. Бадтрдинова Х.Э.Харлампи**  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Россия*

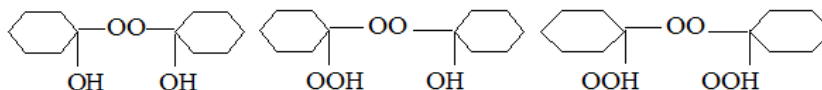
**OBTAINING THE PEROXIDE OF CYCLOHEXANONE**

**A.A. Gayfullin, S.N. Tountseva, R.A. Gayfullin, A.I. Badrtdinova, Kh.E. Kharlampidi**  
*FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University",  
Kazan, Russia*

В процессе совместного получения стирола и оксида пропилена на стадии окисления этилбензола при промывке оксида образуются пероксидсодержащие сточные воды. Промывные воды содержат  $H_2O_2$  и гидропероксид этилбензола (ГПЭБ). Концентрация пероксидных соединений достигает 1,4 моль/л или 48 г/л в пересчете на пероксид водорода. При этом концентрация  $H_2O_2$  в стоках на порядок превышает концентрацию ГПЭБ.

В работе исследована возможность утилизации  $H_2O_2$ , содержащегося в промывных водах, путем синтеза на его основе пероксида циклогексанона.

При окислении циклогексанона пероксидом водорода образуется ряд пероксидных производных



широко используемых в качестве инициаторов отверждения полиэфирных смол.

Фактором, определяющим структуру, получаемого при синтезе пероксидного производного циклогексанона, является кислотность реакционной среды.

Изучаемые стоки имеют кислую реакцию среды ( $pH=2-3$ ), обусловленную присутствием в их составе муравьиной, уксусной, пропионовой и бензойной кислот. Суммарное содержание кислот составляет 0,15-0,4 г-экв/л.

На образцах реальных сточных вод, содержащих пероксид водорода, определялось влияние мольного соотношения  $H_2O_2$ :циклогексанон и температуры на конверсию пероксида и выход продукта, а также влияние органических кислот на структуру получаемого пероксида циклогексанона.

Эксперимент показал, что максимальная конверсия  $H_2O_2$  и выход пероксида циклогексанона достигаются при соотношении реагентов  $H_2O_2$ :циклогексанон = 1:2 (мольное) и температуре 20°C. Установлено, что продуктом взаимодействия циклогексанона с пероксидом водорода в среде сточных вод является 1,1'-дигидроксицикло-гексилпероксид. Примеси сточных вод нейтрального характера (окись пропилена, метилэтилкетон, пропилен-гликоль, этилбензол, метилфенилкарбинол и ацетофенон) не оказывают влияния на взаимодействие пероксида водорода с циклогексаноном. Низкомолекулярные органические кислоты (муравьиная, уксусная, пропионовая) увеличивают скорость реакции за счет образования водородных связей с циклогексаноном, которые ослабляют карбонильную связь в циклогексаноне, облегчая присоединение  $H_2O_2$  к связи  $C=O$ .

В работе показано, что для получения пероксида циклогексанона целесообразно использование сточных вод с концентрацией пероксидов 1,0 моль/л и выше. При этом степень утилизации  $H_2O_2$  составляет 69-70% мас.





**СВЕРХКРИТИЧЕСКАЯ ФЛЮИДНАЯ ЭКСТРАКЦИОННАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ  
КАТАЛИЗАТОРА ПРОЦЕССА ДЕГИДРАТАЦИИ МЕТИЛФЕНИЛКАРБИНОЛА****А. Т. Галимова, Э.А. Хисамов, А.А. Сагдеев***Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ»,  
г. Нижнекамск, Россия***SUPERCRITICAL FLUID EXTRACT REGENERATION OF CATALYST FOR  
METHYL PHENYL CARBINOLS DEHYDRATION****A. Galimova, E. Khisamov, A. Sagdeev***Nizhnekamsk Chemical Technological Institute (branch institute) of the Kazan National  
Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia*

Технологический процесс получения стирола состоит из следующих стадий [1]:

- дегидратация метилфенилкарбинола (МФК);
- ректификация «катализата»;
- гидрирование ацетофенона.

Дегидратация МФК проходит при температуре 250- 320 °С в присутствии катализатора - активный оксид алюминия.

В процессе дегидратации для снижения парциального давления углеводородов подается водяной пар в соотношении  $H_2O : МФК = 10 : 1$  моль.

Теплоносителем для эндотермической реакции дегидратации МФК является водяной пар. По мере протекания данной реакции на поверхности катализатора происходит отложение кокса, снижающего его активность.

В данной работе предлагается способ сверхкритической флюидной  $CO_2$ -экстракционной регенерации катализатора.

Основными преимуществами экстракции с использованием сверхкритического диоксида углерода ( $СК CO_2$ ) являются: низкая вязкость, безостановочное выделение растворителей из продуктов, несложное обращение, так как  $CO_2$  не вызывает опасений для здоровья, не горюч и безопасен для окружающей среды, неограниченное наличие  $CO_2$  [2].

В качестве критерия оценки активности оксида алюминия активного выбрана степень превращения МФК (конверсия МФК) и селективность по стирулу (табл. 1) [3].

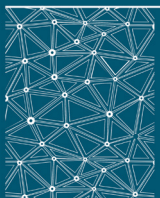
Таблица 1 - Значения конверсий МФК и селективности образования стирола

	Свежий катализатор	Регенерированный катализатор	
		паровоздушной смесью	СК $CO_2$
Конверсия МФК, %	99,80	99,69	99,77
Селективность образования стирола (на разложенный МФК), % мол.	100	86,99	93,97

Показатели (конверсия и селективность) образцов катализатора оксид алюминия активный, регенерированных с использованием сверхкритического флюидного экстракционного процесса, превзошли аналогичные показатели образцов, подвергнутых паровоздушной регенерации.

## Литература

1. Регламент цеха 2508 ПАО «Нижнекамскнефтехим»
2. Гумеров Ф.М., Сагдеев А.А., Билалов Т.Р. и др. Катализаторы: регенерация с использованием сверх-



критического флюидного CO<sub>2</sub>-экстракционного процесса · монография – Казань · изд-во «Бриг», 2015. – 264 с.

3. Галимова А.Т., Сагдеев А.А., Гумеров Ф.М. Вестник Казан. технол. ун-та. 2013, Том 16, №12 с. 57 – 59.

## ТЕХНОЛОГИЯ АПГРЕЙДИНГА ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ Э.А. Галиуллин<sup>1,2</sup>, Р.З. Фахрутдинов<sup>1</sup>, М.И. Фарахов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО "КНИТУ", г. Казань, РФ

<sup>2</sup> ООО "ИВЦ Инжехим", г. Казань, РФ

## HEAVY OIL UPGRADING TECHNOLOGY E.A. Galiullin<sup>1,2</sup>, R.Z. Fakhrutdinov<sup>1</sup>, M.I. Farakhov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FSEI of HPO "KNRTU", Kazan, RF

<sup>2</sup> LLC "EIC Ingehim", Kazan, RF

Важнейшей составляющей мировой сырьевой базы нефтяной отрасли являются запасы тяжелых нефтей и природных битумов. По разным оценкам их мировые запасы составляют от 790 млрд. т до 1 трлн. т., из них 40-50 млрд. т. приходится на Российскую Федерацию [1]. Примерно треть российских запасов залегает в Республике Татарстан. Перспективным направлением освоения тяжелых нефтей считается развитие технологий их "апгрейдинга" (облагораживания) с получением облегченной синтетической нефти, которая может быть переработана на существующих НПЗ [2].

Специалистами КНИТУ и Инженерно-внедренческого центра "Инжехим" совместно исследуется технология апгрейдинга тяжелых нефтей [3,4]. Целью технологии является разделение сырья с получением синтетической нефти и тяжелого остатка. Процесс основан на интенсивной обработке подогретого сырья перегретым водяным паром в аппарате колонного типа при атмосферном давлении. Для отработки данной технологии создана лабораторная установка производительностью до 5 кг/час по сырью. Экспериментальные исследования работы установки проведены с сверхвязкой нефтью Ашальчинского месторождения Республики Татарстан. По результатам исследования было установлено, что в зависимости от условий проведения процесса можно получить разное соотношение выхода легкой части (до 63% масс.) и тяжелого остатка. Состав и свойства продуктов также зависят от «жесткости» ведения процесса, а именно от соотношения расходов пар : нефть и температуры водяного пара. Получаемая синтетическая нефть, в сравнении с исходным сырьем, характеризуется более низкой плотностью (на 50-70 ед.), вязкостью (в 50 раз), содержанием общей серы (на 1%), а также повышенным выходом моторных фракций (в 1,5-2 раза). Тяжелый остаток при определенных режимах отвечает большинству требований стандарта на дорожные битумы марок БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, т.е. фактически является остаточным битумом.

Технология паротермического разделения тяжелых нефтей целесообразно применять непосредственно на месторождениях с использованием пара, генерируемого для закачки в пласт по технологии SAGD.

Полученная синтетическая нефть может быть смешена с исходной нефтью либо переработана отдельно. Остаток процесса может использован в качестве битумного вяжущего.

### Литература

1. Щепалов А.А. Тяжелые нефти, газовые гидраты и другие перспективные источники углеводородного сырья, Нижегородский госуниверситет, Нижний Новгород, 2012, 93с.

2. Aldescu M. Challenges of heavy crude processing // Sour & heavy, 2012, p.1-7 [Электронный ресурс] Режим доступа: [www.digitalrefining.com/article/1000563](http://www.digitalrefining.com/article/1000563)

3. Фарахов М.И. и др. Исследование процесса переработки тяжелой нефти методом термомпарового

воздействия // Нефтепереработка и нефтехимия.- 2014. - № 5. - С. 17-19

4. Галиуллин Э. А. и др. Экспериментальное исследование получения неокисленных битумовиз высоковязких нефтей методом термомарового воздействия // Вестник КТУ. – 2014. –Т. 17, № 6. – С. 252-253

## НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ КЛАПАННЫХ ТАРЕЛОК ДЛЯ МАССООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

**Е.В. Ганиев, Е.А. Николаев, Д.О. Чернышев**

ООО "Зульцер Хемтех" г. Серпухов, Россия

## NEW GENERATION OF VALVE TRAYS FOR MASS-TRANSFER APPARATUS

**E.V. Ganiev, E.A. Nikolaev, D.O. Chernyshev**

LLC "Sulzer Chemtech", Serpukhov, Russia

В подавляющем большинстве промышленных процессов большая часть энергетических затрат приходится на стадию разделения продуктов реакций, а точнее на ректификационные колонны. Данный факт подталкивает развитие контактных устройств используемых в массообменных процессах к увеличению эффективности и снижению энергетических затрат. В данной работе рассмотрена одна из передовых разработок компании ООО "Зульцер Хемтех" по направлению тарельчатые контактные устройства - клапаны в форме "мини-зонтиков" [1]. Современные клапаны UFM© сочетают в себе улучшения одновременно по трем направлениям: повышение эффективности массообмена, снижение перепада давления и увеличение диапазона устойчивой работы.

Новый клапан UFM© имеет форму "зонтика" это позволяет улучшить распределение газового потока выходящего из под клапана, что приводит к снижению доли уноса жидкости с полотна тарелки. Прямоугольные ножки устраняют вращение клапана и уменьшают продольные колебания. Дополнительно с обеих сторон клапан оборудован "зубцами" которые препятствуют залипанию и обрастанию клапана, при работе на грязных или полимеризующихся средах. На рисунке приведена сравнительная характеристика новых клапанных тарелок UFM© с обычной клапанной тарелкой.

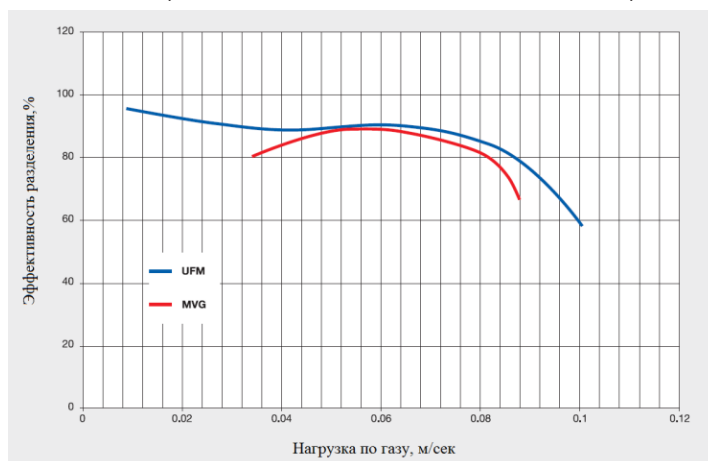
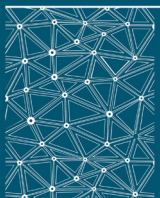


Рисунок - Сравнение эффективности клапанных тарелок

Детальное изучение механизма контакта между газом и жидкостью на современных клапанных тарелках позволило выделить область максимального F-фактора (Па0.5). На существующих клапанных тарелках максимальный F-фактор достигается у верхней кромки клапана, что приводит к повышенному уносу жидкости. У новых клапанов UFM© область максимального F-фактора находится



непосредственно у полотна тарелки, анализируя различные сечения по ходу подъема от полотна тарелки, удалось установить, что профиль F-фактора выравнивается по сечению тарелки в плоскости клапана. Это позволяет существенно снизить унос жидкости с полотна тарелки, что в свою очередь позволяет сократить расстояние между тарелками или увеличить нагрузку по жидкости без существенного уменьшения эффективности разделения.

По результатам проведенной научно-исследовательской и опытно конструкторской работы разработаны новые клапаны UFM© с улучшенными показателями по эффективности разделения, перепаду давления и диапазону устойчивой работы.

Литература

1. Sulzer Chemtech // URL: [http://www.sulzer.com/ru/-/media/Documents/Cross\\_Division/STR/2014/STR\\_2014\\_1\\_16\\_19\\_Mosca.pdf](http://www.sulzer.com/ru/-/media/Documents/Cross_Division/STR/2014/STR_2014_1_16_19_Mosca.pdf)

**КРИТЕРИИ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СРЕДНЕГО  
УРОВНЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

**А. В. Герасимов, Кирпичников**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия*

**CRITERIA OF THE CHOICE OF MEANS OF THE AVERAGE LEVEL  
OF THE DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS**

**A.V. Gerasimov, Kirpichnikov**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Основой современных автоматизированных систем управления технологическими процессами являются распределенные системы управления (PCY) [1, 2].

Распределённая система управления (PCY) – система управления технологическим процессом, отличающаяся построением распределённой системы ввода-вывода и децентрализацией обработки данных, которая предназначена для автоматического перевода технологического процесса в безопасное состояние при возникновении аварийных ситуаций [3]. Система реализуется в виде функционально распределенной 3-х уровневой иерархической структуры [4]:

нижний уровень - уровень полевого оборудования.

средний уровень - уровень автоматического контроля и управления

верхний уровень - уровень оперативно-производственной службы (ОПС).

В состав аппаратных средств среднего уровня системы входят программируемые логические контроллеры (ПЛК), устройства ввода/вывода, аппаратура интерфейсных связей, интерфейсы промышленной сети.

Рассмотрим критерии выбора технических средств среднего уровня PCY.

Спектр продукции технических средств, предлагаемой сегодня, чрезвычайно широк, причем большинство из них имеют равные функциональные возможности, близкие технические и эксплуатационные характеристики и даже почти одинаковые размеры. В такой ситуации необходимо определить критерии оценки и выбора технических средств, удовлетворяющих поставленной задаче.

Учитывая специфику устройств, критерии оценки можно разделить на три группы:

1. Технические характеристики.

Количество поддерживаемых контроллером (процессором) каналов ввода-вывода (аналоговых, дискретных, скоростных) (от нескольких десятков до нескольких десятков тысяч сигналов), коммути-

руемые модули дискретного и аналогового ввода-вывода (модули на 4, 8, 16, 32 и 64 канала), уровень напряжения входов-выходов (сигналы, коммутируемые модулями дискретного ввода-вывода могут иметь напряжение 12, 24, 48 В постоянного тока, 120 и 240 В переменного тока; уровень сигналов, коммутируемых модулями аналогового ввода-вывода, может быть 0-5 В, 0-10 В,  $\pm 5$  В,  $\pm 10$  В по напряжению и 0-20 мА, 4-20 мА по току), быстродействие, напряжение изоляции. Также следует учитывать наличие интегрированных интерфейсов для подключения к различным сетям, например MPI, ProfibusDP, Industrial Ethernet, так как в противном случае придется использовать сторонние конвертеры и значительно усложнять программный код;

#### 2. Эксплуатационные характеристики.

Возможности резервирования сетей, контроллеров и модулей ввода-вывода, наличие встроенных аккумуляторов и батарей, обеспечивающих работу системы управления при прекращении питания от сети, способы монтажа, диапазон рабочих температур и относительная влажность воздуха, наибольшие вибрации и ударные нагрузки, допускаемые электрические и магнитные помехи.

#### 3. Потребительские свойства.

К ним относятся проявляющиеся при использовании товара потребителем, свойства, в процессе удовлетворения потребностей. Это производительность (время выполнения операций, функциональность), надежность (наработка на отказ, среднее время восстановления), затраты (стоимость приобретения, стоимость эксплуатации, массогабаритные характеристики).

Таким образом, при выборе технических средств РСУ сравнивается техническая характеристика с предъявленными к проектируемой системе требованиями, и если данная характеристика не удовлетворяет этим требованиям, изделие снимается с рассмотрения. Далее рассматриваются эксплуатационные характеристики и только затем, если технические и эксплуатационные характеристики соответствуют поставленной задаче и предъявленным требованиям, проводится оценка потребительских свойств.

#### Литература

1. Федоров Ю. Н. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств. В 2-х томах. Т. 1. Методология. М.: Синтез. 2006. 710 с.

2. Федоров Ю. Н. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств. В 2-х томах. Т. 2. Проектирование. М.: Синтез. 2006. 632 с.

3. Анашкин А. С., Кадыров Э. Д., Харазов В. Г. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления. СПб.: Р-2. 2004. 368 с.

4. Матвейкин В. Г., Фролов С. В., Шехтман М. Б. Применение SCADA-систем при автоматизации технологических процессов. М.: Машиностроение. 2000. 176 с.

## АДСОРБЕНТЫ С НАНОСТРУКТУРНЫМ ЗАЩИТНЫМ СЛОЕМ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

А.В. Глухов, В.А. Глухов

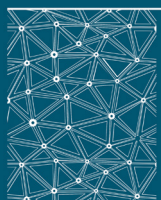
Акционерное общество Торговый Дом «РЕАЛ СОРБ», г. Ярославль, Россия

## NANO STRUCTURED LAYER ADSORBENTS FOR PETROCHEMISTRY AND REFINING

A. Glukhov, V. Glukhov

Stock company Trade House "REAL SORB", Yaroslavl, Russia

Адсорбенты с защитным наноструктурным слоем разработаны в научно-производственном центре РеалСорб на базе серийно выпускаемых молекулярных сит со стереорегулярной структурой.



Применение защитного слоя позволяет снизить «эффект теплоты смачивания» молекулярного сита при контакте с капельной влагой в адсорбере, предотвращая его преждевременное разрушение. Защитный слой не является пропиткой готового продукта. Он формируется во время направленного синтеза в грануле молекулярного сита в процессе производства и представляет собой единую структуру с цеолитным кристаллом базового слоя. Благодаря усовершенствованной структуре также оптимизируется процесс адсорбции и регенерации.

Основными типами серийно выпускаемых адсорбентов с защитным слоем являются молекулярные сита NaFH и NaLH4. Основные сравнительные физико-химические характеристики данных адсорбентов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные сравнительные физико-химические характеристики адсорбентов

№ п/п	Показатель	Марка адсорбента	
		NaFH	NaLH4
1	Базовый слой	Молекулярное сито 13X	Молекулярное сито 4A
2	Толщина защитного слоя	40-85 мк	40-85 мк
3	Размер пор защитного слоя	17 Å	17 Å
4	Скорость разогрева адсорбента при контактном смачивании гранул водой, град/сек	0,08	0,13
5	Скорость разогрева базового слоя при контактном смачивании гранул водой, град/сек	0,21	0,24

Данные адсорбенты могут быть эффективно использованы для процессов глубокой осушки и очистки газовых и жидкостных сред различного состава в нефтехимии и нефтепереработке.

### ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕАКЦИЙ СПИРТОВ С ИЗОЦИАНАТАМИ

**Д.О. Гнездилов, А.Я. Самуилов, Н.Н. Шишкина, Я.Д. Самуилов**

*Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, г. Казань, Российская Федерация*

### INVESTIGATIONS OF KINETIC PARAMETERS OF REACTION ISOCYANATE WITH ALCOHOL

**D.O. Gnezdilov, Ia.D. Samuilov, A.Ia. Samuilov, N.N. Shishkina**

*Kazan Nation Research Technological University, Kazan, Russia*

Кинетическому изучению реакций изоцианатов со спиртами посвящено множество работ. Однако получаемые в этих работах константы скоростей реакций не являются постоянными величинами. Они зависят от начальных концентраций реагентов. Наличие такой зависимости приводит к сомнительности всех активационных параметров, приведенных для этих взаимодействий.

Нами исследована реакция взаимодействия спиртов с фенилизотиоцианатами в растворе хлорбензола методом ИК-спектроскопии. На основании предлагаемого кинетического подхода были получены константы реакции для ряда температур, интегральные кинетические уравнения, описывающие реакции изоцианатов со спиртами с учетом их автокаталитического характера.

На примере реакции арилизоцианатов с бутанолом-1 показана возможность экспериментального определения констант скоростей некаталитической и автокаталитической реакции, определены константы скоростей реакции 3-хлорфенилизоцианата, фенилизоцианата и 4-метоксифенилизоцианата с бутанолом-1.

Впервые получены кинетические уравнения, описывающие реакции изоцианатов со спиртами и учитывающие их автокаталитический характер при различных соотношениях исходных концентраций реагентов. Полученные уравнения не только позволяют отдельно определять параметры некаталитической и автокаталитической реакций, но и позволяют, при всех соотношениях реагентов, решать обратные задачи.

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНАТОВ  
КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОХРАНЫ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Е.З. Голосман<sup>1,2</sup>, В.Н. Ефремов<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР", г. Новомосковск, Россия

<sup>2</sup> НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Новомосковск, Россия

**INDUSTRIAL CATALYSTS BASED ON CALCIUM ALUMINATES FOR INDUSTRIAL  
PROCESSES AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**

**E.Z. Golosman<sup>1,2</sup>, V.N. Efremov<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Novomoskovsk Institute of the Nitrogen Industry («NIAP-KATALIZATOR»),  
Novomoskovsk, Russia*

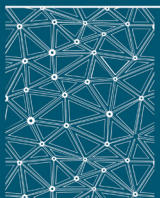
<sup>2</sup> *NI RCTU D.I. Mendeleev, Novomoskovsk, Russia*

Представленная работа посвящена разработке и организации промышленного производства высокоэффективных катализаторов для синтеза химических продуктов, получения технологических и очистки выбросных газов на предприятиях различных отраслей промышленности, а также масштабному промышленному внедрению этих катализаторов. Известно, что применение лучших катализаторов в 10 - 100 раз эффективнее других технических усовершенствований. В соответствии с постановлениями Правительства РФ катализаторы входили в список критических технологий федерального уровня. В настоящее время доля отечественных катализаторов для различных процессов в промышленности составляет 10-50%. Поэтому разработки новых высокоэффективных катализаторов для различных процессов являются весьма актуальными . программы.

Разработаны и внедрены в промышленность катализаторы для различных процессов как на основе специальных особо чистых высокоглиноземистых цементов, так и на основе алюмооксидных носителей. Показано, что они могут эффективно применяться в таких многотоннажных процессах, как метанирование, паровая конверсия оксида углерода, в процессах конверсии метана, получения синтетических жидких топлив (синтез Фишера-Тропша), для получения защитных атмосфер, дегидрирования циклогексанола, синтеза и превращения метанола, очистки газов от кислорода, горючих примесей, закиси азота, комбинированной очистки газов от NO<sub>x</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, органических соединений, очистка пропана от метанола, в процессах окисления аммиака, разложения остаточного озона, а также в процессах получения различных органических продуктов.

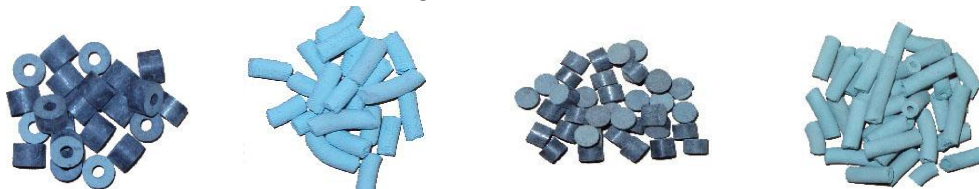
Ряд разработанных катализаторов, помимо широкого использования в неорганическом, органическом и экологическом катализе, могут использоваться для оборонной, атомной промышленности, то есть являются продуктами двойного назначения.

Впервые изучены закономерности природы химического взаимодействия гидроксокарбонатов металлов с алюминатами кальция в Ni-, Cu-, Mn-, Zn-, Co-цементсодержащих композициях. Уста-



новлен механизм формирования и условия взаимодействия соединений в процессе синтеза катализаторов в присутствии различных жидкостных компонентов. Создано новое научное направление – химия приготовления оксидных и металлооксидных смешанных Ni, Cu, Zn, Co, Mn, Mg, Ni-Cu, Cu-Zn, Cu-Zn-Mn, Mn-Cu, Mn-Cu-Ni и других цементсодержащих катализаторов и носителей для органического, неорганического и экологического катализа.

Организовано промышленное производство и осуществлена поставка промышленных партий катализаторов в форме таблеток, колец, экструдатов, шариков, формованных таблеток.



Разработанные впервые в мире физико-химические основы синтеза цементсодержащих катализаторов послужили базой для промышленной реализации созданной малоотходной технологии приготовления на оборудовании катализаторных производств.

Подробно с применением комплекса методов исследовались процессы формирования катализаторов и наиболее подробно изучались режимы их активации.

В последнее время были проведены длительные опыты по малоизученной проблеме воздействия на промышленные катализаторы абсорбентов (водные растворы моноэтаноламина (МЭА), диметилэтанолamina (ДМЭА) и модифицированных растворов поташа), применяющихся для поглощения диоксида углерода (18,0 об.%) из конвертированного газа.

Серьезное воздействие на механическую прочность и срок службы катализатора оказывает водный раствор поташа. Вследствие разрушения катализатора увеличивается газодинамическое сопротивление. Отмечено, что при длительном попадании на катализатор водного раствора поташа при температуре 280-320 °С происходит его испарение с образованием карбоната калия, который образует на поверхности катализаторного слоя и в его слое плотную корку, заполняя поровой объем. При промывке катализатора горячим конденсатом карбонат калия растворяется и вступает во взаимодействие с катализатором, образуя карбоалюминат калия, способствующий полному разрушению катализатора. Единственным способом реанимации работоспособности метанатора является выгрузка лобового слоя катализатора, подвергнувшегося наиболее сильному воздействию водного раствора поташа. Исследования же воздействия водного раствора поташа на основные свойства нового никелевого цементсодержащего катализатора метанирования марки НИАП-07-07 (НКМ-7) показали его высокую устойчивость. Продувка влажным насыщенным паром или промывка горячим конденсатом полностью восстанавливают его работоспособность.

Приведены сравнительные характеристики созданных катализаторов, с другими отечественными и зарубежными контактами. Показано, что они не уступают либо превосходят по эксплуатационным характеристикам свои аналоги.

Применение разработанных катализаторов позволило значительно улучшить технико-экономические показатели производств в различных отраслях промышленности и снизить экологическую нагрузку за счет внедрения малоотходных технологий, что является на сегодняшний день одной из важнейших государственных задач.

Работа вносит вклад в решение проблем импортозамещения, так как внедрение в промышленность эффективных катализаторов отечественного производства позволяет преодолеть сложившуюся в последние десятилетия тенденцию повышения объемов поставок зарубежных катализаторов для предприятий России.

Разработанные технологии производства катализаторов внедрены на катализаторных производствах ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР», Дорогобужского ЗАУ, Северодонецкого и Гродненского ПО «Азот».

Эффективность разработанных катализаторов подтверждена их промышленным внедрением на более чем 200 предприятиях России, СНГ и дальнего зарубежья.

Можно отметить и объемы загрузок созданных катализаторов, например, серии НИАП-07 (НКМ) в один метанатор агрегата синтеза аммиака большой единичной мощности 40÷49 т, серии НТК-10 в конвертор низкотемпературной конверсии оксида углерода – от 92 до 156 т, серии НТК-10-1 в реактор



синтеза бутиловых спиртов от 10 до 30 тонн.

Масштабным внедрением является и применение катализаторов серии ГТТ для разложения озона (несколько сот установок). Например, 7,5 тонн этого катализатора загружено в системах отведения и деструкции остаточного озона на Западной станции водоподготовки «Мосводоканала» (озоно-сорбционная очистка 240000 м<sup>3</sup> воды в сутки).

Произведено и поставлено в промышленность более 15 000 тонн различных катализаторов стоимостью более 12 млрд. рублей. Общий экономический эффект составил несколько млрд. рублей.

Отдельные части работы выполнялись совместно с ИОХ им. Н.Д. Зелинского, МГУ им. М.В. Ломоносова, ПАО «Нижнекамскнефтехим», НПО «Криогенмаш» и рядом других НИИ, ВУЗов и предприятий.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ БЕНЗИНА – РАСТВОРИТЕЛЯ РЕЗИНЫ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

**О.М. Горелова, Л.Ф. Комарова**

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Россия*

## STUDY OF PETROL (RUBBER SOLVENT) PRODUCTION FROM DIFFERENT TYPES OF HYDROCARBON DEPOSITS

**O.M.Gorelova, L. F. Komarova**

*Altai State Technical University n.a. I.I.Polzunov,  
Barnaul, Russia*

Нефрас С2 80/120 (бензин-«калоша») - бензиновый растворитель смешанного типа, находит применение в резиновой промышленности, для изготовления резиновых клеев, красок и др. Он является, как правило, продуктом переработки нефти (рафината риформинга), но в качестве сырья также могут быть рассмотрены газовые конденсаты, поскольку в их составе присутствует значительное количество компонентов, имеющих температуры кипения в диапазоне от 80 °С до 120 °С. Для получения нефраса еще представляет интерес синтетическое углеводородное сырье, например, жидкие продукты пиролиза бурого угля [1].

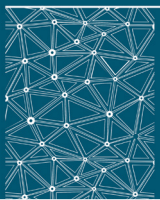
Цель настоящей работы - оценка возможности получения высококачественного нефраса С2 80/120 из двух газовых конденсатов (светлого и темного) Уренгойского месторождения и жидкого продукта пиролиза бурого угля Мунайского месторождения Алтайского края.

Разделение сырьевых смесей проводилось на лабораторной ректификационной периодической колонне при высоких флегмовых числах (38-40). В результате ректификации были получены фракции, соответствующие по температурным пределам выкипания нефрасу С2 80/120. Наиболее высоким содержанием данной фракции характеризуются светлый (до 30 % мас.) и темный (до 29% мас.) газовые конденсаты, в продукте пиролиза бурого угля ее содержится всего 16% мас.

Дальнейшие исследования были направлены на установление соответствия показателей качества полученных продуктов требованиям ТУ 38.401-67-108-92.

Полученные из всех трех образцов сырья фракции 80–120 °С не соответствуют требованиям ТУ по фракционному составу и плотности. Плотность фракции из жидкого продукта пиролиза бурого угля составила 871,2 кг/м<sup>3</sup>, темного газового конденсата – 793,3 кг/м<sup>3</sup>, светлого конденсата – 724,5 кг/м<sup>3</sup>, а по ТУ не должна превышать 700 кг/м<sup>3</sup>. Фракционный состав тоже не соответствовал ТУ: вместо 98% до температуры 110°С выкипает только 90%. Для всех полученных фракций 80–120°С бромное число превышает допустимое по ТУ в 10–100 раз.

Известно[2], что силикагель значительно лучше сорбирует ненасыщенные углеводороды, чем предельные, исходя из этого, полученные фракции подвергались адсорбционной обработке. Адсорбция на силикагеле снизила бромное число и приблизила плотность продуктов к нормативной.



Результаты исследований показали, что газовые конденсаты и пирооконденсат пиролиза бурого угля могут быть использованы для получения бензина растворителя резины, но для получения товарного нефраса потребуется дополнительная обработка выделенных ректификацией полупродуктов.

Литература

1. Конверсия угля в жидкие углеводороды. Технология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://propoliprom.ru/hasha\\_technologiya](http://propoliprom.ru/hasha_technologiya).

2. Грузе, В. А. Технология переработки нефти / В. А. Грузе, Д. Р. Стивенс. – С-Пб.: Химия, 1964. – 673 с.



**ВЛИЯНИЕ ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫХ ПРИМЕСЕЙ НА РАБОТУ  
АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА ПРИ ДЕГИДРИРОВАНИИ ИЗОБУТАНА**

**С.В. Гурьянова, Р.Р. Гильмуллин**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», Нижнекамск*

**THE INFLUENCE OF HALOGENATED IMPURITIES ON PERFORMANCE OF  
CHROMIA-ALUMINA CATALYST IN THE PROCESS OF ISOBUTANE DEHYDROGENATION**

**Guryanova S.V., Gilmullin R.R.**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation*

Дегидрирование изобутана в псевдооживленном слое циркулирующего алюмохромового катализатора – один из наиболее распространенных способов получения изобутилена в РФ [1]. Технично-экономические показатели этого процесса зависят не только от совокупности условий эксплуатации, но и от качества перерабатываемого изобутансодержащего сырья. В этом отношении выявление пороговых значений допустимой концентрации примесных соединений является актуальной задачей. Ранее нами было проведено исследование влияния непредельных углеводородов, серосодержащих соединений и влаги на каталитические показатели используемого в этом процессе дисперсного катализатора [2]. В продолжение темы проведена работа по выявлению влияния галогенсодержащих компонентов на указанный катализатор в процессе дегидрирования изобутана.

Установлено, что в составе сырьевых изобутансодержащих потоков, поступающих на дегидрирование, периодически наблюдается присутствие галогенпроизводных соединений. Причем содержание этих примесей отмечается как в составе свежего сырья – изобутановой фракции, так и в составе рецикловых потоков, формирующихся после выделения изобутилена. Так, на примере ПАО «Нижнекамскнефтехим» показано, что в свежей изобутановой фракции содержание хлорпроизводных может достигать 6 ppm. В рецикловых потоках концентрация галогенсодержащих примесей, в частности бромпроизводных, может составлять до 30 ppm.

Выявлено, что присутствие галогенсодержащих примесей в изобутане на уровне 5 ppm не оказывает существенного отрицательного влияния на катализатор. Поэтому, при таком количестве дополнительная очистка сырьевых потоков не требуется. Превышение присутствия указанных примесей более 5 ppm приводит к дезактивации катализатора. При этом отравление имеет необратимый характер, так как после перехода на свободное от примеси сырье каталитические показатели не восстанавливаются до прежнего уровня.

Результаты анализа дезактивированного катализатора позволили обнаружить снижение концентрации щелочного металла, что может свидетельствовать о химическом взаимодействии этого активного компонента с галогенпроизводными соединениями с образованием неактивной формы.

На основе результатов исследования, в качестве рационального варианта повышения стабильности и производительности процесса дегидрирования изобутана предложено удерживать уровень содержания галогенпроизводных в сырьевых потоках ниже 5 ppm, а также исключить попадание на

переработку изобутансодержащих потоков с высоким содержанием примесей.

#### Литература

1. Пахомов, Н.А. *Современное состояние и перспективы развития процессов дегидрирования* / Пахомов Н.А. // *Промышленный катализ в лекциях*. - 2006. - Вып. 6. - С.53-98.
2. Гильмуллин Р.Р. и др. *Влияние примесей в сырье на активность алюмохромового катализатора в процессе дегидрирования изобутана* // *Химическая промышленность сегодня*. 2014, № 12. С.34-41

## ПРОИЗВОДСТВО КАТАЛИЗАТОРОВ НА ЗАО "ЭЛЕКТРОКЕРАМИКА" И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО РАЗВИТИЯ

**Р.В. Дзержинский**

*ЗАО «ЭЛЕКТРОКЕРАМИКА», г. Раменское, Московская область, Россия*

## CATALYST PRODUCTION AT CJSC "ELEKTROCERAMICS" AND THE POSSIBILITY OF ITS DEVELOPMENT

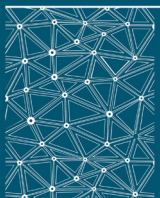
**R.V. Dzerzhinskiy**

*CJSC "ELEKTROCERAMICS", Ramenskoe, Moscow Region, Russia*

ЗАО "ЭЛЕКТРОКЕРАМИКА" как предприятие существует с 1994 года. Первоначальная деятельность отвечала названию. Завод выпускал электротехническую керамику различного назначения из электротехнического фарфора, стеатита, кордиерита, муллитокорунда и корунда. В связи с падением потребностей промышленности в изоляторах в 90-х и начале двухтысячных годов предприятию пришлось переориентировать свое производство на другие виды продукции и для других надежных потребителей. Сначала были освоены шары в качестве подложек под катализаторы, затем совместно с Институтом ГИАП были разработаны и освоены первые катализаторы КМ-3, КМ-7 - катализаторы конверсии метана для создания защитных атмосфер. В связи с закрытием катализаторного производства на АО "Дорогобуж" были освоены катализаторы ГИАП-25 и ГИАП-8. Появился сбыт, было создано и закуплено необходимое технологическое оборудование, создана лаборатория. Было организовано сотрудничество с фирмой "КАТАХИМ", с Редкинским катализаторным заводом. Начали делать носители катализаторов и серию катализаторов типа РК. Совместно с ОАО "НПО ЕВРОХИМ" г. Санкт-Петербург были разработаны и выпущены несколько партий катализаторов : К-95 и К-15. Большой толчок развитию производства катализаторов на ЗАО "ЭЛЕКТРОКЕРАМИКА" дало сотрудничество с ПАО "Нижнекамскнефтехим". В конце 2015 года к нам поступил заказ от ПАО "Нижнекамскнефтехим" изготовить в кратчайшие сроки катализатор АОА для производства стирола. За 2 месяца мы разработали технологию и обеспечили выпуск 12-ти тонн этого катализатора.

В связи с необходимостью импортозамещения появились большие возможности по освоению и организации производства отечественных катализаторов взамен импортных. Для термообработки катализаторов нами были разработаны и построены газовые печи на температуры до 1400 °С. Их уникальность заключается прежде всего в точности соблюдения температуры термообработки. В печи объемом 10 м<sup>3</sup> температурное поле по объему печи обеспечивается с точностью +10 °С и предусмотрена возможность продувки слоя катализатора продуктами горения или чистым воздухом. Нами разработана технология создания пористых структур в носителях катализаторов с обеспечением весьма точных размеров пор. Мы имеем помольное оборудование для точной гранулометрии минеральных порошков для обеспечения необходимой поверхности катализаторов.

В настоящее время мощности нашего предприятия небольшие, до 2000 тонн продукции в год, но имеется возможность её увеличения и желание расширить номенклатуру выпускаемых нами катализаторов, прежде всего взамен импортных.



**ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНО-ПЛЕНОЧНЫХ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ  
В МАССООБМЕННЫХ АППАРАТАХ**

**О.С. Дмитриева, А.В. Дмитриев**

*ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»,  
Казань, Россия*

**THE USE OF JET-FILM CONTACT DEVICES  
IN MASS-EXCHANGE APPARATUSES**

**O.S. Dmitrieva, A.V. Dmitriev**

*FGBOU VPO «Kazan State Power Engineering University»,  
Kazan, Russia*

Согласно плану развития газо- и нефтехимии России на период до 2030 года основной стратегической задачей является достижение высокого уровня конкурентоспособности производств за счет повышения качества и увеличения объемов переработки углеводородного сырья в нефтегазохимическую продукцию при снижении энергоемкости производств [1]. Практическая реализация поставленной задачи связана не только с внедрением эффективных управленческих решений во все уровни производства, но и с широким применением нового, более эффективного и менее энергоемкого оборудования, модернизацией существующих производств.

Одним из способов повышения эффективности производства продукции является использование современных контактных устройств, обладающих развитой поверхностью контакта фаз, высокой сепарационной способностью и относительно невысоким гидравлическим сопротивлением. Причем на предприятиях нефтегазохимического комплекса зачастую используется такое традиционное оборудование, как насадочные и тарельчатые массообменные аппараты, имеющие ряд недостатков. Тарельчатые колонные аппараты имеют зоны сепарации, которые существенно увеличивают объем аппарата и его металлоемкость. Кроме того, увеличение высоты аппаратов приводит к росту энергозатрат на подъем жидкости. В насадочных колоннах наблюдается неравномерность распределения жидкой и газовой фаз в поперечном сечении рабочей зоны, что существенно снижает эффективность массообменных процессов. Также существует проблема уноса капель жидкости газовым потоком, что может привести к «захлебыванию» колонны. С целью устранения указанных недостатков авторами статьи разработано контактное устройство [Патент 156379 РФ], состоящее из параллельных квадратных сливных стаканов, имеющих вертикальные стенки для поддержания уровня жидкости внутри них. Опорами для сливных стаканов являются вертикальные перегородки, имеющие прорези для установки соответствующих сливных стаканов. При этом стаканы открыты с верхнего своего конца, а в днище выполнены отогнутые лепестки в виде круговых сегментов, необходимых для распределения жидкости по поверхности вертикальных перегородок. Разработанные контактные устройства без снижения эффективности могут увеличить производительность и снизить энергозатраты на проведение массообменных процессов как в действующих аппаратах, так и в проектируемых.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-60081 мол\_а\_дк.

Литература

1. Мастепанов А.М. Глубокая переработка углеводородного сырья (нефтегазохимия) // Энергетическая политика. – 2013. – № 6. – С. 6–13.



**«БАЛТИЙСКАЯ МАНУФАКТУРА» - РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ПРЕКУРСОРОВ ДЛЯ НЕФТЕХИМИИ И ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ**

**С.Н. Дорохов**

*ООО НПФ «Балтийская мануфактура», г. Санкт-Петербург, Россия*

**"BALTIC ENTERPRISE" – THE RUSSIAN PRODUCER OF PRECURSORS  
FOR THE PETROCHEMICAL AND OIL REFINING PROCESSES**

**S.N. Dorokhov**

*Baltic Enterprise, Saint-Petersburg, Russia*

*О Компании*

18 лет на рынке. Лидирующие позиции на рынке химических реактивов. С 2007 года член Международной ассоциации производителей молибдена. 75 видов продукции. Производственный комплекс 13 000 кв.м и площадка для строительства новых мощностей площадью 7.5 Га в Лен. области. Производственные мощности до 1 300 т/год.

*Производство*

Технологические установки для производства широкой номенклатуры химических веществ. Жидкостная экстракционная очистка солей металлов (катионообменная и анионообменная). Сертифицированная лаборатория и исследовательский центр. ООО НПФ «Балтийская мануфактура» крупнейший в РФ производитель солей кобальта, никеля, молибдена, РЗМ; входит в 3 российских компаний по потреблению металлического кобальта.

*Поставщики «НКНХ» с 2013 года:*

Церий оксалат для производства катализаторов дегидрирования

Нитрат неодима

Никель углекислый

Натрий молибденовоокислый

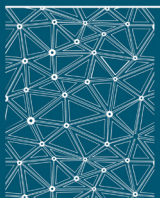
Кислота щавелевая ХЧ

Предпосылки для взаимовыгодного сотрудничества:

- Опыт работы на рынке производимой продукции
- Наличие необходимых производственных мощностей
- Наличие высококвалифицированных специалистов
- Получение продукции с различными потребительскими характеристиками.
- Отсутствуют российские производители с аналогичным спектром неорганических соединений.

Надёжный отечественный поставщик высококачественной конкурентоспособной импортозамещающей продукции ПАО «НКНХ»

Нам, как производителям, необходимо понимание, какие требования к поставляемой продукции участвуют в формировании отношения пригодности продукта для целей потребителя. Уровень качества, т.е. наличие требуемых характеристик (параметров) качества и их значений (показателей качества), степень необходимости для потребителя строгого соблюдения данных характеристик.

**ВЯЗКОСТНЫЕ ПРИСАДКИ ДЛЯ НЕФТЕЙ И ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ****Г.И. Дусметова, А.В. Шарифуллин, Л.Р. Байбекова***Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования**«Казанский национальный исследовательский технологический университет»***VISCOUS ADDITIVE FOR OIL AND HEAVY OILS****G.I. Dusmetova, A.V. Sharifullin, L.R. Baibekova***Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Kazan National  
Research Technological University»*

В связи с истощением запасов легких нефтей возрос интерес к трудноизвлекаемым и высоковязким нефтям. При транспорте таких нефтей возникает ряд трудностей, связанный со свойствами углеводородного сырья: высокие значения вязкости, температуры застывания, напряжения сдвига, массовой доли смол и асфальтенов [1]. Соответственно увеличиваются расходы на их транспорт по системе трубопроводного транспорта, за счет увеличения вязкости и плотности. Это приводит к резкому снижению производительности трубопроводного транспорта.

Более энергоэффективным методом снижения затрат на перекачку можно считать реагентный метод, основанный на введении в состав эмульсионных потоков специальных вязкостных присадок.

Для решения вышеназванных проблем необходимы новые типы реагентов комплексного действия, снижающие энергетические и материальные затраты на перекачку, разработка специальных присадок и наноразмерных систем, кардинально улучшающих транспортные характеристики вязких нефтей и «тяжелых нефтепродуктов».

На основании анализа имеющейся литературы и проведенного патентного поиска была разработана присадка, состоящая из наночастиц (20 - 40 нм), низкомолекулярного полимера (низкомолекулярного полиэтилена низкого давления) и синтетического ПАВ. Действие данной присадки основано на появлении кластеров-трехмерных структур макромолекул в центре которых находятся наночастицы, препятствующих формированию пространственной сетки высокомолекулярных соединений нефти и «тяжелых нефтепродуктов».

Согласно исследованиям с увеличением турбулизации движущегося потока эффективность действия присадки увеличивается и достигает определенного оптимума (19-20 % отн.). С дальнейшее увеличение турбулизации потока нефти и «тяжелых нефтепродуктов» эффективность практически не меняется. С понижением температуры эта величина смещается в сторону малых чисел Рейнольдса. Можно предположить, что присадка при понижении температуры действует, в большей степени, не на гашение вихрей турбулизации, а как «смазывающая прослойка», сформированная из ассоциативных структур компонентов присадки и низкомолекулярных компонентов нефти. Данная структура, находясь между соприкасающимися слоями нефти, внутри которых за счет понижения температуры возросли силы межмолекулярного взаимодействия, способствующие формированию пространственной сетки из высокомолекулярных компонентов нефти, существенно снижает силы сопротивления (трения) этих слоев.

## Литература

1. Гайдар С.М., Свечников В.Н., Усманова А.Ю., Иванов М.И. Использование наноматериалов качестве присадок к маслам для уменьшения трения в трибосопряжениях. Техника и оборудование для села. № 1 (187). 2013, С 35-37.

2. Шарифуллин А.В., Байбекова Л.Р., Шарифуллин В.Н., Дусметова Г.И. Разработка и испытание вязкостной присадки к нефти. Электронный научный журнал «Нефтяная провинция», №3, 2015, С.115-126. <http://www.vkro-raen.com>



**УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ  
КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ****А.С. Дыкман, Д.С. Орлов, А.С. Красильников, А.С. Огородников**  
*ООО «НПО ЕВРОХИМ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация***GENERAL PURPOSE INDUSTRIAL TECHNOLOGY OF REFINING OXYGEN-CONTAINING  
WASTES OF PETROCHEMICAL PROCESSES****A.S. Dykman, D.S. Orlov, A.S. Krasilnikov, A.S. Ogorodnikov,**  
*"SPS EUROCHIM" Ltd. Saint-Petersburg, Russian Federation*

Разработана универсальная промышленная технология переработки кислородсодержащих побочных продуктов различных нефтехимических производств путем их парофазного термokatалитического разложения в среде водяного пара на твердом контакте производства ООО «НПО ЕВРОХИМ».

Переработке с получением целевых продуктов и компонентов сырья могут быть подвергнуты отходы производств фенола и ацетона, стирола и окиси пропилена, изопрена (из изобутилена и формальдегида). Процесс проводится при температурах 400÷550 °С при давлении, близком к атмосферному в адиабатическом реакторе. Разбавление сырья водяным паром составляет 1 : 3÷5 масс.

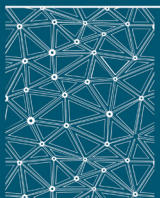
Проведены исследования по подбору катализатора на основе оксидов алюминия и кремния процесса разложения кислородсодержащих побочных продуктов. Установлено влияние некоторых модифицирующих добавок в катализатор на показатели процесса разложения побочных продуктов.

В таблице 1 приводятся средние показатели процесса разложения побочных продуктов технологии синтеза изопрена из изобутилена и формальдегида для различных катализаторов разработки ООО «НПО ЕВРОХИМ»

Таблица 1- Средние показатели процесса разложения побочных продуктов технологии синтеза изопрена

Показатели	Выход продуктов, % масс.		
	Катализатор К-84	Катализатор К-97	Катализатор К-15
Изопрен	16,6	17,2	18,0
Изобутилен	21,5	23,2	25,1
Формальдегид	32,0	32,8	33,2
Суммарный выход полезных продуктов	70,1	73,2	76,3
Коксообразование, % масс.	1,2	0,7	0,25
Конверсия сырья, % масс.	93,1	94,0	97,6

Внедрение разработанной технологии позволяет существенно снизить удельный расход сырья на тонну целевого продукта, за счет образования дополнительных количеств целевого и исходных продуктов, что повышает технико-экономические показатели всего производства в целом.



**СИНТЕЗ МОЛИБДЕНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОПЕРОКСИДА  
ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛА И ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА**

**Г.Г. Елиманова, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампи**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»*

**SYNTHESIS OF MOLYBDENUM COMPLEXES BASED ON  
ISOPROPYLBENZENE HYDROPEROXIDE AND HYDROGEN PEROXIDE**

**G.G. Yelimanova, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi**

*Kazan National Research Technological University*

Установлены кинетические закономерности взаимодействия металлического молибдена с гидропероксидом изопропилбензола (ГПИПБ) и пероксидом водорода (ПВ).

Определены оптимальные условия синтеза молибденовых комплексов:

Для комплекса на основе ГПИПБ и Мо, [Мо] = 1 % мас. (в растворе)

- мольное соотношение ГПИПБ : Мо = 7 ÷ 8 : 1

- температура – 70 °С

- концентрация этанола – 50 % об.

- время достижения 100 % конверсии Мо – 60 мин.

Для комплекса на основе ПВ и Мо, [Мо] = 2 % мас. (в растворе)

- мольное соотношение ПВ : Мо = 5 ÷ 6 : 1

- температура – 50 °С

- V(этанола) = V(кат-ра) – V(30 % ПВ)

- время достижения 100 % конверсии Мо – 20 мин.

Исследована каталитическая активность полученных молибденовых комплексов в реакции эпексидирования пропилена гидропероксидом изопропилбензола в периодическом реакторе смешения. Сравнение технологических показателей позволило установить, что комплексы проявляют одинаковую активность, однако молибденовый комплекс, синтезированный на основе пероксида водорода по селективности имеет лучший результат.





**ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕПЛОИНТЕГРАЦИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ  
И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ****И.И. Емельянов, Н.Н. Зиятдинов, Г.М. Островский***ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический  
университет», г. Казань, Россия***ABOUT ONE APPROACH TO OPTIMAL HEAT INTEGRATION OF THE PETROCHEMICAL  
AND REFINING INDUSTRIES****I.I. Emelyanov, N.N. Ziyatdinov, G.M. Ostrovskii***Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

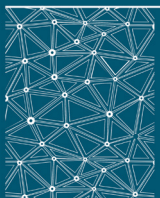
Нефтехимические производства являются высокоэнергоемкими технологическими системами (ТС) и характеризуются наличием множества экзотермических и эндотермических процессов, источников и стоков тепловой энергии. Повышение энергоэффективности существующих и новых ТС за счет внутренней теплоинтеграции материальных потоков остается ключевой проблемой энергосбережения. Очевидным критерием оптимальной теплоинтеграции является минимум суммарных приведенных капитальных и оперативных затрат. Известные методы, основанные на эмпирических правилах и термодинамическом подходе к энергетическому анализу, не гарантируют достижение глобального минимума критерия. Решение данной проблемы является сложной комбинаторной задачей. При решении задачи синтеза оптимальных ТС наиболее эффективными являются методы, основанные на декомпозиции целевой системы. Задача поиска их структур сводится к многоуровневой, итерационной процедуре синтеза отдельных подсистем. Нами предлагается [1] ряд модификаций подхода математического программирования на основе задачи «о назначениях». Ключевой проблемой его использования является формирование элементов матрицы оценок затрат на теплообмен между «горячими» и «холодными» потоками.

Для формализации задачи нахождения элементов матрицы оценок предлагается выделять суперструктуру теплообменных аппаратов и вспомогательного оборудования (насосов, паровых турбин и т.д.), содержащую ряд дочерних структур - элементарных блоков системы теплообмена (ЭБСТ). ЭБСТ представляет такую совокупность аппаратов, которая позволяет осуществить отбор заданного количества теплоты от  $i$ -го «горячего» потока, и передачу заданного количества теплоты  $j$ -му «холодному» потоку. Термодинамические и физические параметры взаимодействующих потоков определяют тип ЭБСТ. В зависимости от типа ЭБСТ решается задача нелинейного математического программирования в следующей постановке: необходимо определить такие конструктивные и режимные параметры технологического оборудования (площадь поверхности теплообмена рекуперативных теплообменников, массовые расходы «горячих» и «холодных» утилит, расчетную мощность компрессора и др.), при которых суммарные приведенные капитальные и оперативные затраты будут минимальны. Элементы матрицы оценок задачи «о назначениях» позволяют учесть ряд особенностей каждого предприятия: наличие множества энергоносителей, пространственную удаленность, физико-химические и транспортные свойства технологических потоков, особенности используемых конструктивных материалов, и т.д.

На основе предлагаемого нами подхода реализован программный комплекс оптимальной теплоинтеграции ТС. Программный комплекс представляет собой прикладную программу, использующую инструментальные средства пакета Matlab, взаимодействующую с пакетами программы Aspen HYSYS.

## Литература

1. Зиятдинов Н. Н., Островский Г. М., Емельянов И. И. Построение системы теплообмена при реконструкции и синтезе оптимальных систем ректификационных колонн // Теорет. основы хим. технологии. 2016. Т. 50, № 2. С. 1.



**ОЛИГОМЕРИЗАЦИЯ АЛЬФА-ОЛЕФИНОВ  $C_8$  С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ  
ХЛОРЗАМЕЩЕННЫХ АЛКИЛАЛЮМИНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**И.Р. Зарипов, М.Д. Саяхов, В.А. Шепелин**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ*

**OLIGOMERIZATION OF  $C_8$  ALPHA-OLEFIN USING TWO-COMPONENT  
CATALYTIC SYSTEM BASED ON CHLORINE SUBSTITUTED  
ORGANOALUMINIUM COMPOUNDS**

**I.R. Zaripov, M.D. Sayakhov, V.A. Shepelin**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation*

Основным компонентом, определяющим свойства масла, является его углеводородная основа, называемая базой. Базой синтетических масел являются синтезированные углеводороды, наиболее применяемыми из которых являются олигомеры олефинов, так называемые полиальфаолефины. Масло на их основе называется полиальфаолефиновым (ПАОМ). ПАОМ находят применение в получении смазочных материалов широкого профиля, начиная с масел общего назначения, для транспортной техники и заканчивая маслами специального назначения вплоть до применения в космической технологии.

Расширение сырьевой базы для получения ПАОМ является важной и актуальной задачей для условий России. Традиционным сырьем для получения ПАОМ различного назначения является децен-1 [1]. По новой технологии получения  $\alpha$ -олефинов в ПАО «НКНХ» ожидается снижение количества производимого децена-1 и в данной работе исследовано использование октена-1 для получения ПАОМ.

Как установлено ранее, образцы масел на основе октена-1 проявляют равноценные свойства и аналогичны ПАОМ с относительно высокой вязкостью, полученным на основе децена-1. Результаты испытаний авиационных и трансмиссионных масел подтверждают целесообразность применения ПАОМ на основе октена-1 [2].

В данной работе проведено исследование по олигомеризации октена-1 с использованием каталитических систем, включающих бром- и хлорорганических соединений в комплексе с этилалюминийдихлоридом. Найдены оптимальные условия проведения реакции олигомеризации исходя из максимальной конверсии олефина.

Исследовано влияние катализаторов на конверсию октена-1, идентифицированы продукты реакций олигомеризации, определены основные физико-химические свойства и влияние температуры на вязкость полученных ПАОМ.

Полученные в результате реакции олигомеризации ПАОМ на основе октена-1 полностью соответствуют требованиям технических условий [3], предъявляемым базовым компонентам синтетических масел с вязкостью 20 мм<sup>2</sup>/с при 100°C.

Литература

1. Цветков О.Н. Полиальфаолефиновые масла: химия, технология и применение. – М.: «Техника», Тума Групп, 2006. – 192 с

2. Шепелин В.А., Саяхов М.Д., Зарипов И.Р./IV Конференция молодых специалистов «Инновация и молодежь». – 2014. – С. 81-82.

3. ТУ 38.401-58-42-92

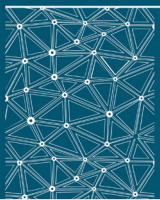
**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ИМПУЛЬСНО-ВОЛНОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****М.З. Зарифьянова<sup>2</sup>, С.Е. Угловский<sup>1</sup>, С.Д. Вафина<sup>2</sup>**<sup>1</sup> НТЦ ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг», Казань, Россия<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Россия**INTENSIFICATION OF THE PROCESSES OF PRODUCTION  
AND PROCESSING OF THE NATURAL BITUMEN  
USING PULSE-WAVE TECHNOLOGIES****S.E. Uglovsky<sup>1</sup>, M.Z. Zarifyanova<sup>2</sup>, S.D. Vafina<sup>2</sup>**<sup>1</sup> STC of JSC "Tatneftekhiminvest-holding", Kazan, Russia<sup>2</sup> FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia

На фоне истощения запасов традиционной легкой нефти встает вопрос о разработке битумных месторождений, являющихся альтернативным источником нефтяного сырья. В Республике Татарстан ведется опытно-промышленная разработка Ашальчинского месторождения природного битума (ПБ), ставшего полигоном для отработки эффективных технологий по их добыче и переработке. Разработка трудноизвлекаемых запасов нефти требует использования дорогостоящих технологий по увеличению нефтеотдачи пластов, которые оцениваются в 3-4 раза дороже добычи нефти из традиционных месторождений.

На территории Технополиса «Химград» размещена опытно-промышленная установка «ЯРУС», позволяющая перерабатывать ПБ с получением полусинтетических и синтетических нефтей непосредственно на месте добычи без предварительной подготовки сырья. Реактор «ЯРУС» при атмосферном давлении и температуре не выше 300 °С позволяет перерабатывать ПБ в одну стадию без системы оборотного водоснабжения. Особенностью реактора «ЯРУС» является комбинация различных способов воздействия (термических, гидродинамических, электромагнитных, акустических) в одном технологическом пространстве. Обработываемая среда в локальных зонах реактора находится в ионизированном состоянии – одновременно в виде жидкости, пара и плазмы. Деструктивные процессы протекают в результате импульсно-волнового воздействия на углеводороды и гетероатомные соединения нефти, происходит значительное увеличение выхода легких фракций. После обработки ашальчинского ПБ в реакторе «ЯРУС» дополнительно получается до 10 % газовой фракции C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, увеличивается выход светлых фракций с 15 % до 70 %, снижается плотность с  $v_{20} = 958 \text{ кг/м}^3$  до  $v_{20} = 895 \text{ кг/м}^3$ , снижается кинематическая вязкость с  $v_{20} = 129,7 \text{ см}^2/\text{с}$  до  $v_{20} = 5,57 \text{ мм}^2/\text{с}$  (0,06 см<sup>2</sup>/с) более чем в 2100 раз, что облегчает транспортировку нефти по трубопроводу. Выход бензиновой фракции на исходный ПБ увеличивается до 12 %, керосиновой фракции – до 18 %, дизельной фракции – до 40 %, вдвое снижается содержание общей серы.

Варианты применения реактора «ЯРУС» на месте добычи ПБ: закачка газовой фазы через систему законтурных или внутриконтурных нагнетательных скважин, закачка дистиллята в качестве растворителя непосредственно в пласт для повышения коэффициента нефтеотдачи. Полное автономное энергообеспечение процесса добычи и переработки ПБ за счет сжигания в качестве топлива образующейся газовой фракции и попутных нефтяных газов.

Реактор «ЯРУС» может работать на различном углеводородном сырье, отличается низкой удельной стоимостью и высокой окупаемостью. При его эксплуатации не требуются высокие затраты тепловой энергии и обширный парк технологического оборудования. Установка по габаритным размерам компактная, существует возможность перевозить в транспортном контейнере, может применяться малыми нефтяными компаниями, либо на малых месторождениях.



**НИОСТ, НАПРАВЛЕНИЕ ПО НЕФТЕ- И ГАЗОХИМИИ:  
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ**

**Р.А. Зотов**

*ООО «НИОСТ», г. Томск, Россия*

**NIOST: MAIN DIRECTIONS PETROCHEMISTRY AND CHEMICAL  
UTILIZATION OF NATURAL GAS**

**R.A. Zotov**

*LLC "NIOST", Tomsk, Russia*

НИОСТ (г. Томск) – научно-исследовательский центр СИБУРа по химическим технологиям. Важным направлением работ НИОСТ являются разработки в области нефтехимического синтеза и катализа. Данные работы реализуются в Дирекции по направлению нефте- и газохимии (ДНиГ) НИОСТ.

В структуру ДНиГ входит три научно-исследовательские лаборатории (лаборатория нефтехимического синтеза, лаборатория гетерогенного катализа и лаборатория новых перспективных полимеров) и отдел маркетинга. Основные направления работ включают в себя как разработку новых технологий и продуктов, так и оптимизацию действующих производств.

Основными направлениями научно-технической деятельности дирекции являются:

- разработка новых более эффективных технологий получения существующих мономеров (C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub>) и продуктов органического синтеза;
- поиск и тестирование эффективных катализаторов и, в случае необходимости, разработка новых каталитических систем с привлечением ведущих профильных Российских и зарубежных центров;
- разработка продуктового ассортимента пластификаторов специального назначения на основе сырья СИБУРа;
- разработка продуктов дальнейших переделов акриловой кислоты;
- расширение сфер применения и создание специальных марок пластиков;
- оптимизация подходов осушки и очистки УВС (ПНГ, ШФЛУ) для газоперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

Проводится сопровождение всех стадий инновационного процесса: от генерации идей и концептуальных исследований, до опытно-промышленных испытаний на производстве и мониторинга дальнейшего продвижения проекта до стадии внедрения. За последние годы существенно расширена приборная база ДНиГ. Большая часть лабораторных и пилотных установок сделана по собственным, индивидуальным проектам, что позволяет выполнять весь комплекс исследований от разработки лабораторных методик получения продуктов нефтехимического синтеза, тестирования катализаторов до наработки опытных партий и проведения пилотных испытаний при разработке новых технологий и продуктов нефтехимического синтеза.

География работ дирекции охватывает почти все предприятия СИБУР-Холдинга. При этом выстроено тесное взаимодействие между научными подразделениями, бизнес заказчиками и производствами, что позволило на системной основе организовать процесс генерации и выбора наиболее перспективных с точки зрения экономики и вероятности реализации идей, а также уменьшило сроки их продвижения от стадии инициации проекта НИОКР до стадии внедрения.

**ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ АСФАЛЬТО-СМОЛО-ПАРФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ****Р.К. Ибрагимов, И.А. Иванова, Д.А. Ибрагимова***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»***STUDY OF THE SOLUBILITY OF ASPHALT-RESIN-PARAFFIN DEPOSITS****R.K. Ibragimov, I.A. Ivanova, D.A. Ibragimova***Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Kazan National Research Technological University"*

Одной из основных причин, осложняющих эксплуатацию нефтедобывающих скважин, является осаждение в призабойной зоне пласта асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) при изменении термодинамических параметров пласта, что снижает его фильтрационные характеристики и уменьшает приток нефти к забою [1].

Наиболее перспективными способами борьбы с отложениями АСПО являются физико-химические методы воздействия на призабойную зону, сущность которых заключается в применении специальных растворителей, удаляющих отложения, и реагентов, предотвращающих отложения АСПО (диспергаторов, депрессоров и т.д.) [2]. Несмотря на сравнительно высокую стоимость применяемых химических реагентов, физико-химические методы зарекомендовали себя как наиболее выгодные и эффективные способы борьбы с АСПО.

Химический состав АСПО зависит от состава и свойств добываемой нефти и пластовой воды, состояния призабойной зоны пласта и в основном представляет собой: 40-60% мас. твердого и микрокристаллического парафина, 10-60% смол и асфальтенов, 5-15% воды и механических примесей [3].

Вода в АСПО присутствует в виде высокодисперсной фазы, что затрудняет их удаление из-за высокой структурной вязкости.

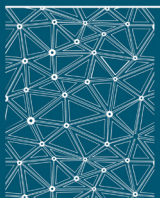
В представленной работе представлен способ приготовления растворителя АСПО и эффективность его использования. Цель работы достигается возможностью использования дешевого сырья – дисульфидного масла, являющегося побочным продуктом (то есть фактически отходом) демеркаптанзации нефтяного и газового сырья, в качестве основного составляющего нового реагента-растворителя.

В результате проделанных опытов изучили растворяющие диспергирующие способности растворителей АСПО различного состава, отличающихся количеством активного компонента.

Полученные реагенты на основе дисульфидного масла являются хорошими растворителями трудноудаляемых отложений смолисто-асфальтовых веществ с набором положительных свойств.

## Литература

1. Нелюбов Д.В. Асфальтосмолопарафиновые отложения Аганского месторождения // Нефтехимия. - 2011. - Т. 51. - № 6. - С. 410.
2. Антониади Д.Г. Анализ существующих методов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО) при добыче нефти // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - 2011. - № 9. - С. 32-37.
3. Юсупова Т.Н. Физико-химические процессы в продуктивных нефтяных пластах / Т.Н. Юсупова, Ю.М. Ганеева, Г.В. Романов, Е.Е. Барская // М.: Наука. - 2015. - С. 412.



**ОЦЕНКА ФАЗОВОГО РАВНОВЕСИЯ ПАРАФИНОВ  
И АСФАЛЬТЕНОВ В НЕФТЯНЫХ СИСТЕМАХ**

**И.А. Иванова, В.Н. Краев, Р.К. Ибрагимов, Д.А. Ибрагимова**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»*

**ASSESSMENT OF PARAFFIN AND ASPHALTENE PHASE  
EQUILIBRIUM IN PETROLEUM SYSTEMS**

**I.A. Ivanova, V.N. Kraev, R.K. Ibragimov, D.A. Ibragimova**

*Federal state budgetary educational institution of higher professional education  
"Kazan National Research Technological University"*

Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО), образуются в процессах нефтедобычи, транспорта и хранения нефти и представляют серьезную проблему для предприятий нефтедобычи и нефтепереработки с технической, экономической и экологической точек зрения. Важным фактором, определяющим эффективность мероприятий по удалению АСПО и поисков путей дальнейшего использования, являются их качественные показатели. На поздней стадии эксплуатации месторождений процессы предварительного обезвоживания, глубокого обезвоживания и обессоливания нефти на установках подготовки нефти осложняются. Это в большей степени связано с применением химических реагентов для обработки призабойной зоны пласта с целью повышения нефтеотдачи пластов, борьбы с соле- и парафиноотложениями в скважинах и трубопроводах и капитального ремонта скважин.[1] При осуществлении этих мероприятий вымываются грязевые отложения, накопившиеся в системе добычи и сбора продукции скважин, образуются высоковязкие массы на всем пути движения продукции скважин от пласта до объектов подготовки нефти. Совершенствование методов моделирования процессов осаждения с учетом влияния основных факторов позволяет получить наиболее приближенные кинетические модели.

Целью данного исследования является изучение фазового равновесия парафинов и асфальтенов в нефтяных системах, кинетики осаждения их из раствора. Для экспериментов используется оборудование, основанное на пьезокварцевом микровзвешивании [2], с помощью которого измеряется устойчивость парафинов и асфальтенов, оценивается кинетика их осаждения при разных температурах и давлении. Преимущество метода в малом объеме проб и в измерении непосредственного начала осаждения твердых частиц при условиях высокого давления и температуры без необходимости визуального наблюдения. В исследованиях предложен ряд тематических исследований, имитирующих перемешивание жидкости, опустошение ёмкости, изменение давления и температуры вдоль ствола скважины и связанный с этим риск выпадения АСПО. Измерены температуры появления парафинов и температуры исчезновения парафинов при разных давлениях для парафинистой нефти. Рассмотрены факторы, влияющие на равновесие в системе парафин-асфальтен-углеводороды с применением в качестве растворителей низкомолекулярных n-алканов.

Литература

1. Хамидуллина Ф.Ф. Композиционный дезмульгирующий состав для системы сбора и промышленной подготовки высоковязкой продукции нефтяных скважин // Вестник КНИТУ. 2014. № 7. С.217-221
2. Зайдуллин И.М. Состав тяжёлых нефтей и структурные характеристики компонентов как факторы, влияющие на устойчивость нефтей к осаждению асфальтенов. // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 10. С. 152-154.



## СИНТЕЗ АЦЕТАЛЕЙ

## 4-(ДИБРОММЕТИЛ)БЕНЗОЛКАРБАЛЬДЕГИДА И ИХ СВОЙСТВА

С.Ю. Иванова, М.Б. Газизов, Л.Р. Багаува, Р.Ф. Каримова, К.С. Газизова

«Казанский национальный исследовательский технологический университет»,  
Казань, РФ

## SYNTHESIS OF

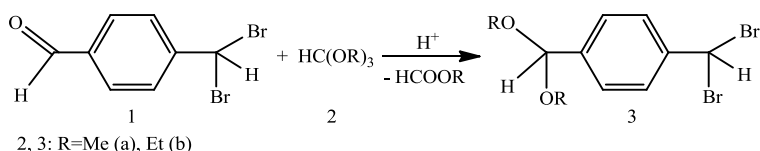
## 4-(DIBROMOMETHYL)BENZENECARBALDEHYDE ACETALS AND THEIR PROPERTIES

S.Yu. Ivanova, M.B. Gazizov, L.R. Bagauva, R.F. Karimova, K.S. Gazizova

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

С целью синтеза новых полифункциональных органических соединений впервые полученный нами 4-(дибромметил)бензолкарбальдегид (1) вводился в реакцию с триалкилортоформиатами (2) в присутствии серной кислоты. Реакция протекала с экзотермическим эффектом. Ацетали (3) получали в виде бесцветного густого масла (схема 1).

Схема 1



Последовательным взаимодействием ацеталей 4-(дибромметил)бензолкарбальдегида с трихлоридом фосфора и эфирами кислот P(III) (5a-c) синтезированы 4-(дибромметил)-замещенные бензолы, содержащие фосфорную функцию в боковой цепи – алкокси-[4-(дибромметил)фенил]метанфосфонаты (6a, c, d) и фосфиноксид (6b) (схема 2, 3). Образование промежуточного - хлорэфира (4a-b) было подтверждено спектрами ЯМР <sup>1</sup>H (Схема 2).

Схема 2

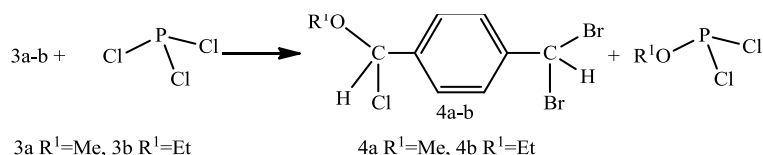
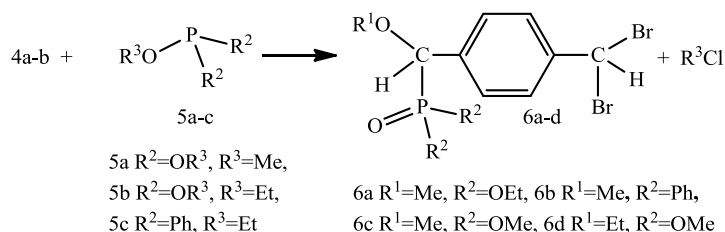
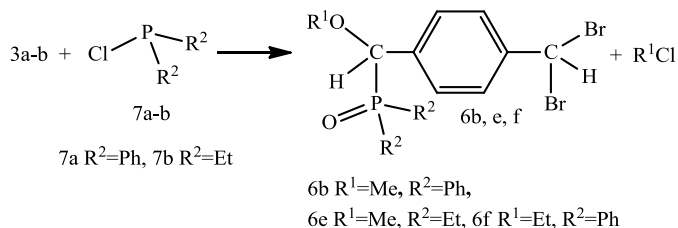


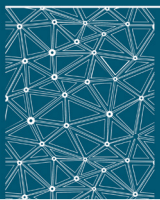
Схема 3



Фосфиноксиды (6b, e, f) получены также непосредственным взаимодействием ацеталей с вторичными хлорфосфинами (7a-b) (схема 4).

Схема 4





Состав и строение синтезированных соединений подтверждались элементным анализом, спектрами ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{13}\text{C}$  и масс-спектрами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (НИР № 1629, выполняемой в рамках базовой части госзадания в сфере научной деятельности по заданию № 56 / 2016).

## БЕЗОПАСНЫЙ ИОННЫЙ НАГРЕВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Я.В. Ившин

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия*

## SAFE IONIC HEATING OF OIL AND OIL PRODUCTS

Ya.V. Ivshin

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Один из способов нагрева нефти и нефтепродуктов реализуется за счет протекания электрического тока. При этом обычно используют нагревательные кабели, индукционные подогреватели, обычные стандартные спиральные теплоэлектронагреватели (ТЭНы). На наш взгляд, ионные нагреватели являются наиболее перспективными, особенно для нагрева органических жидкостей.

В ионном нагревателе тепловая энергия генерируется за счет протекания переменного тока промышленной частоты через электролит, в который погружены электроды. Ионный нагреватель обладает рядом неоспоримых преимуществ, среди которых следует отметить:

- простоту конструкции и технического обслуживания;
- отсутствие перегрева, а значит и невозможность коксования компонентов нефти;
- высокую производительность;
- отсутствие перегорающего элемента и высокую долговечность – годы непрерывной работы;
- отсутствие влияния скачков напряжения на работу нагревателя.

В одном из электробезопасных исполнений ионный нагреватель представляет собой металлический цилиндр с помещенным в него металлическим электродом. Электрод изолирован относительно внутренних стенок цилиндра и подключен к фазовому проводу, а цилиндр - к нулевому проводу. Цилиндр герметизирован и частично заполнен жидкостью с ионной проводимостью. Такая конструкция нагревателя позволяет успешно использовать его при добыче высоковязких нефтей и нагрева нефтепродуктов. В зависимости от поставленных задач, температура стенки нагревателя варьируется от 50 до 250 °С.

При разработке конструкции электронагревателя и дальнейшей его эксплуатации следует учитывать влияние различных параметров на его мощность и долговечность работы. Среди них можно выделить: геометрические факторы (площадь электродов, объем электролита), материал электродов и состав электролита. Электролит в данной системе играет решающую роль, поскольку его электропроводимость определяет мощность теплоотдачи, а состав – коррозионную стойкость конструкции.

Нами разработан ряд электролитов для ионного нагревателя, под общей маркой «ТЭПИОН», которые удовлетворяют всем эксплуатационным требованиям. Электролит представляет собой прозрачный водный раствор, пожаровзрывобезопасен, не оказывает вредного воздействия на здоровье лиц связанных с его испытанием и применением. Производится серийный ряд электролитов для нагревателей различной мощности и типа. Разработана и апробирована на производстве методика подбора электролита для конкретных условий работы каждого нагревателя. Разработан простой и удобный метод экспресс контроля качества электролита.



Систематические лабораторные исследования и многолетняя промышленная эксплуатация нескольких десятков ионных нагревателей показали их высокую эффективность. Следует особенно отметить тот факт, что при применении ионных нагревателей резко снижается количество отказов оборудования и связанных с этим простоев и затрат на ремонт.

### **НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ООО «ИСХЗК» КНТ ГРУПП В ОБЛАСТИ АДСОРБЕНТОВ И КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

**Р.С. Илибаев<sup>1</sup>, И.Х. Аллагузин<sup>1</sup>, А.Б. Бодрый<sup>1</sup>, Б.И. Кутепов<sup>2</sup>, И.Н. Павлова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ООО «Ишимбайский Специализированный Химический Завод Катализаторов»

<sup>2</sup> ФГБУН Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа

### **THE NEW DEVELOPMENTS OF LLC "ISPCPC", KNT GROUP IN THE FIELD OF ADSORBENTS AND CATALYSTS FOR PETROCHEMICAL INDUSTRIES**

**R.S. Ilibaev<sup>1</sup>, I.H. Allaguzin<sup>1</sup>, A.B. Bodriy<sup>1</sup>, B.I. Kutepov<sup>2</sup>, I.N. Pavlova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> LLC "Ishimbai Specialized Chemical Plant of Catalysts"

<sup>2</sup> FSBIS Institute of Petrochemistry and Catalysis RAS, Ufa

Компания КНТ Групп ([www.kntgroup.ru](http://www.kntgroup.ru)) является крупнейшей по производству и поставкам сорбентов и катализаторов в России и включает в себя два производственных центра: ООО «Стерлитамакский Завод Катализаторов» (СЗК) и ООО «Ишимбайский Специализированный Химический Завод Катализаторов» (ИСХЗК), которые находятся в Республике Башкортостан.

Сегодня компания КНТ Групп выпускает большой ассортимент продукции:

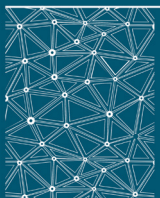
- Молекулярные сита: КА (3А), NaA (4A), CaA (5A), NaX (13X)
- Адсорбенты на основе  $Al_2O_3$  для улавливания  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$
- Адсорбент очистки ароматических и парафиновых углеводородов марки А4М
- Микросферические катализаторы крекинга марки «Октифайн»
- Гранулированные катализаторы крекинга марки «Адамант»
- Катализаторы гидроочистки и гидрокрекинга серии «КНТ» и «РК»
- Катализаторы получения серы на установках «Клаус» и «Сульфрен»
- Катализаторы получения МТБЭ марки «КУ-2ФПП» и «КУ-2ФКК»
- Катализатор оксихлорирования этилена марки «ОХЭ-1»
- Керамические шары
- Коагулянты серии «Бриллиант»

Компания КНТ Групп обладает в своем составе собственным научно - исследовательским центром. Наличие такого центра, обладающего широким спектром современного аналитического и исследовательского оборудования, а также применение передовых методов исследования позволяет специалистам КНТ групп уже на протяжении длительного времени заниматься разработками в области создания адсорбентов и катализаторов. За это время в лабораторных и опытно-промышленных масштабах было синтезировано огромное количество экспериментальных образцов. Их всестороннее исследование и систематизация полученных материалов позволили сформировать достаточно большую базу данных. Результатом этой работы явилось создание одних из лучших в мире адсорбентов и каталитических систем для ряда различных установок газо- и нефтепереработки.

Одной из последних совместных разработок НИЦ КНТ Групп и ФГБУН «Институт нефтехимии и катализа РАН» стал катализатор оксихлорирования этилена, марки ОХЭ-1.

Катализатор оксихлорирования этилена ОХЭ-1.

Винилхлорид относят к числу важнейших и крупнотоннажных мономеров, технология получения которого основана на применении микросферических катализаторов в «кипящем» слое. В произ-



водстве винилхлорида по сбалансированной по хлористому водороду технологии указанный выше мономер синтезируют последовательным окислительным хлорированием этилена (ОХЭ) в дихлорэтан с последующим пиролизом в целевой мономер.

Общим для газофазных гетерогенно-каталитических процессов, осуществляемых в «кипящем» слое катализатора, является то, что наряду с каталитическими свойствами повышенные требования предъявляются к прочности, форме и размерам микросферических частиц, а также насыпной плотности катализаторов. Для выполнения этих требований в процессе ОХЭ применяют катализаторы, в которых активные компоненты нанесены на микросферические носители.

В докладе будут рассмотрены способы получения микросферического алюмооксидного носителя с различными характеристиками пористой структуры, морфологии, насыпного веса и стойкости к истиранию в «кипящем слое». Получение на их основе микросферического катализатора окислительно-хлорирования этилена и сравнительная характеристика с импортным аналогом.

Промышленного производства катализаторов ОХЭ в России не существует, в основном из-за отсутствия технологий, обеспечивающих приготовление каталитических систем с требуемыми характеристиками, и до настоящего времени в промышленных реакторах эксплуатируются импортные катализаторы. В связи с этим актуальна тема импортозамещения в данной отрасли.

#### Литература

1. Кутепов Б.И., Веклов В.А., Япаев Р.Ш. Алюмооксидные носители и катализаторы процесса оксихлорирования этилена на их основе // Уфа: Государственное издательство научно-технической литературы «Реактив».-1999г.- 64 С.

2. Павлова И.Н., Кутепов Б.И., Веклов В.А., Павлов М. Л., Залимова М.З., Дмитриев Ю.К. Разработка технологий приготовления микросферических катализаторов окислительного хлорирования этилена // Химическая промышленность, 2002, № 7, с. 13-17

3. Кутепов Б.И., Веклов В.А., Япаев Р.Ш. Исследование физических свойств носителя для катализатора оксихлорирования этилена // Баш.хим.ж.- 1998.-Т.5, № 3. -С.14 -16.

4. Патент РФ №2185880. Способ приготовления микросферического алюмооксидного носителя // Абдуллин А.Н., Кутузов П.И., Баженов Ю.П., Касьянова Л.З., Джемилев У.М., Веклов В.А., Павлова И.Н., Бодрый А.Б., Кутепов Б.И., заявл. 18.12.2000, опубл. 27.07.2002.

5. Патент РФ №2139761. Способ приготовления микросферического катализатора оксихлорирования углеводородов // Джемилев У.М., Абдрашитов Я.М., Дмитриев Ю.К., Веклов В.А., Кутепов Б.И., заявл. 31.12.1997, опубл. 20.10.1999.



## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ АНТИДЕТОНАТОРОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

**И.И. Исхакова, Г.Ю. Климентова, А.Ф. Хайдаров**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

## THE STUDY OF THE PROPERTIES OF POTENTIAL ANTI-KNOCK AUTOMOTIVE GASOLINE

**I.I. Iskhakova, G.Y. Klimentova, A.F. Khaidarov**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Применение топливных присадок обеспечивается не только их целевыми свойствами, но и влиянием на иные параметры топлив. Важными показателями являются образование гомогенных растворов присадок в углеводородах, т.е. их высокая растворимость, и фазовая стабильность топлива при

низких температурах (-500С), т.е. способность топлива не расслаиваться и не образовывать осадков при хранении. При исследовании регуляторов горения углеводородов на базе полиалкилалканоатов щелочных металлов [1,2] эти показатели были определены в соответствии с параметрами, представляющими практический интерес при их эксплуатации.

В развитие работ по исследованию топливных присадок с целью подбора компонентов антидетонационных присадок, были получены высокомолекулярные алкенилалкандиоаты  $RCH=CHCH_2CH(COOLi)CH_2COOLi$  (Ia,  $R=C_{17}H_{35}\div C_{27}H_{55}$ ) и кислые алкенилалканоаты щелочных металлов  $RCH=CHCH_2CH(COOMe)CH_2COOH$  (Iб,  $R=C_{17}H_{35}\div C_{27}H_{55}$ , Me=Li; Iв,  $R=C_{17}H_{35}\div C_{27}H_{55}$ , Me=K; Iг,  $R=C_{13}H_{27}\div C_{15}H_{31}$ , Me=Li).

Низкотемпературные свойства топлив, содержащих соли (Iа-г), исследовали на приборе-анализаторе ИРЭН-2.2 с диапазоном температур от +10 до -70°С. Соли исследовали при концентрациях 0.02, 0.2 и 2% масс., что соответствует рабочим концентрационным пределам АД-присадок (0.02%), либо превышает их более чем на порядок (0.2%). Исследование высоких концентраций солей (2%) представляет интерес для рекомендаций по технологии смешения присадки с бензинами при получении товарных топлив. Показано, что присутствие солей (Iа-в) в бензине в области концентраций 0.02-2% масс. не влияет на фазовую стабильность топлива при температурах -70°С. Для соли (Iг) проявляется аналогичная картина лишь при концентрации 0.02%.

Исследование предельной растворимости полученных солей в бензине определяли визуально-изотермическим методом, суть которого заключается в измерении показателя преломления растворов солей в топливе [1]. При увеличении концентрации солей (Iа-в) в бензине происходило увеличение значения показателя преломления раствора до определенной величины, а потом – уменьшение. Концентрация соли, соответствующая максимальному значению показателя преломления, является предельной концентрацией (Iа - 70 %, Iб - 92%, Iг - 65%). Следует отметить, что на растворимость солей оказывают влияние следующие факторы: 1. молекулярная массы исходного олефина, 2. природа катиона щелочного металла, 3. характер соли (нейтральные, кислые). При увеличении молекулярной массы олефина, замене катиона К на Li и кислом характере соли растворимость увеличивается.

Таким образом, синтезированные соли (Iа-в), имеющие хорошую низкотемпературную и предельную растворимость в бензине, могут рассматриваться в качестве компонентов антидетонационных присадок.

#### Литература

1. Климентова Г.Ю. Растворимость щелочных солей изокарбоновых кислот в углеводородах / Г.Ю. Климентова, В.Ю.Маврин // Вестник КГТУ-2010.-№7.-С.57-63.

2. Климентова Г.Ю. Низкотемпературные свойства растворов полиалкилалканоатов щелочных металлов в углеводородах / Г.Ю. Климентова, В.Ю.Маврин // Вестник КГТУ- 2013. – Т.16. – №6. – С.206-208.

## НИОСТ, НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБУРА ПО ХИМИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ю.М. Казаков

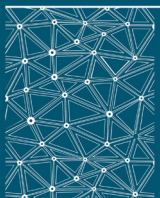
ООО «НИОСТ», г. Томск, РФ

## NIOST, RESEARCH CENTER OF SIBUR IN CHEMICAL TECHNOLOGIES. MAIN AREAS OF ACTIVITY

Yu.M. Kazakov

NIOST LLC, Tomsk, Russia

НИОСТ является корпоративным научно-исследовательским центром СИБУРа по химическим технологиям. Создан 12 октября 2005 г., а в апреле 2006 г. НИОСТ стал первым в России резидентом



Особой экономической зоны технико-внедренческого типа г. Томска. Целью НИОСТа является обеспечение конкурентоспособности компании за счет реализации новых, прогрессивных технических решений и технологий. Основные направления деятельности научного центра – разработки в области нефтехимического синтеза и катализа, пластических масс и компаундов на их основе; тестирование добавок для полиолефинов и каучуков Центром аттестации добавок для полиолефинов; тестирование цеолитов для нефтехимических и газоперерабатывающих предприятий компании Центром осушки углеводородного сырья; проведение аналитических исследований. Научные кадры НИОСТа представлены практическими всеми ведущими научными школами России – Москвы, Казани, Новосибирска, Томска и др.

В структуру НИОСТа входит ряд научно-производственных и вспомогательных подразделений. К основным научно-производственным подразделениям относятся научные дирекции по направлениям: нефте- и газохимия, химия и переработка полимеров, а также Управление по научно-технологическому сопровождению проектов. К вспомогательным подразделениям относятся – Испытательно-лабораторный центр (ИЛЦ), служба эксплуатации пилотных установок и др.

Основные задачи научно-производственных подразделений – реализация проектов НИОКР по приоритетным научно-техническим направлениям развития СИБУРа; выработка инновационных идей и предложений для реализации в компании; концентрация и развитие научных кадров. Вспомогательные подразделения осуществляют поддержку проектов НИОКР и текущей деятельности.

В структуру научной Дирекции по нефте- и газохимии входят – лаборатории нефтехимического синтеза, гетерогенного катализа и новых перспективных полимеров, а также отдел маркетинга. Основные направления работы – поиск и тестирование эффективных катализаторов и, в случае необходимости, разработка новых каталитических систем с привлечением ведущих профильных российских и зарубежных центров; разработка новых технологий получения существующих мономеров ( $C_2-C_8$ ) и продуктов органического синтеза; расширение марочного ассортимента пластификаторов и акриловых эфиров на основе сырья СИБУРа; тестирование цеолитов для осушки углеводородного сырья.

Дирекция по химии и переработке полимеров состоит из лаборатории синтеза и переработки полиолефинов, отделов по реализации проектов и технологического развития. Подразделения дирекции проводят широкий спектр исследований по расширению продуктового портфеля компании в области базовых полимеров, компаундов, а также работы по повышению эффективности действующих производств. Все направления исследований ориентированы на конкретного потребителя и внедрение разработанных материалов в производство. Эксперты дирекции осуществляют также техническую поддержку полиолефиновых площадок СИБУРа.

Без современной аналитической приборной базы разработка новых продуктов и технологий невозможна. В НИОСТе функцию аналитического сопровождения научно-исследовательских работ выполняет Испытательно-лабораторный центр.

Набор современного оборудования ведущих мировых производителей, собранный в ИЛЦ, позволяет проводить эффективные решения для разнообразных наукоемких задач.

В состав центра входит отдел физико-химических методов исследования (ОФХМИ) и отдел физико-механических испытаний (ОФМИ).

Основными задачами ОФХМИ являются проведение комплексных физико-химических исследований полимерных материалов (каучуки, пластмассы, композиты), анализ сложных многокомпонентных органических смесей, исследование структуры и состава каталитических систем.

Оценка свойств полимерных материалов проводится в ОФМИ. Отдел оснащен всем необходимым испытательным оборудованием для определения механических (деформация и прочность при растяжении, сжатии, изгибе; ударная вязкость; твердость), тепловых, электрических и оптических характеристик материалов. В отделе физико-механических испытаний также имеются приборы для исследования реологических характеристик, являющихся важными в выборе способов и режимов переработки полимеров.

ИЛЦ аттестован в системе аккредитации аналитических лабораторий (аттестат № РОСС RU.0001.518345, действителен до 31.03.2016 г.).

В НИОСТе с 2014 года, на базе Испытательно-лабораторного центра и лаборатории синтеза и переработки полиолефинов, функционирует Центр аттестации добавок для полиолефинов. Ключевые задачи Центра – лабораторные испытания и аттестация добавок для заключения о соответствии/несо-

ответствии продуктов значимых для промышленного применения показателям, а также их сравнение с аналогами, присутствующими на рынке, тестирование новых продуктов, предлагаемых российскими и зарубежными производителями и пополнение единой базы данных по добавкам. Это позволяет выбирать лучшие, с точки зрения соотношения цены и качества, добавки для полиолефинов, а также расширять круг поставщиков СИБУРа.

НИОСТ обладает большим парком пилотных установок для масштабирования процессов органического синтеза, полимеризационных процессов. Все установки являются уникальными, созданы по проектам специалистов НИОСТа. Эксплуатацию пилотных установок осуществляет персонал Службы главного инженера.

### **ДЕГИДРИРОВАНИЕ ИЗОПЕНТАНА НА ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА**

**Л.И. Калимуллин<sup>1</sup>, Л.З. Касьянова<sup>1</sup>, И.И. Сафаргалиев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

<sup>2</sup> ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод», г. Стерлитамак, Россия

### **DEHYDROGENATION OF ISOPENTANE ON A SURFACE OF THE ALUMINIUM-CHROMIC CATALYST**

**L.I. Kalimullin<sup>1</sup>, L.Z. Kas'yanova<sup>1</sup>, I.I. Safargaliev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ufa State Oil Technical University, Ufa, Russian Federation

<sup>2</sup> JSC «Sterlitamak Petrochemical Plant», Sterlitamak, Russian Federation

Совершенствование производства изоолефинов  $C_4$ - $C_5$  – сырья для синтеза каучуков и для получения высокооктановых бензиновых добавок остается актуальной задачей. Основным способом получения низших алкенов является дегидрирование соответствующих алканов в «кипящем» слое алюмохромовых катализаторов.

В вопросах повышения эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов большая роль отводится к качеству и свойствам используемого катализатора: он должен обладать одновременно высокими показателями активности и селективности.

На сегодняшний день на российском рынке представлены несколько марок алюмохромовых катализаторов, производимых двумя способами – либо путем распылительной сушки катализаторной суспензии (суспензионные катализаторы), либо путем нанесения оксида хрома на алюмооксидный носитель методом пропитки (пропиточные катализаторы).

Представлялось, что в скором времени с разработкой и началом производства первых пропиточных катализаторов суспензионные марки катализаторов станут невостребованными. Однако время показало, что предложенные на рынке марки пропиточных катализаторов во-первых, не обладают достаточно высокой селективностью при дегидрировании изопентана, во-вторых, имеют значительную абразивную активность. По этой причине суспензионные алюмохромовые катализаторы продолжают пользоваться спросом.

Одной из марок алюмохромового катализатора является ИМ-2201С, производимый ОАО «Синтез-Каучук» в г. Стерлитамаке. Известно, что активность этого катализатора зависит от содержания в катализаторе триоксида хрома. Исследования совместного влияния хромового ангидрида и алюмооксидного носителя позволили увеличить содержание триоксида хрома в товарном ИМ-2201С с 1,6-1,9 до 2,0-2,2 % масс. Результаты испытания промышленных образцов катализатора с различным содержанием активного хрома приведены в таблице.

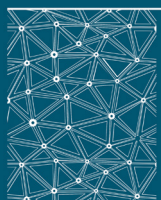


Таблица – Характеристики катализатора и результаты лабораторных испытаний

Показатель	Серийный ИМ-2201С	Усовершенствованный ИМ-2201С
Содержание CrO <sub>3</sub> , % масс.	1,83	2,20
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	53,8	57,9
Активность/селективность на изобутане, % масс.	50,2 / 90,2	51,0 / 90,8
Активность/селективность на изопентане, % масс.	32,0 / 77,9	35,1 / 79,9

Как видно из таблицы подбор носителя с более развитой поверхностью позволил добиться увеличения содержания триоксида хрома в готовом продукте на 0,3% масс. При этом согласно результатам лабораторных испытаний активность при дегидрировании изопентана увеличилась на 3,1% абс., а селективность – на 2,0% абс.



### КОМПЛЕКСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ СЛОЖНОСОСТАВНЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ОТХОДА ПРОЦЕССА ЭПОКСИДИРОВАНИЯ ПРОПИЛЕНА

**Р.А. Каюмов<sup>\*1</sup>, Ф.М. Гумеров<sup>2</sup>, Р.А. Усманов<sup>2</sup>, А.А. Сагдеев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ»,  
г. Нижнекамск

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», РФ

### FULLY UTILIZATION OF THE PLURAL COMPOSITION OF THE WASTE AS AN EXAMPLE OF WASTE PROPYLENE EPOXIDATION PROCESS

**R.A. Kayumov<sup>\*1</sup>, F.M. Gumerov<sup>2</sup>, R.A. Usmanov<sup>2</sup>, A.A. Sagdeev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Nizhnekamsk Chemical Technological Institute (branch institute) of the Kazan National  
Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia

<sup>2</sup> Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia  
*\*krustam@bk.ru*

Предметом данного исследования является отработанный щелочной раствор после промывки реакционной смеси процесса эпоксицирования, реализованного на ПАО «Нижнекамскнефтехим». Для решения задачи извлечения молибдена и углеводов, являющихся сырьем для нефтехимического производства, в настоящей работе рассматриваются возможности сверхкритических флюидных технологий. В этом случае возможны, как минимум, три следующих варианта сочетаний процессов, решающих проблему извлечения или исключения присутствия углеводов и молибдена (в той или иной форме) в водном стоке. Первый вариант основан на использовании процесса сверхкритической флюидной CO<sub>2</sub> экстракции (СКФЭ) применительно к обоим целевым компонентам стока. Во втором варианте предполагается осуществление процесса сверхкритического водного окисления (СКВО) исходного водного стока с последующим осаждением молибдена. Оптимальность одного из вариантов может быть установлена через исследование реализуемости и характеристик вышеуказанных процессов.

Анализ данных, полученных в ходе СКФЭ углеводов, показал, что при давлении 12 МПа фенол, метилфенилкарбинол и ацетофенон извлекаются, соответственно, на 97%, 95%, 90%, тогда как этил-

бензол и пропиленгликоль извлекаются лишь на 5% и 0,4%. При добавлении в раствор Трилона-Б в экстракте обнаружился молибден, однако степень его экстракции составила лишь 23%.

Анализ данных, полученных в ходе СКВО отхода, показал, что увеличение давления не влияет на снижение ХПК (химического потребления кислорода), увеличение температуры способствует уменьшению ХПК, при этом его значение остается неприемлемо высоким (более 4000 мг O<sub>2</sub>/л). Вместе с тем, разбавление раствора (до 20%) позволило получить ХПК=400 мг O<sub>2</sub>/л.

Для более полного окисления отхода в условиях стехиометрического содержания кислорода необходимо снижение концентрации ароматических углеводородов, в частности, фенолов, для предотвращения образования радикалов. Снижение концентрации возможно за счет разбавления отхода водой или рецикла (рециркуляция окисленной воды), а так же за счет удаления ароматических углеводородов из отхода перед подачей в реактор.

В результате реакции окисления на дне ячейки образовался осадок. В зависимости от параметров процесса количество осадка варьировалось в диапазоне 10 - 20% от массы загруженного отхода. По результатам рентгенофлуоресцентного анализа осадка, в нем содержится 2,1% молибдена (в пересчете на чистый металл).

### **ДМС-ПОЛИЭФИРЫ: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА**

**Н.П. Короткова, Е.А. Антипова, А.А. Листвина**

*ООО "НПП "Макромер им. В.С. Лебедева", Владимир, Россия*

*e-mail: nauka@macromer.ru*

### **DMC-POLYETHERS: SYNTHESIS AND PROPERTIES**

**N.P. Korotkova, E.A. Antipova, A.A. Listvina**

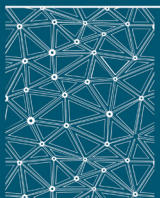
*V.S. Lebedev scientific-manufacturing company "Macromer" Ltd., Vladimir, Russia*

*e-mail: nauka@macromer.ru*

В настоящее время новый способ синтеза простых полиэфиров с ДМС-катализатором активно внедряется в производство. ДМС-катализаторы в синтезе простых полиэфиров начали использовать в 60-70-ые годы прошлого века. Однако, высокая стоимость этих катализаторов, необходимость использовать его в концентрации более 100 ppm, нестабильность характеристик получающихся продуктов, невозможность применять низкомолекулярные стартеры долгие годы тормозили коммерциализацию этого способа синтеза. Успехи, достигнутые в усовершенствовании катализатора, а также технологии полимеризации сделали ДМС-технологии конкурентноспособной. Сегодня можно выделить следующие основные преимущества данной технологии: возможность получать полиэфиры с очень широким интервалом ММ, отсутствие отходов, значительное снижение затрат на производство продукта.

В данной работе проводилось изучение полимеризации окисей алкиленов в присутствии ДМС-катализатора и изучение свойств полученных полиолов. Изучалось влияние параметров синтеза на молекулярные характеристики полиэфиров, а также их зависимость от ММ. Показано, что в отличие от щелочного способа синтеза при ДМС-катализе полиэфиры получают с низкой степенью ненасыщенности, причем иодное число, характеризующее степень ненасыщенности, имеет значение 0,1-0,3 г иода/100 г независимо от ММ, потеря функциональности растет с ростом ММ, но даже у диола с ММ 18000 составляет до 10 %.

Другой механизм ДМС-полимеризации окисей алкиленов и связанные с этим отличия в структуре, функциональности, типе функциональных групп, ММР олигомеров в сравнение с олигомерами, полученными методом щелочной полимеризации, делают актуальными исследования по влиянию ДМС-полиэфиров на свойства ПУ-материалов. Показано, что низкая дефектность ДМС-полиолов приводит



к улучшению физико-механических свойств ПУ-эластомеров при замене в их рецептуре щелочных полиолов на ДМС-полиолы. Заметное улучшение физико-механических характеристик наблюдается при увеличении ММ диола до 4000 [1,2]. Полученное увеличение свойств дает основание считать, что в ряде рецептур ПУ-эластомеров возможна частичная замена дорогого полифурита на более дешевый полиэфир. Замена в рецептуре уретанакрилатного клея щелочного полиола на ДМС-полиол с более высокой ММ позволила существенно повысить такие важные потребительские свойства клея, как прочность, адгезию, усадку, водостойкость при одновременном снижении себестоимости продукта.

ДМС-технология, разработанная в НТЦ компании, внедрена в производство в 2014 г. и в настоящее время выпускается ассортимент ДМС-полиолов с разной ММ и функциональностью.

#### Литература

1. Короткова Н.П., Мищенко А.А., Антипова Е.А. Сравнение свойств полиуретановых эластомеров на основе ДМС- и традиционных простых полиэфиров // Клеи. Герметики. Технологии. 2012. № 8. С. 10-13.

2. Мищенко А.А., Короткова Н.П., Лебедев В.С. Влияние молекулярной массы ДМС-полиэфиров на физико-механические свойства ПУ-материалов на их основе // Клеи. Герметики. Технологии. 2014. № 4. С. 2-5.

## ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ ПРОПУСКАНИЯ НЕПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ГАЗОВОЙ И ЖИДОЙ ФАЗАХ

**Д.В. Косенков, В.В. Сагадеев, В.А. Аляев**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

## INFRARED TRANSMISSION SPECTRA OF HYDROCARBONS IN THE GAS AND LIQUID PHASES

**D.V. Kosenkov, V.V. Sagadeev, V.A. Alyaev**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Непредельные углеводороды производятся и применяются при повышенных термодинамических параметрах. Точность расчетов теплообмена между средой и стенкой во многом определяется надежностью радиационных характеристик сред и в первую очередь спектральных коэффициентов поглощения.

Инфракрасные спектры пропускания многих органических соединений представлены в справочной литературе при атмосферном давлении и комнатной температуре. Инфракрасные спектры пропускания сжатых пропилена и гексена в газовой, жидкой фазе и в закритическом состоянии практически не исследованы.

Экспериментально получены спектры пропускания пропилена и гексена в интервалах волновых чисел от 4000 до 400 см<sup>-1</sup>, давлений от 0,1 до 10 МПа и температурах от 293 до 440 К. Толщина исследуемого слоя вещества: для газовой фазы 0,01 м, для жидкой фазы 0,0001 м. По полученным спектрам пропускания рассчитаны спектральные коэффициенты поглощения.

Результаты измерений характеризуют изменение спектральных коэффициентов поглощения пропилена и гексена в зависимости от температуры и давления. Они могут быть использованы для расчетов радиационного вклада в перенос теплоты.



## **СИНТЕЗ ДИВИНИЛА ИЗ ЭТАНОЛА: ИННОВАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ ПРОЦЕССА**

**Котельников Г.Р., Сиднев В.Б., Беспалов В.П.**

*ОАО НИИ «Ярсинтез», г. Ярославль, Россия*

## **ONE OF THE INNOVATIVE ALTERNATIVE PROCESSES OF SYNTHESIS DIVINYL FROM ETHANOL**

**Kotelnikov G.R., Sidnev V.B., Bespalov V.P.**

*JSC RI "Yarsintez", Yaroslavl, Russian Federation*

В ОАО НИИ «Ярсинтез» разработан новый инновационный вариант процесса синтеза дивинила из этанола или смеси этанола и ацетальдегида, а также катализатор для этого процесса. В варианте ОАО НИИ «Ярсинтез» процесс осуществляется в кипящем слое мелкодисперсного катализатора.

Катализатор постоянно циркулирует между аппаратом синтеза и регенератором, обладает высокой активностью и сбалансированной прочностью. Данный технический прием позволил решить основные проблемы классического процесса С.В. Лебедева: синтез осуществляется непрерывно; возможно использование агрегатов большой единичной мощности; применение относительно высоких скоростей реакционного потока позволило снизить диффузионные ограничения.

Все эти особенности позволили существенно улучшить технико-экономические показатели: конверсия этанола в варианте процесса разработанного в ОАО НИИ «Ярсинтез» составила выше 85 % (в классическом процессе С.В. Лебедева ~ 50 %).

Использование в качестве сырья этанола, являющегося возобновляемым ресурсом, обеспечивают процессу синтеза дивинила из этанола или смеси этанола и ацетальдегида конкурентные преимущества, по сравнению со способами получения дивинила из нефтяного сырья.



## **ПОЛУЧЕНИЕ ПРОПИЛЕНА ДЕГИДРИРОВАНИЕМ ПРОПАНА НА НОВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ ОАО НИИ «ЯРСИНТЕЗ»**

**Г.Р. Котельников, Д.В. Качалов, В.П. Беспалов, А.С. Шуткин**

*ОАО НИИ «Ярсинтез», г. Ярославль, Россия*

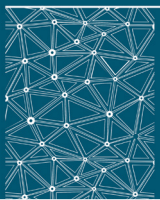
## **THE PRODUCTION OF PROPYLENE BY DEHYDROGENATION OF PROPANE ON NEW CATALYSTS FROM JSC RI «YARSINTEZ»**

**G.R. Kotelnikov, D.V. Kachalov, V.P. Bespalov, A.S. Shutkin**

*JSC RI "Yarsintez", Yaroslavl, Russian Federation*

ОАО НИИ «Ярсинтез» совместно с фирмой «Снампрожетти» (Италия) был разработан катализатор СПП для процесса дегидрирования пропана. Катализатор СПП в течение длительного времени (более года) обеспечивал высокие каталитические показатели на демонстрационной установке ОАО НИИ «Ярсинтез» [1], однако, которые являлись недостаточными для конкуренции с другими промышленными процессами.

В результате дальнейших многолетних исследований в ОАО НИИ «Ярсинтез» разработан новый оригинальный катализатор ИМ-2212 для процесса дегидрирования пропана, обладающий более высокими каталитическими характеристиками. В широких диапазонах было изучено влияние температуры и объемной скорости подачи сырья на показатели процесса дегидрирования, а также на коксообразование на поверхности катализатора ИМ-2212 в процессе дегидрирования пропана.



Разработана технология производства катализатора ИМ-2212. Определены оптимальные технологические параметры процесса дегидрирования пропана в пропилен на новом катализаторе. Уточнена математическая модель реактора и регенератора, а также предложена новая конструкция реактора, позволяющая стабильно работать при высокой скорости подачи сырья.

Технология получения пропилена дегидрированием пропана передана по лицензионному договору в Иран; выполнен базовый проект.

#### Литература

1. Г.Р. Котельников, В.П. Беспалов. Катализ в промышленности. 2002, № 4, с.10-13.

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАКТОРА ДЕГИДРИРОВАНИЯ ПАРАФИНОВ В КИПАЮЩЕМ СЛОЕ КАТАЛИЗАТОРА

В.А. Курбатов

*Российская Академия Естественных Наук, г. Москва, Россия*

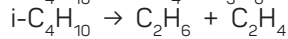
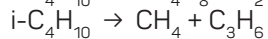
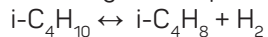
### MATHEMATICAL MODEL OF REACTOR FOR DEHYDROGENATION PARAFFINS IN FLUID BED OF CATALYST

V.A. Kurbatov

*Russian Academy of Natural Sciences, Moscow, Russian Federation*

Процессы дегидрирования парафиновых углеводородов в кипящем слое алюмохромкалиевого катализатора эксплуатируются уже более 50 лет. Несмотря на внушительное количество выполненных исследований и внедрённых мероприятий по интенсификации процесса, многие из них не достигли своей цели, поэтому в показателях наблюдается минимальный прогресс. Единственно эффективным следует считать использование секционирующих решёток, внедрённых ещё в конце 60-х годов (Стерлитамак), что позволило увеличить выход бутиленов с 10 до 20 %. В настоящее время возможности интенсификации процесса лояльными методами практически исчерпаны. Для этого требуется понимание более глубокой сущности протекающих процессов. С этой целью была построена и исследована математическая модель, учитывающая процессы тепло-, массообмена и кинетики химических реакций.

Процесс рассматривается на примере дегидрирования изобутана, при этом используется следующая совокупность реакций:



Для реактора с псевдооживленным слоем катализатора при изменении количества газа по высоте математическая модель каждой секции представляет собой систему дифференциальных уравнений, отражающих процессы тепло-, массообмена и кинетику химических реакций [1]. В этом случае наибольшее распространение получила двухфазная модель Ван Димтера [2]. Для ее решения был использован метод Гира решения задачи Коши жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Идентификация математической модели проводилась с использованием литературных, а также уточнённых по экспериментальным данным значений констант скоростей реакций.

В результате вычислительного эксперимента были изучены зависимости выхода изобутилена и селективности от времени контакта, интенсивности массообмена, состава сырья, температуры и её профиля по секциям, давления, нагрузки, а также некоторых других факторов. Установлено, что

наибольшим влиянием на показатели процесса обладает интенсивность массообмена, а наименьшим температура на последней решетке. Показано, что в оптимальных условиях выход на пропущенное может достигать 50 % и более, а селективность увеличиться на несколько процентов.

Автор признателен к.т.н. Махлину В.А. за помощь при проведении расчётов.

#### Литература

1. Снаговский Ю.С., Зыскин А.Г., Азаров К.Л., Аветисов А.К. Учет изменения потока в реакторе с организованным псевдооживленным слоем// *ТОХТ*, 1999, т.33, №3, С.312 - 317.

2. van Swaaij W.P.M. The design of gas-solid fluid bed and related reactors// *ACS Int. Symp. Series*, 1978, v. 72, pp. 193 - 222.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБОГИДРАЗИДА В КОТЛОВОЙ ВОДЕ

**З.Г. Латыпова, Л. Я. Гатиятуллина, Г.Ф. Гильмутдинова**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

## DETERMINATION OF CARBOHYDRAZIDE IN BOILER WATER

**Z.G. Latypova, L.Y. Gatiyatullina, G.F. Gilmutdinova**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

Проблема защиты энергетического оборудования от солеотложения и коррозии исключительно актуальна. Надлежащее обслуживание и экономический режим работы современных паровых котлов требует точного поддержания равновесия параметров качества воды, в том числе концентрации растворимого кислорода. Один из наиболее эффективных путей решения проблемы – химическое удаление остаточного кислорода путем обработки воды ингибиторами, содержащими поглотители кислорода [1]. В качестве поглотителя кислорода в последние годы применяются современные экологичные летучие поглотители кислорода, такие как карбогидразид [2], нормируемая концентрация которого в воде составляет не более 40 мкг/дм<sup>3</sup>.

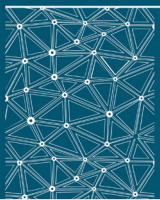
Существующий способ определения карбогидразида заключается в использовании портативного прибора с комплектом реактивов (тест-форма). Достоинством прибора являются простота и оперативность выполнения измерений, но использование его для серийного анализа связано с необходимостью бесперебойного обеспечения контрольных лабораторий расходными материалами. В то же время при любом инструментальном методе измерения возникает необходимость проверки правильности результатов измерений альтернативным методом.

Разработан фотоколориметрический метод измерения карбогидразида, в основе которого лежит окислительно-восстановительная реакция карбогидразида с Fe<sup>3+</sup> и чувствительная, селективная реакция комплексообразования продукта реакции с *o*-фенантролином.

В пробу, содержащую (1,0-10,0) мкг карбогидразида, вносят слабокислый раствор Fe<sup>3+</sup> с pH=3-4, выдерживают до полного восстановления Fe<sup>3+</sup>. По истечении 20 мин добавляют в раствор *o*-фенантролин и буферный раствор с pH=(4,2±0,2), перемешивают и оставляют на 10 мин. Затем окрашенный раствор фотометрируют при длине волны  $\lambda_{\max}$ =510 нм и толщине поглощающего слоя 50 мм.

Для обеспечения правильности результатов фотометрических измерений необходимо, прежде всего, правильно откалибровать (градуировать) прибор, что предполагает использование стандартного раствора с точно известной концентрацией вещества для приготовления градуировочных образцов. Массовая доля карбогидразида в товарном продукте составляет 7÷15 %. Для стандартизации раствора разработан метод йодометрического титрования в нейтральной среде, границы расширенной неопределенности результатов йодометрических измерений карбогидразида составили ( ).

Установлены границы расширенной неопределенности (± U, мкг/дм<sup>3</sup>) методики измерения карбогидразида в котловой воде при коэффициенте охвата k=2, которые составляют 0,18·X в диапазоне



измерений от 40,0 до 80,0 мг/дм<sup>3</sup>; 0,10-X в диапазоне измерений от 80,0 до 1000,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Разработанная методика удовлетворяет требованиям аналитического контроля производства дивинила.

#### Литература

1. А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков. *Водоподготовка в энергетике. Учебное пособие для вузов.* Издательский дом МЭИ. М. 2006.-309 с.

2 *Справочник химика том 2, Л.Изд. «Химия», 1964, с.723.*

### ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫДЕЛЕНИЯ НАФТАЛИНОВОЙ ФРАКЦИИ ИЗ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА И ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТОГО НАФТАЛИНА

**М.В. Михайлов<sup>1</sup>, А.В. Ковешников<sup>1</sup>, Г.А. Носов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ООО «ВНИИОС-наука», г. Москва, Россия,

<sup>2</sup> Московский технологический университет (МИТХТ), г. Москва, Россия

### PROSPECTS OF NAPHTHALENE FRACTION SEPARATION FROM HEAVY PYROLYSIS OIL AND PRODUCTION OF PURE NAPHTHALENE

**M. V. Mikhailov<sup>1</sup>, A. V. Koveshnikov<sup>1</sup>, G. A. Nosov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> LLC "VNIOS-science" Moscow, Russia,

<sup>2</sup> Moscow University of technology (MITHT), Moscow, Russia

На этиленовых установках (ЭП-300) кроме выделения целевых продуктов этилена и пропилена, получают жидкие продукты пиролиза (ЖПП). К жидким продуктам пиролиза относятся: углеводороды C<sub>5+</sub>, фракция C<sub>6</sub>-C<sub>9</sub> – пироконденсат, фракция C<sub>10+</sub> – тяжелая смола пиролиза. Тяжелая смола пиролиза (ТСП) в основном направляется на получение технического углерода и кокса, а также используется в качестве котельного топлива [1]. Альтернативное использование ТСП – это выделение из нее ценных продуктов нефтехимии, таких как: нафталин, аценафтен, флуорен, антрацен и т.д. Как показывают анализы содержание нафталина в ТСП выше остальных веществ. Это делает перспективным выделение нафталиновой фракции из ТСП. После очистки нафталин может быть использован в производстве фталевого ангидрида, ЛКМ и других продуктов.

Содержание нафталина в ТСП зависит от сырья перерабатываемого на печах пиролиза. Высокий выход ТСП отмечается при переработке бензинового сырья, при работе печей на газовом сырье выход значительно ниже. Для выделения нафталина применяют различные способы: разгонка тяжелой смолы на фракции и ректификация нафталиновой фракции; боковой отбор из колонны К-1 первичного фракционирования пирогаза этиленовых производств и последующей ректификацией пиролизного масла [2]. Последний способ предпочтительней в виду его меньшей энергоемкости и, соответственно, капитальных и эксплуатационных затрат.

Для получения нафталина с высокой степенью чистоты обычно используют процесс кристаллизации [3,4]. Эффективность очистки нафталина может быть увеличена при использовании комбинированных методов разделения. Так, при сочетании кристаллизации с процессами дистилляции и ректификации повышается выход целевых продуктов, при этом организация рекуперативного теплообмена между входящими и отходящими потоками и использование теплового насоса позволяет существенно снизить удельные энергетические затраты при проведении таких процессов, и повысить их технико-экономические показатели.

#### Литература

1. Беренц А.Д., Воль-Эпштейн А.Б., Мухина Т.Н., Аврех Г.Л. *Переработка жидких продуктов пиролиза.*

М.: Химия, 1985. 216 с.

2. Лехова Г.Б., Харлампович Г.Д., Новикова Е.Б. Выделение нафталина из тяжелой смолы пиролиза // Журн. Хим. пром. 1990. №3. (141) 13. С. 141-142.

3. Зыков Д.Д., Пац Б.М. Нафталин коксохимический. М.: Металлургия, 1981. 222 с.

4. Гельперин Н.И., Носов Г.А. Основы техники фракционной кристаллизации. М.: Химия, 1986. 304 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭРИОНИТНОГО КАТАЛИЗАТОРА НА УСТАНОВКАХ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

**А.А. Михайловский**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Российская Федерация*

## USE OF THE ERIONITNY CATALYST ON CATALYTIC REFORMING UNITS

**A.A. Mikhaylovskiy**

*FSBEI HPE «Kazan National Research Technological University»,  
Kazan, Russian Federation*

В связи с ужесточением экологических требований, содержание бензола в товарных автомобильных бензинах должно быть не более 1 % об. Перспективным способом уменьшения его концентрации является применение эрионитного катализатора (Ni/H-эрионит), с помощью которого можно получать риформат с высоким октановым числом, и при этом с низкой концентрацией ароматических углеводородов, в том числе бензола.

Эрионит относится к кислотостойким цеолитам [1]. Соотношение  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  в разных модификациях изменяется от 6 до 7,4.

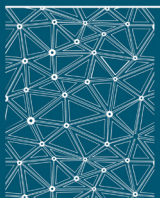
При каталитическом риформинге на платиноэрионитном катализаторе увеличение октанового числа достигается вследствие двух причин: 1) за счёт селективного гидрокрекинга n-алканов, в результате чего октановое число повышается на 3-7 пунктов; 2) вследствие образования метилциклопентана, обладающий высоким октановым числом (ИОЧ 91,3).

Достоинством эрионитного катализатора является невозможность протекания реакций дегидроизомеризации (ароматизации) метилциклопентана, что исключает его из предшественников бензола.

Примером использования эрионитного катализатора является Сургутский ЗСК, в секции риформинга которого эксплуатируется платиноэрионитный катализатор СГ-ЗП-М. На соседней установке риформинга фирмы «Петрофак» используется платинорениевый катализатор КР-108У. Процесс на платиноэрионитном катализаторе выгодно отличается по условиям – большей объёмной скоростью ( $4,5 \text{ час}^{-1}$ , против  $1,7 \text{ час}^{-1}$ ) и более низкой среднеинтегральной температурой ( $446 \text{ }^\circ\text{C}$  против  $471 \text{ }^\circ\text{C}$ ). При этом наблюдается больший выход стабильного риформата (92 % против 85 %) того же качества (ИОЧ 95).

Значительной является разница глубины конверсии метилциклопентана, так на катализаторе КР-108У глубина превращения пятичленных нафтенных выше 80 %, на катализаторе СГ-ЗП-М она менее 50 %, благодаря чему их остаточное содержание в катализате составляет порядка 9 % мас. Также, если при увеличении температуры риформинга на платинорениевом катализаторе увеличение октанового числа происходит в результате дальнейшей ароматизации пятичленных нафтенных и парафиновых углеводородов, то на эрионитном катализаторе главным образом за счёт дополнительного гидрокрекинга низкооктановых n-парафиновых углеводородов [2]. Увеличение рабочего давления процесса ведёт к такому же результату.

Таким образом, применение эрионитного катализатора в процессе каталитического риформинга



может стать эффективным способом уменьшения содержания бензола в автомобильных бензинах.

#### Литература

1. Кельцев Н.В. *Основы адсорбционной техники. 2-е изд., перераб. и доп.* – М., Химия, 1984. – 592 с.
2. А.В. Ишмуллин, М.Ф. Минхайров, В.А. Першин, А.С. Софьин, А.Ю. Вышенцев, В.Б. Марышев. *Реформинг бензинов на платинозрионитном катализаторе. Нефтепереработка и нефтехимия.* – 2007, № 12, с. 10-12.



### ПЕРЕРАБОТКА ДИМЕТИЛФЕНИЛКАРБИНОЛА В РАМКАХ ТЕХНОЛОГИИ СНРО

**Н.Ф. Муртазин, А.В. Опаркин, Э.А. Каралин, Х.Э. Харлампи**

*Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет,  
Казань, Россия*

### PROCESSING OF DIMETHYL PHENYL CARBINOL AS PART OF CHPO TECHNOLOGY

**N.F. Murtazin, A.V. Oparkin, E.A. Karalin, Kh.E. Kharlampidi**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

Одним из современных способов получения оксида пропилена является технология СНРО, включающая переработку диметилфенилкарбинола (ДМФК) в изопропилбензол (ИПБ). Анализ ~ 30 патентных источников (1967-2014 гг.) показал, что этот процесс может быть организован двумя способами: 1) в две стадии – дегидратация ДМФК до  $\alpha$ -метилстирола и последующее его гидрирование до ИПБ (последовательно в двух реакторах с разными катализаторами); 2) в одну стадию – дегидратация и гидрирование совмещены во времени и в пространстве.

В качестве катализатора дегидратации могут быть использованы низкотемпературные формы оксида алюминия, а в качестве катализатора гидрирования контакты на основе металлов 8-12 групп периодической таблицы (медь, никель, кобальт, палладий, платина, цинк, хром и т.д.). Некоторые характеристики и условия эксплуатации заявленных в патентах катализаторов представлены в табл. 1.

Анализ приведённых в патентах примеров показал, что на гидрообработку подаётся раствор ДМФК в ИПБ с концентрацией реагента на уровне ~ 20-25 %-масс., рабочая температура реакции 180-230°C, давление – 1-4 МПа, время пребывания сырья в реакторе – 0,2-0,4 ч<sup>-1</sup>.

Таблица 1 – Характеристики катализаторов гидрирования

Параметр	на основе меди	прочие
Активность в целевой реакции	Средняя	Высокая
Гидрирование ароматического кольца	Не протекает даже при температурах свыше 300°C	В некоторых случаях может идти уже при 150-200°C
Тип реактора	С неподвижным слоем катализатора	
Тепловой режим реактора	Адиабатический, изотермический, политропический	Предпочтительно изотермический

Проведенные нами эксперименты (стендовая установка, реактор вытеснения) показали, что нижняя граница рабочей температуры при гидрогенолизе ДМФК может быть существенно сдвинута в область меньших температур. Как видно из рис. 1, в присутствии цементного никель-медного катализатора реакция протекает с заметной скоростью уже при температуре ~ 120°C.

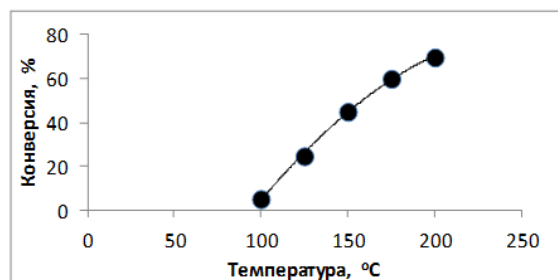


Рис. 1 Влияние температуры на степень превращения ДМФК: сырье – смесь ДМФК (75 % мас.) с ИПБ; Р = 3,0 МПа; время пребывания в реакторе – 0,5 ч<sup>-1</sup>.

Верхняя граница рабочей температуры при использовании катализаторов, активных по отношению к ароматическому кольцу, может быть смещена в область температур свыше 150 - 200°C путём введения в их состав ингибирующих добавок (Патент РФ 2211208, заявитель ПАО Казаньоргсинтез, Харлампиди Х.Э. и др.).

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части государственного задания (ПНИЛ 02.14).



## ГАЗИФИКАЦИЯ КОКСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЖЕЛЕЗООКСИДНЫХ СИСТЕМАХ

И.Р. Набиуллин<sup>1</sup>, Л.Р. Латыпова<sup>2</sup>, М.В. Назаров<sup>2</sup>, Р.Р. Гильмуллин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия

## GASIFICATION OF COKE DEPOSITS ON THE IRON OXIDE SYSTEM'S

I.R. Nabiullin<sup>1</sup>, L.R. Latypova<sup>2</sup>, M.V. Nazarov<sup>2</sup>, R.R. Gilmullin<sup>1</sup>

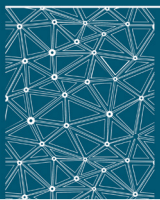
<sup>1</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation

Железооксидные катализаторы нашли широкое применение в реакциях дегидрирования алкилароматических и олефиновых углеводородов. Одной из проблем катализаторов является образование в процессе эксплуатации углеродистых отложений (кокса) на их поверхности [1]. В литературе достаточно широко освещена роль каждого компонента, входящего в состав указанных каталитических систем, на формирование каталитической активности [2]. Однако степень их воздействия на газификацию коксовых отложений отражена недостаточно.

Для оценки роли основных компонентов железооксидного катализатора были проведены исследования в изотермических условиях в присутствии водяного пара. На модельных системах - гематит (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), железо-калий (Fe-K), железо-церий (Fe-Ce), железо-калий-церий (Fe-K-Ce) - оценены каталитические характеристики в сравнении со степенью образования CO<sub>2</sub> – продукта газификация кокса. Было установлено, что на гематите, являющегося основой железооксидного катализатора, активность (ВП), т.е. выход изопрена на пропущенные метилбутены, составляет 23 % масс., селективность (ВР), т.е. выход изопрена на разложенные метилбутены, - 78 % масс. Содержание двуокиси углерода в продукте реакции не превышает 1,6 % масс.

Введение в систему калия улучшает каталитические показатели, особенно селективность реакции, однако, низкое содержание CO<sub>2</sub> в контактном газе указывает на недостаточную активность этого щелочного металла в реакции газификации кокса. В то же время максимальное содержание CO<sub>2</sub> проявляется в системе железо-церий (Fe-Ce), с достижением 3,0 % масс., что свидетельствует о достаточно высокой степени влияния этого элемента на удаление кокса с поверхности катализатора. При этом несколько ниже становится селективность реакции – 78 % масс. Но наиболее оптимальные результаты достигаются на тройной системе железо-калий-церий, как по каталитическим показателям,



так и по газификации кокса.

Полученные результаты представляют интерес в плане модернизации железооксидных каталитических систем и рекомендуются для усовершенствования промышленного катализатора дегидрирования.

Литература

1. Самахов А.А., Зайдман А.М. и др. *Об изменениях активности катализаторов в процессе эксплуатации.* – Новосибирск: Наука, 1976. – 108 с.

2. Пат. РФ RU 02308323 С1. Катализатор для дегидрирования олефиновых и алкилароматических углеводородов / Ашихмин Г.П., Бусыгин В.М., Гильманов Х.Х. и др. – 2006.



**ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМОХИМИИ ДЛЯ СИНТЕЗА МОНОМЕРОВ**

**Н.Н. Набиуллин, Р.З. Фахрутдинов, М.Ф. Шаехов,  
И.Ш. Абдуллин, Н.Л. Солодова, Л.И. Галиев, Э.А. Гиззатуллин**  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань*

**PLASMACHEMISTRY APPLICATION IN MONOMERS SYNTHESIS**

**N.N. Nabiullin, R.Z. Fakhrutdinov, M. F. Shaekhov,  
I.Sh. Abdullin, N.L. Solodova, L.I. Galiev, E.A. Gizzatullin**  
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation*

Существующие методы производства мономеров отличаются энергоемкостью, низким выходом целевого продукта. Это приводит к необходимости создания установок, характеризующихся исключительной металлоемкостью, громоздкостью. Поэтому требуется поиск новых, более эффективных и более компактных способов производства олефинов, основанных на новых принципах воздействия на сырье. На фоне непрерывного роста потребности в нефтехимических продуктах эта проблема имеет чрезвычайно большую актуальность.

Для получения олефинов нами предлагается принципиально новый подход – низкотемпературная плазмообработка сырья.

Существует несколько разновидностей плазмы: высокотемпературная, низкотемпературная, неравновесная и равновесная [1]. В данной работе речь идет о низкотемпературной неравновесной плазме, в которой температура среды остается на уровне 80-150 °С.

Диссоциация молекул происходит в результате возбуждения молекул направленным воздействием на них потока электронов, создаваемых плазмой.

Теоретическое рассмотрение поведения низкомолекулярных углеводородов в условиях возникновения низкотемпературной плазмы позволяет заключить об энергетически выгодной позиции превращенных форм сырья.

Для проведения исследований нами были разработаны лабораторный (для обработки нефти и нефтепродуктов), а затем и опытно-промышленный (для жидкого и газообразного углеводородного сырья) варианты плазмотронов.

В работе плазма инициировалась с помощью генератора, в качестве плазмообразующего газа выступал аргон. Плазма возникала во всем реакционном объеме. В ходе экспериментов прекращалась подача аргона и плазмообразующей средой становилась сама углеводородная среда. В плазмотроне поддерживалось атмосферное давление.

В этом аппарате воздействию низкотемпературной плазмы подвергались углеводородные газы. В



качестве сырья использовали пропан-бутановую фракцию. Исследования показали, что в условиях возникновения низкотемпературной плазмы наблюдалось превращение сырья до различной глубины в зависимости от установленных параметров обработки. Температура газового потока, покидающего плазмотрон, не превышала 100 °С. В зависимости от условий проведения процесса выход этилена колебался в широких пределах – от 3,51 до 43,47 % масс., пропилена – от 1,07 до 14,13 % масс. в расчете на исходное углеводородное сырье.

Таким образом, низкотемпературная плазма может быть предложена в качестве целевого процесса для синтеза низкомолекулярных олефинов.

#### Литература

1. Князев Б. А. *Низкотемпературная плазма и газовый разряд*. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2003. 290с.

### РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО КАТАЛИЗАТОРА ГИДРИРОВАНИЯ АЦЕТИЛЕНА В ЭТАН-ЭТИЛЕНОВОЙ ФРАКЦИИ

**М.В. Назаров, И.Р. Ильясов, А.А. Ламберов**

*ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия*

### DEVELOPMENT OF DOMESTIC CATALYST FOR ACETYLENE HYDROGENATION IN ETHANE-ETHYLENE FRACTION

**M.V. Nazarov, I.R. Ilyasov, A.A. Lamberov**

*Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia*

Процесс каталитического гидрирования ацетиленовых углеводородов в составе этиленовых смесей предназначен для получения высокочистого этилена и его дальнейшей полимеризации. Примеси ацетиленовых смесей приводят к отравлению катализатора полимеризации, что обуславливает жесткие требования по его концентрации в этиленовом сырье ( $\leq 10$  ppm).

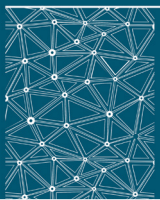
Для увеличения селективности гидрирования ацетиленовых смесей использован промотор, влияющий на электронные и геометрические свойства атомов палладия, что позволяет минимизировать сильное взаимодействие металл-носитель и уменьшить количество крупных частиц палладия.

Выявлено, что промотирование Pd/ $\delta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализатора Со приводит к образованию сплава Pd-Со и уменьшению количества активных центров, обусловленных крупными кластерами и мелкими электронно-дефицитными частицами палладия, что приводит к росту селективности по этилену; оптимальные эксплуатационные характеристики отмечаются для образца с содержанием палладия 0,03 % масс, с мольным соотношением палладия к промотору 1,0:5,0; в этом случае достигается 100 % конверсия ацетиленовых смесей с селективностью по этилену 68,2 %. Расчетный межрегенерационный период работы катализатора составляет более 12 месяцев.

Недостатками традиционных алюмопалладиевых катализаторов гидрирования ацетиленовых смесей являются:

1. Неудовлетворительный теплоперенос в процессе реакции и окислительной регенерации катализатора;
2. Неравномерная порозность катализаторного слоя, снижающая эффективность работы катализатора;
3. Протекание побочных реакций глубокого гидрирования ацетиленовых смесей и этилена до этана и олигомеризация ненасыщенных молекул углеводородов.

Одним из путей решения вышеперечисленных недостатков является использование в качестве подложки катализатора высокопористого проницаемого материала (ВПЯМ), который представляет собой крупные ячейки металла, покрытые тонким слоем оксида алюминия.



Экспериментально доказано, что различная плотность упаковки и ориентация первичных кристаллитов  $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$  обуславливают отличные кислотные свойства поверхности двух систем: традиционной и комбинированной. Для носителя ( $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$ /ВПЯМ) характерно более низкое содержание сильных кислотных центров и общей кислотности соответственно. Использование в качестве носителя  $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$ /ВПЯМ для синтеза катализаторов обеспечивает формирование более однородного распределения по размеру и электронному состоянию частиц Pd, что обуславливает более высокую селективность превращения ацетилена в этилен, по сравнению с образцами на традиционном  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭПОКСИДИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**А.И. Насыров, Е.М. Петрова, Д.Г. Милославский, Р.А. Ахмедьянова**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Российская Федерация*

### THE IMPROVEMENT OF THE EFFECTIVENESS OF EPOXIDATION OF VEGETABLE OILS WITH ULTRASONIC POWER

**A.I. Nasyrov, E.M. Petrova, D.G. Miloslavsky, R.A. Akhmed'yanova**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation*

При переработке и длительном хранении галогенсодержащих полимеров выделяются весьма опасные промышленные яды - галогеноводороды. Поэтому для безопасного использования таких полимеров в них вводят пластификаторы-стабилизаторы – эпоксицированные растительные масла [1,2].

В настоящее время эпоксицирование растительных масел в промышленности осуществляют надкислотным методом, основные ее недостатки – это высочайшая опасность работы с надкислотами, вследствие их неустойчивости и чрезвычайная коррозия оборудования.

На кафедре ТСК КНИТУ разработан метод эпоксицирования растительных масел пероксидом водорода в условиях межфазного катализатора на пероксофосфатовольфраматной каталитической системе. Отличительной особенностью данного процесса является ведение процесса в менее коррозионно-активной и более щадящей по отношению к эпоксидсодержащим продуктам среде, образование меньшего количества побочных продуктов [3-5].

Эпоксицирование протекает в двухфазной системе. Важным параметром, определяющим эффективность протекания реакции, является создание развитой поверхности контакта фаз. Одним из способов интенсификации подобных процессов является использование ультразвуковых воздействий (УЗВ). В качестве источника ультразвука использовали 2 типа ультразвуковых устройств: погружной ультразвуковой диспергатор «Волна» модель УЗТА-0,4/22-0М (Частота механических колебаний -  $22 \pm 1,65$ , диапазон регулирования мощности – 30-100%) и ультразвуковая волна «Сапфир» (Рабочая частота – 35 кГц, Мощность – 100 Вт).

В результате проведенных исследований установлено, что УЗВ позволяет значительно повысить скорость реакции эпоксицирования и эпоксидное число получаемого целевого продукта.

Установлено, что использование погружного УЗ диспергатора более эффективно. увеличивает конверсию двойных связей на 9,8 %, а УЗ ванна – на 1,9%. Используя УЗВ, удалось повысить степень эпоксицирования соевого масла с 83,2 до 89,1 %, при этом время реакции сократилось с 5 часов до 2 часов. К тому же, применение УЗВ позволяет быстро разделить реакционные массы более полно, представляющие собой стойкую эмульсию.

#### Литература

1. *Epoxidized triglycerides as renewable monomers in photoinitiated cationic polymerization / J.V. Crivello, R.*

Narayan // *Chem. Mater.*, 1992. – Vol. 4. – Iss. 3. – PP. 692-699.

2. Quaternary Ammonium Tetris(diperoxotungsto)phos-phates(3-) as a New Class of Catalysts for Efficient Alkene Epoxidation with Hydrogen Peroxide / C. Venturello, R. D'Aloisio // *J. Org. Chem.* –1988. – vol. 53. – issue 7. – PP. 1553-1557.

3. Эпоксидирование растительных масел пероксидом водорода в присутствии вольфрамата натрия и четвертичных аммониевых солей: дис. ...канд. тех. наук / А.Г. Милославский. – Казань, 2008. – 139 с.

4. Закономерности эпоксидирования рапсового масла пероксидом водорода в присутствии вольфрамата натрия и четвертичных аммониевых солей / А.Г. Милославский, Д.Г. Милославский, А.И. Ефремов, Р.А. Ахмедьянова, А.Г. Лиакумович // *Нефтепереработка и нефтехимия*, 2007. – №7. – С. 42-46.

5. Освоение опытно-промышленного производства эпоксидированного растительного масла / Д.Г. Милославский, А.П. Рахматуллина, Р.А. Ахмедьянова, Р.М. Халяпов, А.Г. Лиакумович // *Вестник Казанского технологического университета*, 2011. – №5. – С. 138-142.

## РАЗЛОЖЕНИЕ ГИДРОПЕРОКСИДА КУМИЛА В ПРИСУТСТВИИ ГОМОГЕННОГО МОЛИБДЕНОВОГО КАТАЛИЗАТОРА

Н.М. Нуруллина, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампиدي

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия

## CUMENE HYDROPEROXIDE DECOMPOSITION IN THE PRESENCE OF HOMOGENEOUS MOLYBDENUM CATALYST

N.M. Nurullina, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi

Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia

Одной из основных побочных реакций эпоксидирования олефинов гидропероксидами, снижающих селективность образования окиси, является каталитический распад гидропероксида.

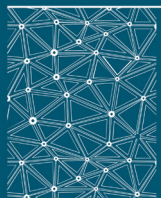
Для определения доли неселективного распада гидропероксида была исследована кинетика разложения гидропероксида кумила (ГПК) в присутствии гомогенного молибденового катализатора.

Закономерности каталитического распада ГПК изучали ампульным методом в атмосфере азота в температурном интервале 90–110 °С, за концентрацией ГПК следили иодометрически.

Зависимость начальной скорости распада ГПК от его концентрации имеет предельный характер, следовательно, распаду гидропероксида предшествует образование комплекса ГПК–катализатор состава 2:1 мольн.

Методом Лайнуивера–Берка (линеаризация уравнения Михаэлиса–Ментен) определены кинетические параметры брутто-распада. Получены термодинамические характеристики образования и активационные параметры распада комплекса.

Исследовательская работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части (ПНИЛ 02.14).



## КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛОВ II ГРУППЫ В РЕАКЦИЯХ РАЗЛОЖЕНИЯ ГИДРОПЕРОКСИДА ТРЕТИЧНОГО БУТИЛА

**Н.М. Нуруллина, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампиدي**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

## CATALYTIC ACTIVITY OF GROUP II METAL COMPOUNDS IN THE TERT-BUTYL HYDROPEROXIDE DECOMPOSITION

**N.M. Nurullina, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Высокоэффективными катализаторами «мягкого» инициирования процессов окисления углеводородов являются соединения металлов II группы Периодической системы элементов.

С целью определения влияния соединений непереходных металлов на ход процесса была исследована кинетика разложения гидропероксида третичного бутила (ГПТБ) в присутствии комплексов краун-эфира дибензо-18-краун-6 (DBC) с хлоридами кальция, стронция, бария.

Закономерности каталитического разложения ГПТБ в хлорбензоле изучали ампульным методом при  $[ГПТБ]_0 = 0-2.0$  моль/л в температурном интервале 90–120°C. Каталитическую активность синтезированных соединений оценивали по скорости разложения ГПТБ.

Установлено, что все исследуемые соединения ускоряют распад гидропероксида третичного бутила. Каталитический эффект уменьшается в ряду  $SrCl_2 \cdot DBC > CaCl_2 \cdot DBC > BaCl_2 \cdot DBC$ .

Разложение гидропероксида третичного бутила протекает через образование промежуточного комплекса гидропероксида с катализатором. Кинетическим признаком образования данного комплекса служит предельный вид зависимостей скорости распада ГПТБ от его начальной концентрации.

Кинетические параметры брутто-распада определены методом Вульфа-Хейнса (линеаризация уравнения Михаэлиса-Ментен), термодинамические характеристики образования и распада комплекса получены по уравнению Вант-Гоффа.

Исследовательская работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части (ПНИЛ 02.14).



## КИНЕТИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И РЕСУРСНЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАТАЛИЗАТОРА В РЕАКТОРЕ ВЫТЕСНЕНИЯ С НЕПОДВИЖНЫМ СЛОЕМ

А.В. Опаркин<sup>1</sup>, Э.А. Каралин<sup>1</sup>, С.Б. Павлов<sup>1</sup>, Н.Ф. Муртазин<sup>1</sup>, Д.М. Аппакова<sup>2</sup>,  
Д.В. Ксенофонтов<sup>1</sup>, Н.П. Мирошкин<sup>1</sup>, Х.Э. Харлампиدي<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Россия

<sup>2</sup> ОАО «ТАНЕКО», г. Нижнекамск, Россия

## KINETIC EXPERIMENT AND CATALYST LIFE TEST IN FIXED BED DISPLACEMENT REACTOR

A.V. Oparkin<sup>1</sup>, E.A. Karalin<sup>1</sup>, S.B. Pavlov<sup>1</sup>, N.F. Murtazin<sup>1</sup>, D.M. Appakova<sup>2</sup>,  
D.V. Ksenofontov<sup>1</sup>, N.P. Miroshkin<sup>1</sup>, Kh.E. Kharlampidi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia;

<sup>2</sup> JSC «Taneco», Nizhnekamsk, Russia

Прогнозировать изменение физико-химических свойств нового катализатора на длительный период его работы в неподвижном слое по результатам кратковременных лабораторных экспериментов крайне сложно. Более надежные результаты дают испытания в условиях, максимально приближенных к условиям промышленного процесса по составу сырья, температуре, давлению и длительности, соизмеримой с регламентным сроком работы катализатора. Важным моментом при планировании ресурсных испытаний катализатора является выбор конструкции пилотного реактора, так как от этого во многом зависит возможность масштабного перехода от стендового реактора к реактору, который обеспечит необходимую производительность технологического процесса.

Исходя из нашего опыта, при организации длительных испытаний гетерогенных катализаторов неподвижного слоя оптимальным является использование установки на базе единичного реактора с возможностью полной рециркуляции жидкого потока (рис. 1). Высота слоя катализатора в реакторе P1 обеспечивает низкий градиент концентраций по аппарату. Анализ состава реакционной смеси, поступающей из P1 в E9 (вентиль B1 открыт, вентили B2 и B3 закрыты), дает информацию об изменении активности катализатора во времени. В режиме рециркуляции (вентиль B1 закрыт; поток, выходящий из P1, поступает в E10 или E11, которые выступают в роли питающих на  $i$  и  $i+1$  стадиях рецикла) достигается глубокая степень превращения реагента.

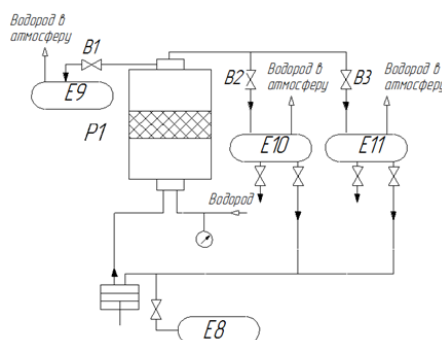
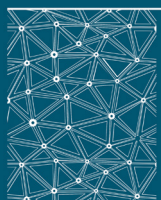


Рис. 1 – Схема реактора с полным рециклом

С использованием такой установки нами была изучена кинетика реакции гидрирования ацетофенона (АЦФ) до метилфенилкарбинола (МФК) на скелетном медном катализаторе НТК-11 с учетом его дезактивации в течение ~1000-часового пробега. Для оценки возможности применения данного катализатора в промышленном процессе рассчитан контактный узел гидрирования на базе адиабатического реактора (программный комплекс Mathcad 14).

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части государственного задания (ПНИЛ 02.14).

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ СИСТЕМ  
СОЗДАНИЯ ВАКУУМА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ****Э.В. Осипов<sup>1</sup>, Э.Ш. Теляков<sup>1</sup>, Р.М. Латыпов<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ОАО «ТАИФ-НК», г. Нижнекамск, РФ<sup>2</sup> Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, РФ**IMPROVEMENT OF DESIGN OF SYSTEMS FOR VACUUM  
GENERATION IN TECHNOLOGICAL UNITS****E.V. Osipov<sup>1</sup>, E.Sh. Telyakov<sup>1</sup>, R.M. Latypov<sup>2</sup>**<sup>1</sup> PSC «TAIF-NK», Nizhnekamsk, Russian Federation<sup>2</sup> Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

На сегодняшний день в качестве систем создания вакуума (ВСС) в технологических установках химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств наибольшее распространение получили ВСС на базе парозежекторных насосов (ПЭН). Однако системы данного типа обладают целым рядом недостатков, основным из которых является использование в качестве рабочего тела высокопотенциального водяного пара.

Современные ВСС на базе вакуумного гидроциркуляционного агрегата (ВГЦА) лишены этого недостатка, однако характеризуются высоким потреблением электричества. ВСС на базе жидкостно-кольцевого насоса (ЖКВН) являются наиболее оптимальным типом ВСС, однако его использование не всегда возможно ввиду недостатка производительности современных серийно выпускающихся ЖКВН.

Наиболее оптимальным типом ВСС для технологических установок является комбинированные ВСС на базе ПЭН и ЖКВН, в которых предварительное сжатие откачиваемой смеси осуществляется в паровом эжекторе, рабочее тело которого конденсируется в конденсаторе, а основное дожатие происходит в ЖКВН, куда в качестве рабочего тела подается дистиллятный продукт из технологического объекта. В таблице 1 представлено сопоставление различных типов ВСС по эксплуатационным затратам (на примере ВСС колонны разделения мазута).

Таблица 1 – Сопоставление различных ВСС

Показатель	Размерность	Тип ВСС		
		1	2	3
Расход ПГС	кг/час	376	376	376
Давление всасывания	мм рт. Нг	25	25	25
Расход электроэнергии	кВт-ч	15	429	120
Расход водяного пара (P=1 МПа, T=200 °С)	кг/час	1725	0	504
	Гкал/час	1,165	0,000	0,340
Расход оборотной воды (требуемый теплосъем)	м <sup>3</sup> /час	150	170	140
	Гкал	1,5	1,69	0,288
Пар	руб/гкал	650		
Оборотная вода	руб/гкал	460		
Электричество	руб/гкал	3,39		
Пар	руб/час	757	0	221
Оборотная вода	руб/час	690	778	132
Электричество	руб/час	52	1454	407
Суммарные затраты	руб/час	1499	2231	760
% от ПЭН	%	100%	149%	51%

В таблице: 1 – ПЭН; 2 – ВГЦА; 3 – комбинированная ВСС. Исходя из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод о том, что при использовании системы 3 эксплуатационные затраты снижаются в 2 раза. Это связано с тем, что значительную роль на общее энергопотребление влияют затраты на охлаждающую воду и требуемый теплосъем (то количество тепла, на которое нагревается охлаждающая вода), так как ВСС потребляет мало пара и электричества и охлаждающая вода нагревается меньше.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ  
ВАКУУМА НА СТЕПЕНЬ КОНВЕРСИИ И СЕЛЕКТИВНОСТИ  
ПРИ ДЕГИДРИРОВАНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ**

**С.И. Поникаров, А.А. Назаров, Д.Н. Первов**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический  
университет», г. Казань, Россия*

**THE EXPERIMENTAL UNIT FOR STUDY OF THE INFLUENCE  
OF VACUUM ON THE DEGREE OF CONVERSION AND SELECTIVITY IN THE  
DEHYDROGENATION OF HYDROCARBONS**

**S.I. Ponikarov, A.A. Nazarov, D.N. Pervov**

*Kazan National Research Technological University, Kazan,  
Russian Federation*

В настоящее время на производстве процесс дегидрирования низших углеводородов проводят в присутствии водяного пара, что вызвано необходимостью снижения парциального давления исходных продуктов [1]. На базе кафедры МАХП ФГБОУ ВПО КНИТУ создана экспериментальная установка для проведения исследований процессов дегидрирования низших углеводородов под вакуумом. Экспериментальная установка позволяет понизить давление исходных продуктов без применения подачи водяного пара, что позволяет исключить из технологической цепочки дорогостоящее и сложное теплотехническое оборудование, снизив стоимость производства, а также увеличить степень конверсии исходного сырья в конечный продукт [2].

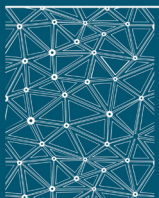
Поскольку селективность и степень конверсии процесса зависят от катализатора, условий проведения процесса: температуры и давления в реакционной зоне, концентрации реагентов, времени пребывания реагентов в зоне реакции и других параметров, то путем комбинации различных значений вышеуказанных параметров, осуществляется выбор значений, позволяющих достигнуть максимальной селективности и степени конверсии процесса.

Исходным веществом для дегидрирования в экспериментальной установке предполагается использовать нормальный бутан. Эксперимент проводят при различных сочетаниях давлений в реакционной зоне в диапазонах от 0,1 атм. до 0,5 атм. с шагом 0,05 атм. и температуры в реакционной зоне в диапазонах от 450°C до 650°C с шагом 50°C, которые определяются в процессе эксперимента расчетным путем в зависимости от температуры нагрева стенок реактора и нагревательной камеры.

Литература

1. Назаров А.А. Вакуумное дегидрирование / А.А. Назаров // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2012. – № 2. – С. 25.

2. Ахмадиев А.Л. Математическая модель нагрева реакционной смеси в процессе вакуумного дегидрирования углеводородов. / А.Л. Ахмадиев, В.П. Матвеев, А.А. Назаров, А.И. Гиниятуллин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2012. – № 10. – С. 22-23.

**ГЛИКОЛЕВЫЙ КАТАЛИЗАТОР ПРОЦЕССА ЭПОКСИДИРОВАНИЯ ОЛЕФИНОВ****Т.Л. Пучкова, С.Н. Тунцева***ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Россия***GLYCOL'S CATALYST FOR PROCESS EPOXIDATIONS OF OLEFINS****T. L. Puchkova, S.N. Tountseva***FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia*

В целях расширения сырьевой базы для получения катализаторов эпексидирования олефинов исследована возможность синтеза молибденового катализатора на основе парамолибдата аммония  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , квалификации «хч» и пропиленгликоля марки «В» производства ОАО «Нижнекамскнефтехим» с содержанием воды – 0,97% мас.

Катализатор получали путем растворения парамолибдата аммония (ПМА) в пропиленгликоле (ПГ) при нагревании. Растворение проводили в круглодонной трехгорлой колбе на 150 мл, снабженной обратным холодильником, термометром, мешалкой и барботером для продувки реакционной смеси воздухом. Смесь реагентов нагревали и выдерживали при заданной температуре в течение 60 минут. Полученный раствор охлаждали и анализировали на содержание молибдена путем титрования метаванадатом аммония.

В ходе исследования определялось влияние температуры, мольного соотношения Мо:ПГ и продолжительности синтеза на полноту растворения ПМА и эффективность применения гликолевого раствора парамолибдата аммония как катализатора эпексидирования олефинов.

Экспериментом установлено, что при температурах ниже 90°C существенно снижается скорость растворения ПМА, а повышение температуры сверх 100°C (до 140°C) дает незначительный прирост скорости растворения и приводит к окрашиванию растворов в коричневый цвет. Коричневый цвет растворов может свидетельствовать о протекании в указанной системе при повышенных температурах окислительно-восстановительных процессов с участием кислородсодержащего растворителя.

Оптимальное мольное соотношение Мо:ПГ находится в пределах от 1:25 до 1:60. При данном соотношении компонентов концентрация молибдена в гликолевом растворе составляет 2-6 % мас.

Каталитические свойства гликолевых растворов молибдена изучались на примере модельной реакции эпексидирования октена-1 гидропероксидом этилбензола (ГПЭБ). Результаты эпексидирования приведены в таблице.

Таблица 1 - Результаты эпексидирования октена-1 в присутствии гликолевых растворов молибдена ( $T=110^\circ\text{C}$ ,  $\tau=1,5$  часа, [ГПЭБ]:[олефин]=1:6, [кат]= $5 \cdot 10^{-4}$  г-ат Мо/моль ГПЭБ)

Катализатор	[Mo] в катализаторе, % мас.	$\alpha$ ГПЭБ, %	S, %	Выход оксида октена-1 на по- данный ГПЭБ, %
Гликолевый	5,8	90,1	76,9	74,2
	4,7	96,0	72,1	74,8
	3,8	96,4	71,1	73,7
КМК	2,2	95,1	72,4	74,4
	0,85	97,1	68,0	71,4
	0,45	96,4	69,6	72,5

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод, что растворы парамолибдата аммония в пропиленгликоле с концентрацией молибдена в пределах 2-6% проявляют высокую активность в процессе эпексидирования октена-1 и не уступают по технологическим показателям комплексному молибденовому катализатору.



### **ПОЛУЧЕНИЕ ЦИКЛОКАРБОНАТОВ ГЛИЦЕРОЛИЗОМ МОЧЕВИНЫ**

**Н.В. Савин, Д.Р. Алекбаев, А.Я. Самуилов, Я.Д. Самуилов**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Российская Федерация*

### **CYCLIC CARBONATES FORMATION FROM GLYCEROL AND UREA**

**N.V. Savin, D.R. Alekbaev, A.Ya. Samuilov, Ya.D. Samuilov**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation*

В настоящее время не только в России, но и во всем мире существует большая потребность в циклических карбонатах. Сфера использования циклокарбонатов весьма широка и используется не только в химической и пищевой промышленности, но и в автомобилестроении, а также в современных литий и литий-ионных аккумуляторах.

Исторически сложившаяся технология получения циклокарбонатов основана на использовании фосгена, который в свою очередь является крайне ядовитым химическим соединением с удушающим действием. Технологии, работающие с использованием фосгена нельзя относить к экологически безопасным производствам. Более привлекательными в экологическом, а также в экономическом аспектах являются технологии получения циклических карбонатов из мочевины.

Целью нашей работы является разработка технологии производства глицеролкарбоната с использованием модифицированных цеолитных катализаторов. Преимуществом нашей работы является то, что сырьевая база для получения глицеролкарбоната основана на использовании экологически безопасных реагентов – мочевины и глицерина.

В результате проделанной работы были получены образцы глицеролкарбоната, которые анализировались методами газовой хроматографии на приборе «Кристаллюкс-4000М», ИК-спектрии на ИК-спектрометре «Thermo Scientific Nicolet iS-10». Проведенный анализ показал выход целевого продукта 86%.



### **РЕГЕНЕРАЦИЯ ПАЛЛАДИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА LD-265 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДНЫХ СРЕД**

**К.А. Сагдеев, Т.М. Галимов, А.А. Сагдеев**

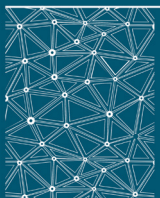
*Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ»,  
г. Нижнекамск*

### **THE REGENERATION OF PALLADIUM CATALYSTS LD-265 USING SUPERCRITICAL FLUID SUBSTANCE**

**K.A. Sagdeev, T.M. Galimov, A.A. Sagdeev**

*Nizhnekamsk Chemical Technological Institute (branch institute) of the Kazan National  
Research Technological University, Nizhnekamsk, Russian Federation*

Повышение экологических и технико-экономических требований к процессам нефтехимии и нефтепереработки обосновывает поиск способов снижения негативного воздействия на окружающую среду. Одним из таких способов является увеличение межрегенерационного пробега, общего срока службы катализаторов, совершенствование применяемых способов, а также поиск новых способов регенерации.



Пиролизный бензин, получаемый на ПАО «Нижнекамскнефтехим», содержит значительное количество непредельных углеводородов и требует специальной очистки. Первая стадия очистки заключается в селективном гидрировании диеновых углеводородов на палладиевом катализаторе LD-265.

Кроме целевой реакции гидрирования на катализаторе протекают побочные реакции олигомеризации непредельных углеводородов. Образующиеся олигомеры дезактивируют катализатор, снижая его активность [1].

В промышленных условиях активность катализатора восстанавливают окислительной регенерацией. Однако после каждой регенерации межрегенерационный период катализатора уменьшается. Жесткие условия проведения окислительной регенерации приводят к изменению структуры, состава и пористости катализатора.

Исследования сверхкритической флюидной экстракционной (СКФЭ) регенерации палладиевого катализатора LD-265 проведены при температуре 423 К и давлении 20 МПа.

С целью повышения растворяющей способности  $\text{CO}_2$  изучено влияние различных полярных добавок и определена их оптимальная концентрация. Проведенный термогравиметрический и дифференциально термический анализ свидетельствует о более эффективном удалении продуктов уплотнения при использовании полярного соразтворителя.

Оценка активности образцов палладиевого катализатора LD-265 проведена по остаточному значению диенового и бромного чисел в гидрогенизате. Сравнительный анализ результатов гидрирования БТК-фракций, полученных на образцах катализатора после паровоздушной обработки, регенерации чистым СК- $\text{CO}_2$  и модифицированными 6% масс. ДМСО и этанола показал, что требуемой активностью (не более 2 г  $\text{J}_2/100$  г.) обладают лишь образцы, прошедшие СКФЭ регенерацию с использованием модификаторов.

#### Литература

1. Сагдеев, К.А. Регенерация алюмопалладиевого катализатора реакции гидрирования с использованием сверхкритического флюидного  $\text{CO}_2$ -экстракционного процесса / К.А. Сагдеев, М.Р. Хазипов, А.Т. Галимова [и др.] // Катализ в промышленности. – 2015. №6 (Т.15) 2015 С. 6-13.



### ПЛОТНОМЕР ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Д.И. Сагдеев, М.Г. Фомина, А.Х. Садыков, В.А. Аляев**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия*

### DENSIMETER for PETROCHEMICALS

**D.I. Sagdeev, M.G. Fomina, A.Kh. Sadykov, V.A. Alyaev**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation*

Плотность, наряду с другими коэффициентами (вязкости, диффузии и теплопроводности) явлений переноса, является важнейшей структурно-механической характеристикой материала, определяющей его технологические, эксплуатационные и потребительские свойства. Плотность является практически важной теплофизической характеристикой свойств в различных технологических процессах при нефтедобыче, в нефтехимии, биохимии, пищевой, косметической, лакокрасочной и других отраслях промышленности [1].

Неудовлетворительное состояние отечественного приборостроения и фантастические цены на высокоточное зарубежное оборудование, недоступное даже для промышленных предприятий, вынуждает ученых самих разрабатывать и изготавливать необходимые для научной работы приборы и экспериментальные установки для исследования плотности нефтепродуктов.

Нами был спроектирован и изготовлен плотномер, работающий по методу гидростатического взвешивания, на базе электронных весов марки «METTLER PM600». Проектирование реализовано в программном продукте Autodesk Inventor Professional 2015. Нами был подготовлен полный комплект чертежей плотномера, по которым были изготовлены детали и произведена сборка измерительного прибора. Плотномер имеет центрирующую и термостатирующую системы, что позволяет повысить точность получаемых результатов при малом времени единичного измерения [2].

Плотномер для нефтепродуктов работает по методу гидростатического взвешивания. Данный метод основан на законе Архимеда – на погруженное в жидкость тело действует выталкивающая сила, пропорциональная плотности жидкости, что позволяет в результате взвешивания в жидкости тела с известным объемом найти массу жидкости в объеме тела, а отсюда – плотность как ньютоновской жидкости, так и неньютоновской среды – нефти и нефтепродуктов.

По проделанной работе можно сделать вывод. Плотномер для нефтепродуктов изготовлен и модернизируется для научно-исследовательских работ по измерению коэффициента динамической вязкости [3] как ньютоновских, так и неньютоновских жидкостей.

#### Литература

1. Кивилис С.С. Плотномеры. – М.: Энергия, 1980. 280 с.
2. Набиуллина Р.Р., Котомкин Д.О., Садыков А.Х., Сагдеев Д.И. Плотномер для жидкостей. Материалы Четвертой Всероссийской студенческой научно-технической конференции «Интенсификация тепло- массообменных процессов, промышленная безопасность и экология» г.Казань, Республика Татарстан. Россия, 16-18 декабря 2015, с.89-90.
3. Котомкин Д.О., Набиуллина Р.Р., Хамидуллин Р.Н., Садыков А.Х., Сагдеев Д.И. Модернизация реовискозиметра для жидкостей. Материалы Четвертой Всероссийской студенческой научно-технической конференции «Интенсификация тепло- массообменных процессов, промышленная безопасность и экология» г.Казань, Республика Татарстан. Россия, 16-18 декабря 2015, с.85-87.

## МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ «СОСТАВ-СВОЙСТВО» ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СИСТЕМ

Д.И. Сагдеев, М.Г. Фомина, Е.С. Воробьев, В.А.Аляев

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия

## THE CONSTRUCTION METHOD OF MODEL FUNCTIONS "COMPOSITION - PROPERTY" FOR MULTICOMPONENT HYDROCARBON MIXTURES

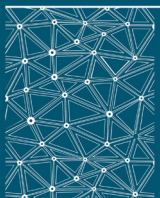
D.I.Sagdeev, M.G.Fomina, E.S.Vorobyev, V.A.Alyayev

Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation

Для проведения различных исследований или создания моделей процессов возникают задачи построения зависимостей различных свойств многокомпонентных систем от их состава. В основе метода лежат планы «состав-свойство» [1], их решения реализованы с использованием программ, описанных в [2]. Решение таких задач показано в [3] на примере построения зависимости вязкости от состава для трехкомпонентной смеси моно-, ди- и триэтилен гликолей, температуры и давления.

Предполагаем, что зависимость плотности от температуры может быть описана полиномом второго порядка у которого найденные коэффициенты зависят от состава смеси. Зависимость плотности от давления описывается известным уравнением состояния Тэйта, в котором  $\rho_0$  определяем по зависимости в виде полинома, а остальные коэффициенты зависят от состава смеси.

На первом этапе исследования проводится эксперимент по схеме «состав-свойство» для выбора



оптимальной модели при нормальном давлении, как показано в [3], где в основе задачи выбрана 5 модель по [1]. Далее проводятся эксперименты на данной модели для различных температур и давлений. Потом на основании полученных данных строим общее уравнение и начинаем подбирать неизвестные коэффициенты. Все решения реализуем в среде MS Excel с использованием надстройки MS Excel «Поиск решения» для подбора оптимальных значений коэффициентов. Подробно методика поиска неизвестных коэффициентов в среде MS Excel описана в [4].

Данный подход позволяет строить любые зависимости типа «состав-свойство» на основании предлагаемых в литературе моделей, как показано в [5] для вязкости. При получении результатов с низкой точностью надо будет повышать степень модели состав-свойство и подбирать другие вспомогательные уравнения на основании имеющихся экспериментальных данных.

#### Литература

1. Ахназарова, С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров — М.: Высшая школа, 1978. 319 с.
2. Муртазин Н.Ф., Ю. В., Воробьев Е. С., Воробьева Ф.И., Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 11. С. 121-124;
3. Сагдеев Д.И., Фомина М.Г., Мухамедзянов Г.Х., Абдулагатов И.М. Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 19. С. 37-39.
4. Воробьев Е. С., Воробьева Ф. И., Моделирование химико-технологических процессов реализация решений в среды Microsoft Excel. Статистические расчеты и обработка эксперимента /Мин. образ. и науки России, Каз. нац. иссл. технол. ун-т – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 111 с.
5. Сагдеев Д.И., Фомина М.Г., Мухамедзянов Г.Х., Абдулагатов И.М. Бутлеровские сообщения. 2015. т.42. №5, с.133-138.



## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ВЫХОД ПРОДУКТА В ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА

**А.В. Садыков**

*Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»*

## INFLUENCE OF REGIME PARAMETERS ON THE PRODUCT YIELD IN THE TUBULAR FURNACE OF HYDROGEN PRODUCTION

**A.V. Sadykov**

*Nizhnekamsk Institute of Chemical Technology (Branch) of VPO  
"Kazan National Research Technological University"*

Технико-экономические показатели работы трубчатых печей во время эксплуатации зависят от соблюдения проектных характеристик состава сырья, топлива на горение, коэффициента избытка воздуха и других параметров. С целью экономичного расхода топлива горелки должны работать с оптимальным коэффициентом избытка воздуха  $\alpha=1,05\div 1,1$ . Однако в процессе эксплуатации из-за неправильной регулировки может происходить подсос излишнего воздуха через горелки, что в свою очередь влияет на тепловые характеристики.

Исследования проводились на примере трубчатой печи парового риформинга с верхним расположением горелок. Она состоит из трех радиантных секций, образованных двумя рядами вертикально расположенных реакционных труб и боковыми стенами печи. Размеры печи: высота – 14 м, ширина – 6 м, длина – 15 м. На своде радиантной камеры симметрично относительно трубчатых экранов расположены 42 горелки – 3 ряда по 14 горелок. Подогретая реакционная смесь природного газа и водяного

пара подается сверху в реакционные трубы.

Тепловой расчет топочной камеры печи риформинга основан на совместном решении внешней и внутренней задач. Для расчета сопряженного теплообмена использована методика, изложенная в [1].

В проведенных исследованиях коэффициент избытка воздуха  $\alpha$  меняется от 0,9 до 1,25 с шагом 0,05. При каждом значении  $\alpha$  совместно решаются внешняя и внутренняя задачи. В расчетах исходные данные для внутренней задачи следующие: давление и температура ПГС на входе в реактор 3,0 МПа и 478°C соответственно; объемное отношение пар: газ 3,5:1; расход ПГС 211 кг/ч (на одну трубу); длина реакционной зоны трубы  $L = 15,4$  м. Внутри реакционной трубы насыпан никелевый катализатор марки Katalco.

Проведенные расчеты показали, что максимальный выход водорода и наибольшая степень конверсии наблюдаются при  $\alpha = 1,05$  (см. таблицу).

Таблица - Влияние  $\alpha$  на степень конверсии и выход  $H_2$

Параметр $\alpha$	Степень конверсии (%)	$H_2$ , в объемных долях (%)
0,90	48,61	64,26
0,95	49,96	64,81
1,0	51,08	65,26
1,05	51,76	65,52
1,10	51,17	65,29
1,15	50,86	65,17
1,20	50,13	64,88
1,25	49,49	64,62

#### Литература

1. Садыков А.В. Методика расчета сопряженного теплообмена в трубчатой печи производства водорода в рамках дифференциального метода // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2013. №7-8. С.3-11.



## КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТЫХ ПОЛИЭФИРОВ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО СПЕКТРОМЕТРА

Х.М. Салихов<sup>1</sup>, М.Х. Салахов<sup>1</sup>, Л.Р. Тагиров<sup>1</sup>, Н.Д. Стоянов<sup>2</sup>, С.С. Молчанов<sup>2</sup>,  
А.В. Черняев<sup>2</sup>, С.А. Долгачева<sup>2</sup>, Ю.Г. Малинин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт перспективных исследований, Академия Наук Республики Татарстан,  
г. Казань, РФ

<sup>2</sup> ООО «ЛЕД Микросенсор НТ», г. Санкт-Петербург, РФ

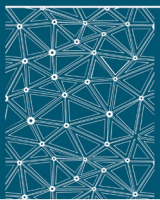
## CONTROL OF POLYETHER PROPERTIES USING INFRARED LED SPECTROMETER

Kh.M. Salikhov<sup>1</sup>, M.Kh. Salakhov<sup>1</sup>, N.D. Stoyanov<sup>2</sup>, S.S. Molchanov<sup>2</sup>, A.V. Chernyaev<sup>2</sup>,  
S.A. Dolgacheva<sup>2</sup>, Yu.G. Malinin<sup>1</sup>, L.R. Tagirov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Advanced Studies, Academy of Tatarstan, Kazan, Russia

<sup>2</sup> LED Microsensor Ltd, St. Petersburg, Russia

Важный продукт нефтехимического синтеза - простые полиэферы (ПП). На основе ПП получают полиуретановые материалы и деэмульгаторы нефти. В большинстве случаев промышленные марки ПП представляют собой сополимеры оксида пропилена (ОП) и оксида этилена (ОЭ), синтезированные на различных многоатомных спиртах в качестве стартовой системы. Практически ценные свойства ПП



определяются молекулярной массой, удельным (в пересчете на каждую макромолекулу) содержанием терминальных гидроксильных групп и соотношением мономерных звеньев ОП и ОЭ. Поэтому в производстве ПП необходим контроль величин гидроксильного числа ГЧ (как комплексной молекулярной характеристики) и оксиэтильного числа ОЭЧ как показателя структурного состава.

Для проведения измерений молекулярно-структурных характеристик в промышленных условиях используют спектрометры, работающие в оптическом диапазоне. Однако эффективность применения таких приборов недостаточна, особенно в поточном режиме, из-за дороговизны оборудования, сложности технического обслуживания, низкой устойчивости к перепадам температуры и/или давления, химической агрессивности и т.п.

Разработанные недавно светодиоды спектрального диапазона 1600-4800 нм позволяют создавать компактные, недорогие и устойчивые к внешним воздействиям устройства спектрального анализа, которые могут быть интегрированы в промышленные системы с передачей измеряемых параметров по стандартам Wi-Fi, Bluetooth или ZigBee [1].

Эти светодиоды средней инфракрасной области созданы на базе многослойных гетероструктур в системе GaSb-InAs. Четверной (InGaAsSb) твердый раствор образует согласованные по периоду решетки пары для целого ряда составов с подложкой GaSb. Такие материалы являются прямозонными полупроводниками для всей области составов. Базовыми технологиями выращивания гетероструктур являются эпитаксия из металлоорганических соединений (MOCVD) и жидкофазная эпитаксия (LPE). На базе восьмизлементной светодиодной матрицы был разработан прототип светодиодного спектрометра, в котором импульсы светодиодным чипам подаются со сдвигом во времени. На выходе при этом получается набор сигналов, пропорциональных поглощению среды на каждой из восьми длин волн.

Проведенные в представленной работе эксперименты показали возможность контроля характеристик ПП с помощью измерений на светодиодном спектрометре в средней инфракрасной области. На первом этапе было проведено исследование наборов (с варьированием по значениям ГЧ и ОЭЧ) образцов ПП на обычном спектрометре. Были определены спектральные полосы, где наиболее отчетливо видны отличия в спектрах поглощения исследованных образцов. Исследование тех же образцов с помощью светодиодного спектрометра показало высокую чувствительность прибора к варьированию молекулярно-структурных характеристик, предварительно определенных с помощью химических методов и спектроскопии ЯМР [2].

#### Литература

1. К.В. Калинина, С.С. Молчанов, Н.Д. Стоянов и др. // Журн. технич. физ. 2010. Т.80. № 2. С. 99-104.
2. Н. Махиянов, Д.Х. Сафин // Высокомогл. соед. 2006. Т.48. №2. С. 359-369.

**МИКРОЭМУЛЬСИОННЫЕ САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ СТРУКТУРЫ  
В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ****Н.В. Саутина, Л. М. Мингазова, А.И. Рыбакова, Ю.Г. Галяметдинов***Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия***SELF ASSEMBLED MICROEMULSION STRUCTURES USED  
IN PETROCHEMICAL INDUSTRY****N.V. Sautina, L.M. Mingazova, A.I. Rybakova, Yu.G. Galyametdinov***Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Наиболее эффективным и перспективным методом извлечения нефти является применение мицеллярных растворов и микроэмульсионных систем. Использование микроэмульсий на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ) позволяет объединить в одной технологии комплексное воздействие на пласт: отмыв пленочной нефти за счет поверхностно-активных свойств и выравнивание фронта вытеснения, исключаяющее быстрый прорыв нагнетаемой воды к забою добывающей скважины за счет повышенных вязкостных характеристик микроэмульсионной системы. Однако в настоящее время основными ПАВ для нефтедобывающей промышленности являются синтетические, часто плохо утилизируемые и загрязняющие почву оксиэтилированные алкилфенолы, додецилфенолы и первичные высшие жирные спирты.

Целью данной работы являлось получение и исследование условий образования обратных микроэмульсий на основе природных ПАВ, а также подбор биоразлагаемых со-ПАВ для уменьшения количества алкилфенола.

Микроэмульсии были получены на основе природных ПАВ: использовались анионные водорастворимые биоразлагаемые ПАВ, синтезированные на основе природных исходных – Sodium Cocoyl Apple Amino Acids и Sodium Lauroyl Oat Amino Acids, маслорастворимый эмульгатор Polyglyceryl-3 Methyglucose Distearate, яичный лецитин, а также классический синтетический ПАВ - оксиэтилированный алкилфенол со степенью оксиэтилирования  $n=8$ . В качестве неполярной фазы применялись нетоксичные масла с различной полярностью (вазелиновое, оливковое, масло шиповника и т.д.).

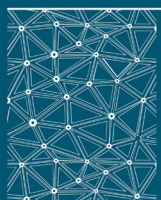
Исходя из принципа аддитивности действия ПАВ с учетом их гидрофильно-липофильного баланса подобраны оптимальные соотношения ПАВ: со-ПАВ, необходимые для получения стабильных микроэмульсий. Построены фазовые диаграммы вода/ПАВ:со-ПАВ/масло, найдены концентрационные области существования этих систем.

Определены размеры капель, найдено, что их гидродинамический радиус прямо пропорционально зависит от степени гидратации. Показано влияние полярности масла на количество солюбилизированной воды.

Установлено, что применением Polyglyceryl-3 Methyglucose Distearate можно добиться частичной замены синтетического алкилфенола при получении обратных микроэмульсий, необходимых в нефтедобыче.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-33-00247 мол\_а.



**ОЛИГОМЕРИЗАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ФРАКЦИИ C4  
НА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ****И.И. Сафаргалиев, Л.И. Калимуллин, Л.З. Касьянова**ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод»,  
г. Стерлитамак, Россия**THE OLIGOMERIZATION OF C4 HYDROCARBONS FRACTION ON  
OVER ZEOLITE CATALYSTS****I.I. Safargaliev, L.I. Kalimullin, L.Z. Kas'yanova**JSC "Sterlitamak Petrochemical Plant", Sterlitamak,  
Russian Federation

В настоящее время во всем мире ужесточаются требования к качеству моторных топлив. На сегодняшний день в России моторные топлива должны соответствовать стандартам «Евро-4» и «Евро-5». Уменьшение регламентируемых норм по содержанию серо- и кислородсодержащих компонентов в моторных топливах приводит к усложнению технологии подготовки и очистки нефтяного сырья. Поэтому в последние годы становятся актуальными методы получения высокооктановых компонентов высокой степени чистоты из низкомолекулярных олефинов и парафинов. Также хорошие условия для развития процесса олигомеризации олефинов обуславливаются наличием большого количества легких фракций углеводородов, образующихся в процессе пиролиза.

В данной работе рассмотрен синтез олигомеризата из бутан-бутиленовой фракции с применением различных катализаторов. В экспериментах были использованы катализаторы: БАК-70У свежий, БАК-70У отработанный и ИК-17М. Синтез олигомеризата проводился на лабораторной установке проточного типа с трубчатой печью, создающей температуру синтеза 340 °С. В трубчатую печь был вставлен реактор с загруженным катализатором. Сырье поступало в газовой фазе с объемной скоростью подачи 500 ч<sup>-1</sup>. Состав сырья, характеристики катализатора и результаты эксперимента представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 – Типичный состав сырья, поступающего на установку олигомеризации

Сырье	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	α+iC <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	βтрC <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	βцисC <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>
% об.	2,35	0,87	32,7	31,74	20,37	7,31	3,17	1,44	0,05

Таблица 2 – Количество кислотных центров и характеристики пористой структуры катализаторов

Образец катализатора	* «слабые» кислотные центры	** «сильные» кислотные центры	Σ кислотных центров	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Равновесные адсорбционные емкости (см <sup>3</sup> /г) по		
					C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	H <sub>2</sub> O
ИК-17М	91	63	154	232	0,21	0,29	0,09
БАК-70У свежий	343	264	607	184	0,25	0,31	0,15
БАК-70У отработанный	78	48	126	212	0,23	0,30	0,08

\* - количество десорбированного NH<sub>3</sub> (мкмоль/г) в интервале температур от 100 до 350 °С\*\*- количество десорбированного NH<sub>3</sub> (мкмоль/г) в интервале температур от 350 до 550 °С



Таблица 3 – Типичный компонентный состав катализата с установки олигомеризации

Марка катализатора	БАК-70У свежий	БАК-70У отработанный	ИК-17М
Катализат,% мас.:			
$\Sigma C_4$	3,45	0,69	1,71
$\Sigma C_5$	5,18	2,74	12,33
$\Sigma C_6$	26,50	16,70	20,86
$\Sigma C_7$	23,69	20,26	15,03
$\Sigma C_{8-10}$	33,31	38,55	28,17
$\Sigma$ ароматические углеводороды	7,87	21,06	21,90

По результатам проведенных исследований видно, что в процессе эксплуатации катализатора БАК-70У происходит снижение кислотных центров катализатора. Также видно, что при приблизительно равных количествах кислотных центров на катализаторах БАК-70У и ИК-17М, в их катализатах наблюдаются практически одинаковые концентрации ароматических соединений.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**П.Н. Селиванов, О.Ю. Сладовская**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия*

## EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE PROCESSES IN OIL REFINERY PRODUCTION

**P.N. Selivanov, O.Yu. Sladovskaya**

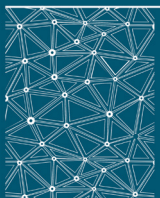
*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

Теплообмен происходит в любом технологическом процессе, где приходится нагревать или охлаждать среду с целью её обработки, либо для утилизации тепла. Для этого в химической, нефтехимической, пищевой и других отраслях промышленности широко используются кожухотрубчатые теплообменники в различных модификациях. Они просты по конструкции, характеризуются стойкостью к гидроударам, пониженными требованиями к чистоте сред, но имеют относительно низкие коэффициенты теплопередачи и, как следствие, большие габариты и металлоемкость [1].

Наиболее прогрессивными в настоящее время являются пластинчатые теплообменники [2]. По технико-экономическим, а для разборных конструкций и по эксплуатационным показателям они превосходят трубчатые теплообменники. Это обусловлено следующими их качествами:

- высокая эффективность теплообмена и вследствие этого высокий КПД;
- надежность и устойчивость к внешним и внутренним воздействиям;
- простота монтажа и эксплуатации, низкие трудозатраты при ремонте оборудования;
- лёгкость очистки благодаря разборной конструкции;
- небольшие массогабаритные показатели;
- низкие потери давления;
- возможность изменения характеристик уже эксплуатируемого теплообменника [3].

Следует отметить, что в настоящее время разработаны конструкции пластинчатых теплообменников с рабочей температурой от  $-200^{\circ}\text{C}$  до  $+950^{\circ}\text{C}$  и давлением до 100 атм. [4].



Также все большее применение в промышленности находят спиральные теплообменники, которые являются хорошей альтернативой кожухотрубчатым теплообменникам при работе в «грязных» средах. Эффективность спиральных теплообменников выше кожухотрубчатых, а при больших числах Рейнольдса приближается к эффективности пластинчатых теплообменников [2].

Процесс разделения нефти на установках АВТ является головным процессом НПЗ. При любой схеме перегонки нагрев нефти осуществляется в теплообменниках и печах. Была составлена и проанализирована схема тепловых потоков на установке ЭЛОУ-АВТ-7 АО «ТАНЕКО». При проведении расчетов было выявлено, что для нагрева потока сырой и обессоленной нефти гудроном необходимо четыре кожухотрубчатых или два пластинчатых теплообменных аппарата. Это подтверждает, что пластинчатые теплообменные аппараты обладают большей эффективностью, что приводит к сокращению количества устанавливаемых теплообменных аппаратов.

#### Литература

1. *Преимущества, недостатки и применение кожухотрубных теплообменников [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://uastar.net/page.php?id=27862>, свободный.*

2. *Барановский Н.В. Пластинчатые и спиральные теплообменники / Н.В. Барановский, Л.М. Коваленко, А.Р. Ястребенецкий. - М.: Машиностроение, 1973, - 288 с.*

3. *Спиральные теплообменники [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.irimex.ru/files/catalog/rubs/files/1700/spiral.pdf>, свободный.*

4. *Теплообменное оборудование [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://engenerkom.ru/files/pages/page302/katalog-mashimpeks.pdf>, свободный.*



## ИЗМЕРЕНИЕ ОСНОВНОГО ВЕЩЕСТВА И ГЛИЦЕРИНА В МОНОСТЕАРАТЕ ГЛИЦЕРИНА МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

**Е.В. Соколова, Я.М. Султанова**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

## MEASURING THE CONTENT OF BASIC SUBSTANCE AND GLYCERINE IN GLYCERYL MONOSTEARATE BY CAPILLARY CHROMATOGRAPHY

**E.V.Sokolova, I.M.Sultanova**

*PJSC Niznekamskneftekhim, Niznekamck, Russia*

Полиолефины являются диэлектриками и имеют склонность накапливать на поверхности электрический заряд. Для того чтобы снизить удельное поверхностное сопротивление, при изготовлении пленок в полиолефины вводят антистатики, которые представляют мигрирующие на поверхность добавки. Введение скользящих добавок снижает коэффициент трения пленок, предотвращает слипание пленки в рулоне, облегчает размотку. Моностеарат глицерина (МСГ) используется в качестве антистатика быстрого действия и применяется при производстве полипропилена в рецептурах стабилизации различных марок.

При разработке методики исследовали образец МСГ, предоставленный ОАО «Вяземский завод синтетических продуктов», и импортный аналог «GMS 90» производства «FACI».

Цель работы - разработка воспроизводимой методики измерения массовой доли основного вещества и глицерина в МСГ путем подбора растворителя, хроматографической колонки, условий разделения и метода расчета.

Химическое название - моностеарат глицерина, эмпирическая формула  $C_{17}H_{35}COOC_3H_5(OH)_2$ , молекулярная масса 358,  $T_{пл} = 51-56^\circ C$ .

Внешний вид МСГ - гранулы белого или кремового цвета разного размера со слабым специфическим запахом, поэтому для ввода в испаритель хроматографа были подобраны растворители, в которых образцы МСГ хорошо растворяются и пик растворителя не мешает определению анализируемых веществ.

Образец МСГ «GMS 90» производства «FACI» хорошо растворяется в горячем этаноле. Образец МСГ, предоставленный ОАО «Вяземский завод синтетических продуктов», растворяется полностью в бензоле и этаноле.

Газохроматографический метод измерения массовой доли основного вещества и свободного глицерина в моностеарате глицерина основан на перемещении компонентов разделяемой смеси по хроматографической колонке с потоком газ-носителя. По мере движения разделяемая смесь многократно распределяется между газ-носителем, т.е. подвижной фазой и не подвижной фазой. Принцип разделения - неодинаковое сродство веществ к летучей подвижной фазе и стационарной фазе в колонке [1]. Компоненты смеси селективно задерживаются последней, поскольку сродство их к неподвижной фазе различно. Таким образом, происходит газохроматографическое разделение компонентов анализируемой пробы в капиллярной колонке с неполярной фазой (100% диметилполисилоксана или 5% фенил 95% диметилполисилоксана) с последующей их регистрацией системой, состоящей из хроматографа с пламенно-ионизационным детектором. Для вычисления массовой доли основного соединения и свободного глицерина в МСГ применен метод нормализации.

Идентификацию пробы производили на хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000», оснащенном масс-спектрометрическим детектором с электронной ионизацией (Энергия ионизации = 70эВ) в режиме сканирования от 10 до 600 атомных единиц массы. В результате идентификации установлено, что оба образца в своем составе имеют изомеры моностеарата и дистеарата глицерина и глицерин.

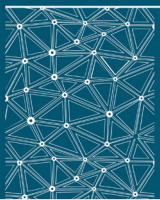
Исследования проводили с использованием хроматограф КристалЛюкс 4000М фирмы Метакром на капиллярной колонке длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной слоя жидкой фазы SE-54 или SE-30 0,25 мкм. Подобранный температура испарителя (3500С) обеспечивает нужную скорость испарения, которая исключает потери эффективности, связанные с вводом пробы, и в тоже время не происходит термической деструкции анализируемого соединения.

Содержание свободного глицерина в обоих образцах находится на одном уровне (0,5% масс.), массовая доля моноглицеридов в образце «GMS 90» производства «FACI» составляет 95,7 % масс., а в образце ОАО «Вяземский завод синтетических продуктов» -71% масс.

Границы расширенной неопределенности результатов измерений для свободного глицерина в диапазоне от 0,20 до 5,0 % масс. составляют не более 19 %, для основного соединения в диапазоне от 30,0 до 99,9 % масс. – не более 2,0 % [2].

#### Литература

1. Лейбниц Э., Штруппе Х.Г. Руководство по газовой хроматографии / Мир. 1988. С 10-15.
2. МИ №2144. Измерение массовой доли свободного глицерина и основного вещества в моностеарате глицерина / ПАО Нижнекамскнефтехим. 2015.



**СВЕРХКРИТИЧЕСКАЯ ВОДА КАК СРЕДА ДЛЯ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ  
ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ**

**Р.Р. Солдатова, Р.М. Гадельшин, А.Н. Петрова**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, РФ*

**SUPERCRITICAL WATER AS AN AGENT FOR HIGH  
VISCOSITY OIL UPGRADING**

**R.R. Soldatova, R.M. Gadelshin, A.N. Petrova**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, RF*

Вода является уникальным растворителем по своей распространенности, экологической чистоте и практической безопасности для окружающей среды. Сверхкритическое состояние воды характеризуется низкой вязкостью и высокой диффузионной способностью. Эти характеристики лежат в основе применения сверхкритических флюидов в процессах облагораживания ВВН и ПБ.

Целью данной работы было преобразование нетрадиционных углеводородных ресурсов в востребованное нефтехимическое сырьё. А именно снижение вязкости тяжелой битуминозной нефти, снижение содержания серы и увеличение выхода ценных дистиллятных фракций.

В качестве объекта в работе была выбрана битуминозная нефть Ашальчинского месторождения с плотностью 0,9715, и вязкостью 2771 мПа при 20°C.

Серия экспериментов по окислению высоковязкой нефти в присутствии воды в сверхкритическом состоянии проводилась в лабораторном каталитическом реакторе, выполненном из нержавеющей стали в интервале температур с нижней границей 375°C, воздействие термобарических условий составляло 2 ч.

Компонентами реакционных сред выступали: тонкодиспергированные каустобиолиты и наноразмерные оксиды металлов переменной валентности, а так же соли и комплексы.

Компоненты реакционных сред предварительно измельчались на шаровой мельнице до грубодисперсного состояния, затем были гомогенизированы механохимическим активированием на ультразвуковой установке с частотой ультразвуковых волн 22 кГц и плотностью энергии 5 Вт/см<sup>2</sup> на установке Ultrasonic Processor UP 400S, Hielscher. Контроль нано дисперсности производился на приборе SORBI-M. Определение морфологии поверхности углистых веществ проводилось на растровом сканирующем электронном микроскопе.

В результате проведения акватермолиза в среде сверхкритической воды и присутствии иницирующих добавок, произошла деструкция высокомолекулярной части сырья с образованием светлых дистиллятных фракций, которые в исходной нефти практически не присутствовали. Так, конверсия в светлые углеводороды для различных образцов составляет 18-29%. Как следствие, значительно снижается вязкость образцов до 96% по сравнению с исходной нефтью.



**ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПАДА АССОЦИАТОВ ГИДРО-  
ПЕРОКСИДА ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛА****И.А. Суворова, В.И. Анисимова, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампи***ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Россия***STUDY OF KINETICS OF HYDROPEROXIDE ISOPROPYL BENZENE ASSOCIATES DECAY****I.A.Suvorova, V.I. Anisimova, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi***FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University",  
Kazan, Russia*

Изучение термического распада гидропероксидов позволяет полнее оценить результаты, получаемые при проведении жидкофазного окисления углеводородов, а также делать прогнозы по коренному усовершенствованию этого процесса [1]. Зависимость начальной скорости распада от общей исходной концентрации гидропероксида изопропилбензола (ГПИПБ) линейна во всем диапазоне концентраций во всех растворителях, что указывает на первый порядок реакции по гидропероксиду и хорошо согласуется с литературными данными [1].

Формально-кинетическая схема распада ГПИПБ состоит из реакций мономолекулярного разложения и распада самоассоциатов (димеров и тримеров). Выражение для общей скорости распада нужно записать так:

$$W = k_1[M] + k_2K_D[M]^2 + k_3K_T[M]^3.$$

Используя соответствующие значения концентраций мономера и констант равновесия ассоциации, найденные нами ранее методом ИК [2], были получены кинетические и активационные параметры разложения ГПК (таблица 1, 2).

Брутто-распад, кинетические закономерности которого изучены в данной работе, включает, по крайней мере, три процесса, протекающие одновременно – гомолитический распад, радикальный индуцированный распад и молекулярное направление разложения.

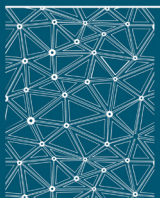
Таблица 1 - Кинетические параметры разложения ГПК (130°C)

Растворитель	$k_1 \cdot 10^5$ , с <sup>-1</sup>	$K_D$ л/моль	$k_2 \cdot 10^5$ , с <sup>-1</sup>	КТ (л/моль) <sup>2</sup>	$k_3 \cdot 10^5$ , с <sup>-1</sup>
н-декан	59,0	2,52	102,0	3,54	13,3
CCl <sub>4</sub>	51,2	1,191	54,0	1,23	12,5
хлорбензол	2,09	0,405	3,84	0,43	0,38

Таблица 2 - Активационные параметры распада ГПИПБ

Растворитель	Форма	ln ki	Ei·10 <sup>3</sup> , кДж/моль	k <sub>0i</sub> с <sup>-1</sup>
н-декан	М	(30.1±1.6) - (125.8±5.1)·10 <sup>3</sup> /RT	125.8	1.23·10 <sup>13</sup>
	D	(23.9±3.8) - (103.2±11.9)·10 <sup>3</sup> /RT	103.2	2.4·10 <sup>10</sup>
	T	(36.9±0.4) - (153.5±11.6)·10 <sup>3</sup> /RT	153.5	1.06·10 <sup>16</sup>
CCl <sub>4</sub>	М	(26.8±0.2) - (115.0±5.8)·10 <sup>3</sup> /RT	115.0	4.19·10 <sup>11</sup>
	D	(28.7±2.6) - (121.6±7.0)·10 <sup>3</sup> /RT	121.6	3.00·10 <sup>12</sup>
	T	(33.4±0.2) - (141.9±7.4)·10 <sup>3</sup> /RT	141.9	3.17·10 <sup>14</sup>
хлорбензол	М	(27.4±1.7) - (128.0±3.3)·10 <sup>3</sup> /RT	128.0	8.26·10 <sup>11</sup>
	D	(23.9±2.0) - (114.3±7.2)·10 <sup>3</sup> /RT	114.3	2.52·10 <sup>10</sup>
	T	(31.5±1.3) - (147.2±4.3)·10 <sup>3</sup> /RT	147.2	4.65·10 <sup>13</sup>

Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки России в рамках базовой части Государственного задания ПНИЛ 02.14.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Эмануэль Н.М. Кинетика цепных реакций окисления. – М.: Изд.АН СССР, 1950. 578с.
2. Ремизов А.Б., Батыршин Н.Н., Суворова И.А. Внутреннее вращение и ассоциации в растворах гидропероксида кумила по данным ИК-спектроскопии//ЖФХ. 2001.Т.75. №8. С.1378-1382.

**МОЛИБДЕНОВЫЙ КАТАЛИЗАТОР ЭПОКСИДИРОВАНИЯ  
НА ОСНОВЕ ПЕРОКСИДА ЦИКЛОГЕКСАНОНА**

**С.Н.Тунцева, А.А.Гайфуллин, Н.В.Полушина, Р.А.Гайфуллин, Х.Э.Харлампи**  
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», Казань, Россия

**MOLYBDENUM CATALYST FOR EPOXIDATION  
BASED ON CYCLOHEXANOL PEROXIDE**

**S.N. Tuntseva, A.A. Gayfullin, N.V. Polushina, R.A. Gayfullin, Kh.E. Kharlampidi**  
FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University",  
Kazan, Russia

В проведенной ранее работе по утилизации пероксида водорода из стоков производства СОП было показано, что результатом взаимодействия циклогексанона с пероксидом водорода в среде сточных вод является 1,1'-диоксидицикло-гексилпероксид (далее пероксид циклогексанона или ПЦГ).

В литературе отсутствуют сведения по использованию пероксида циклогексанона в синтезе катализаторов эпоксирирования, поэтому предварительно была исследована растворимость пероксида циклогексанона в этиловом спирте и во фракциях метилфенилкарбинола (МФК) и ацетофенона (АФ). Исследованиями установлено, что во всех растворителях при температуре 50°C возможно получить растворы ПЦГ с концентрацией от 0,01 до 2,5 моль/л.

При растворении порошка металлического молибдена (ПММ) в полученных растворах было установлено, что металлический молибден в растворах ПЦГ на основе АФ-фракции и фракции МФК растворяется значительно дольше, чем в этанольном растворе ПЦГ (8 часов против 2-х). Поэтому для дальнейших исследований выбрали катализаторы, полученные на основе этанольного раствора ПЦГ.

При эпоксирировании октена-1 гидропероксидом этилбензола в присутствии катализаторов с различным содержанием молибдена установлено, что увеличение концентрации молибдена в катализаторе приводит к снижению основных показателей процесса эпоксирирования (табл.1).

Таблица 1 - Показатели реакции эпоксирирования октена-1 (T=110°C, мольное соотношение октен:ГПЭБ=6:1, τ=90 мин)

Концентрация Мо		αГПЭБ, %	SG <sub>ГПЭБ</sub> , %	Оксид октена в эпоксидате, % мас.
в реакц. смеси	в кат-ре, % мас.			
5·10 <sup>-4</sup> г-ат Мо на моль ГПЭБ	1,2	92,3	87,6	8,4
	2,0	93,1	85,1	7,7
	3,2	89,2	83,1	7,6
	3,6	87,7	80,7	7,5
	4,1	93,1	69,7	6,8

Показана возможность повышения активности катализаторов путем их разбавления АФ-фракцией до концентрации молибдена в катализаторном растворе 0,7% мас. Высокая активность разрабатываемого катализатора подтверждена в сравнительном эксперименте, результаты которого представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели реакции эпексидирования октена – 1 (T=110°C, мольное соотношение октен:ГПЭБ=6:1, τ=90 мин)

Катализатор	Содержание молибдена		αГПЭБ, %	SГ <sub>ПЭБ</sub> , %	оксид октена в эпоксидате, % мас.
	в кат-ре, % мас.	в реакц. смеси			
КМК	0,8	5·10 <sup>-4</sup> г-ат	99,1	82,4	8,5
МКПЦГ*	0,7	Мо/моль ГПЭБ	97,9	85,1	8,7

\*МКПЦГ - молибденовый катализатор на перексиде циклогексанона

Из сравнения приведенных данных видно, что при использовании молибденового катализатора, приготовленного на основе ПЦГ, получаются сопоставимые с промышленным катализатором результаты в процессе эпексидирования октена-1. Данный способ получения катализатора позволяет утилизировать перексид водорода из сточных вод производства СОП.



## ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ БЫСТРОГО АБЛЯЦИОННОГО ПИРОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ДОРОЖНОГО БИТУМА

**Г.М. Файзрахманова, С.А. Забелкин**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия*

## APPLICATION OF LIQUID PRODUCTS FROM ABLATIVE PYROLYSIS OF WOOD IN MODIFICATION OF ROAD BITUMEN

**G.M. Fayzrakhmanova, S.A. Zabelkin**

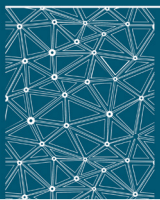
*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russian Federation*

Для возможности использования жидких продуктов быстрого абляционного пиролиза древесины (ПЖ) при модификации дорожного битума были определены их химические свойства. Жидкие продукты получали из древесины березы при температуре 500 - 550°C методом быстрого абляционного пиролиза. Полученные жидкие продукты, для проведения анализа химического состава, предварительно разделялись экстракционными методами.

В этих продуктах имеется две фракции с различными свойствами. Это водорастворимая (преобладают мономеры, низкомолекулярные вещества и углеводы) и водонерастворимая (пиролитический лигнин и замещенные фенолы) фракции. Летучие части органического вещества включают в себя: метилфуран, фурфурол, метоксифенолы. Фракция, экстрагированная гексаном, преимущественно содержала жирные кислоты. Состав низкомолекулярных соединений был исследован с помощью газовой, а высокомолекулярные соединения – с помощью гельпроникающей хроматографии.

Исходя из анализа данных, полученных методом гельпроникающей хроматографии, компоненты ПЖ представлены одной высокомолекулярной фракцией (496 Да), а компоненты водонерастворимой фракции представлены одной высокомолекулярной (682 Да) и низкомолекулярными фракциями (менее 200 Да). Содержание низкомолекулярных соединений в ПЖ составляет около 20%.

Также были получены образцы композиционного битумного вяжущего с применением ПЖ. Композиционное битумное вяжущее изготавливалось из дорожного битума БНД 60/90 с добавкой ПЖ в диапазоне 0 – 100%. В качестве жидких продуктов использовалась ПЖ и пиролитический лигнин.



Выделение пиролитического лигнина осуществлялось водной экстракцией и отстаиванием водонерастворимой фракции.

Для возможности использования ПЖ для модификации дорожного битума были определены нормируемые показатели (ГОСТ 22245-90) композиционного вяжущего. Исследовались следующие нормируемые параметры: температура размягчения по кольцу и шару, температура хрупкости по Фраасу, глубина проникновения иглы, растяжимость. Свойства всех образцов композиционного вяжущего соответствуют требованиям ГОСТ. Причем наилучшими показателями обладали композиционное вяжущее в диапазоне концентраций пиролитического лигнина 0-15 % с максимумом 5% и ПЖ 0-1% с максимумом в 1%.



### **ОЧИСТКА МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ СИСТЕМ ПОЛИМЕР-НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ГИБРИДАМИ**

**Т.С. Фалалеева, В.Е. Проскурина, Ю.Г. Галяметдинов**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия*

### **TREATMENT OF OIL-CONTAINING SYSTEMS BY POLYMER-INORGANIC HYBRIDS**

**T.S. Falaleeva, V.E. Proskurina, Yu.G. Galyametdinov**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Исследование состояния дел в процессе производства и распределения электроэнергии в различных отраслях промышленности большинства стран показывает, что одним из основных расходных материалов являются турбинные и трансформаторные масла, которые деградируют в процессе эксплуатации трансформаторов. Это приводит к образованию в масле полярных веществ и, на их основе, коллоидных частиц и шлама, которые в свою очередь оседают на твердой изоляции, изменяя физико-химические параметры масла. Простая замена старого масла на свежее является расточительной процедурой и, в большинстве случаев, дает кратковременный эффект со снижением эксплуатационного ресурса. В данных условиях необходима и целесообразна регенерация масла.

В качестве реальной дисперсной системы (ДС) использовалась суспензия бентонитовой глины марки "Бентокам" Берёзовского месторождения (Татарстан), (ТУ 39-0147001-105-93) со средним радиусом частиц  $D_{ФР} = 5,5 \cdot 10^{-6}$  м и с плотностью –  $2,63 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Бентонитовая глина представляла собой ассоциацию минералов монтмориллонита ( $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$ ) и бейделлита ( $Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot nH_2O$ ) с преобладанием первого. Катионные полиакриламидные флокулянты получены радикальной сополимеризацией акриламида с гидрохлоридом диметиламиноэтилметакрилата в водной среде. Полимер-неорганические гибриды синтезировали путем смешения катионных сополимеров и золь гидроксидов переходных металлов без проведения полимеризации. Методом вискозиметрии определены молекулярные массы гибридных образцов и концентрации ионогенных звеньев в их макромолекулах. Проанализировано влияние концентрации гибридных систем на их флокулирующие показатели в маслодержащих системах. Размер образующихся флокул был определен методом динамического светорассеяния на анализаторе размера частиц и дзета-потенциала серии Zetasizer Nano-ZS.

Контрольные физико-химические параметры, характеризующие изменение качества трансформаторных масел до и после очистки, иллюстрируют повышение диэлектрических свойств, что подтверждает целесообразность применения данного способа очистки минеральных масел.

Применяемая маслоочистительная композиция является новым флокулянтом, в отличие от различных традиционно используемых искусственных и естественных сорбентов и земель, и позволяет за один технологический цикл процесса седиментации осуществить очистку масел от примесей



дисперсного характера. Процесс очистки протекает при нормальном давлении, не требует сложной аппаратуры и осажденный из масла шлам удаляется фильтрацией. Маслоочистительная композиция состоит из недорогих ингредиентов и может производиться в больших количествах в заводских условиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№15-03-01399).

### **РЕГЕНЕРАЦИЯ ИОННО-ОБМЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТОДОМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ФЛЮИДНОГО CO<sub>2</sub>-ЭКСТРАКЦИОННОГО ПРОЦЕССА**

**М.Р. Хазипов, Т.Ф. Муртазин, А.А. Сагдеев**

*Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ»  
г. Нижнекамск*

### **THE REGENERATION OF ION-EXCHANGE CATALYST USING SUPERCRITICAL FLUID CO<sub>2</sub>-EXTRACTION PROCESS**

**M.R. Hazipov, T.F. Murtazin, A.A. Sagdeev**

*Nizhnekamsk Chemical Technological Institute (branch institute) of the Kazan National  
Research Technological University, Nizhnekamsk,  
Russian Federation*

Одним из основных продуктов ПАО «Нижнекамскнефтехим» завода БК является изобутилен, получаемый из  $\alpha$ -бутилен-изобутиленовой и изобутан-изобутиленовой фракций. Метод извлечения изобутилена на ионитных катализаторах основан на способности изобутилена в присутствии сульфокатионита вступать в реакцию с водой с образованием третичного бутилового спирта – триметилкарбинола (ТМК).

В качестве катализатора используется КУ-2ФПП, который является сильнокислотным макропористым катионитом КУ-2-8, формованным на полипропилене.

Наряду с гидратацией и дегидратацией изобутилена на поверхности катализатора протекают побочные реакции с образованием димеров и полимеров, которые забивают поры катализатора, дезактивируя и снижая его каталитическую активность.

Дезактивированные катализаторы КУ-2ФПП не подвергаются традиционной окислительной регенерации из-за высокой температуры, в конечном итоге они просто утилизируются.

В данной работе исследована кинетика экстракционной регенерации катализатора КУ-2ФПП чистым сверхкритическим диоксидом углерода при температурах 343К, 358К, 363К, 368К, 383К и давлении 20 МПа.

Как показали результаты исследований, с повышением температуры наблюдается увеличение изменения массы катализатора, что свидетельствует об удалении дезактивирующих соединений с поверхности катализатора и подтверждает возможность использования сверхкритического флюидного экстракционного процесса в целях регенерации данного катализатора. Большой эффект может быть достигнут изменением параметров осуществления процесса, а также модифицированием экстрагента (прежде всего введением той или иной полярной добавки) [1].

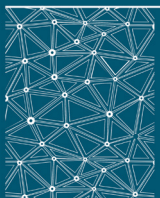
Экспериментальные исследования проведены на оригинальной установке, защищенной патентом РФ [2].

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (РНФ) (контракт № 14-19-00749).

#### Литература

1. Гумеров Ф.М., Сагдеев А.А., Билалов Т.Р. и др. Катализаторы: регенерация с использованием сверхкритического флюидного CO<sub>2</sub>-экстракционного процесса. монография – Казань: изд-во «Бриг», 2015. – 264 с.

2. Патент на полезную модель РФ №133012 опублик. 10.10.2013г.

**ПОИСК АЛЬТЕРНАТИВНЫХ АНТИДЕТОНАТОРОВ****А.Ф. Хайдаров, Г.Ю. Климентова, Р.Н. Бурангулова***Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия***THE SEARCH FOR ALTERNATIVE ANTIKNOCK AGENTS****A.F. Khaidarov, G.Y. Klimentova, R. N. Burangulova***Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

В настоящее время на мировом топливном рынке преобладает тенденция полного отказа от применения антидетонаторов на базе марганца, железа и использования МТБЭ. Это объясняет возросший интерес к разработкам новых альтернативных модификаторов воспламенения, обеспечивающих улучшенные экологические и моторные свойства автомобильных бензинов.

Исследования новых регуляторов горения углеводородов на базе полиалкилалканоатов лития и калия выявили, что они обеспечивают повышение детонационной стойкости бензинов, снижают износ двигателей, не увеличивают токсичность топлив и продуктов их сгорания [1]. Ранее в исследованиях [2] в качестве исходных реагентов для получения присадок были использованы высшие изомерные  $C_8$ - $C_{16}$  (ВИКК) и неодакановые кислоты. Однако ВИКК сняты с производства, а неодакановые – импортные кислоты. С целью импортозамещения исходных реагентов рассмотрена возможность синтезировать соли щелочных металлов на основе алкенилянтарной кислоты.

В качестве исходных для синтеза алкенилянтарного ангидрида (а-в) были взяты  $\alpha$ -олефины  $C_{16}$ - $C_{18}$  (б),  $C_{20}$ - $C_{30}$  (в), пентамеры пропилена (а), производства «Нижнекамскнефтехим», и малеиновый ангидрид. Перед синтезом из углеводородов удаляли легкие фракции (до 190°C). Реакцию проводили в избытке (2-4 кратном) олефина при температуре 190-230°C в течение 1,5-2 часа. Ход реакции контролировали с помощью ИК-спектроскопии. В ИК-спектрах исходных реакционных смесей присутствуют характеристические полосы поглощения, см<sup>-1</sup>: 3078 (=CH), 2956-2959 (CH<sub>3</sub>), 2926-2929 (CH<sub>2</sub>), 2854-2872 (CH<sub>3</sub>), 1780 (C=O), 1643-1644 (H<sub>2</sub>C=), 1460-1462 (CH<sub>2</sub>), 1378-1379 (CH<sub>3</sub>), 1224-1239 (COC), 1117-1118 (CH<sub>3</sub>), 965-966 (CH). По мере образования алкенилянтарного ангидрида (а-в) в ИК-спектрах происходит смещение полосы карбонильных групп до 1784-1786 см<sup>-1</sup>.

С целью получения высокомолекулярных алкенилалкандиоатов (IIв, 2Me=Li) или кислых алкенилалканоатов (IIв1, Me=Li; IIв2, Me=K; IIа, Me=Li; IIб, Me=Li;) щелочных металлов осуществляли взаимодействие полученных ангидридов (Iа-в) с КОН или LiOH при 100-125°C в течение часа, образовавшуюся в результате реакции воду удаляли в вакууме водоструйного насоса (до постоянного веса). Полученные соли (II) были охарактеризованы по кислотному числу (IIа - 24,8; IIб - 15,8; IIв - 0,2; IIв1 - 35,6; IIв2 - 30,4 мг КОН/г). ИК-спектры солей содержат новые характеристические полосы поглощения, см<sup>-1</sup>: 1571-1592 (COO<sup>-</sup>), 1701-1707 (C=O), 3124-3145 (OH) вместо полос 1780 (C=O), 1224-1239 (COC).

Таким образом, синтезированы высокомолекулярные алкенилалкандиоаты и кислые алкенилалканоаты щелочных металлов на доступном отечественном сырье, которые могут рассматриваться как потенциальные модификаторы воспламенения для автомобильных бензинов.

## Литература

1. Пат. 2203927 Российской Федерации, МПК7 7С 10L 1/8. Присадка к углеводородному топливу / Маврин В.Ю., Коваленко А.П., Климентова Г.Ю. и др.

2. Маврин В.Ю. Исследование литийорганических соединений в качестве регуляторов горения в двигателях внутреннего сгорания / В.Ю.Маврин, А.П. Коваленко, Г.Ю. Климентова // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2001.- №12.- С. 23-25

**РАЗРАБОТКА АНТИСТАТИЧЕСКИХ ПРИСАДОК  
ДЛЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**А.Ф. Хайдаров, Г.Ю. Климентова, В.Ю. Маврин**  
*Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, г. Казань, Россия*

**DEVELOPMENT OF ANTISTATIC ADDITIVES FOR DIESEL FUEL**

**A.F. Khaidarov, G.Y. Klimentova, V.Y. Mavrin**  
*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

В настоящее время в связи с увеличившимся спросом на дизельное топливо (ДТ), возникла необходимость в разработке присадок, которые будут обладать антистатическими свойствами, позволяющими увеличить допустимую скорость его перекачки и исключить случаи возгорания. Следует отметить, что допущенная к применению антистатическая присадка «Сигбол» снята с производства.

В качестве потенциальных компонентов антистатических присадок были выбраны полиалкилалканоаты щелочных металлов, которые относятся к наименее токсичным соединениям. Нейтрализации изокарбоновых кислот щелочами были получены нейтральные соли  $C_nH_{2n+1}COOMe$  (Ia-г), где Ia,  $n=7\div 15$ , Me = Li; Ib,  $n=7\div 15$ , Me = Na; Iv,  $n=9$ , Me = Na; Ig,  $n=6\div 8$ , Me = Li и кислые полиалкилалканоаты  $C_nH_{2n+1}COOMe \cdot mC_nH_{2n+1}COOH$  (IIa,б, где  $n=9$ , IIa,  $m=0,30$ , Me = Na; IIб,  $m=0,15$ , Me = Li).

Применение топливных присадок обеспечивается не только их целевыми свойствами, но и фазовой стабильностью топлива при низких температурах ( $-50^\circ C$ ), что актуально для климатических условий нашей страны. Введение присадки в ДТ не должно приводить к расслаиванию и образованию осадков. Низкотемпературные свойства анализируемых растворов, исследовали на приборе-анализаторе ИРЭН-2.2., с диапазоном температур от  $+10$  до  $-70^\circ C$ . Концентрационные пределы солей (I а-г, а-б) в ДТ составляли  $0,001\div 1\%$  масс., которые включают рабочие концентрации антистатических присадок ( $0,0005\div 0,002\%$  масс). Был проведен скрининг полиалкилалканоатов щелочных металлов (I, II) по низкотемпературным свойствам их растворов в ДТ. В качестве потенциальных компонентов антистатических присадок были выбраны нейтральные (Iб,в) и кислые соли (IIa,б) неодакановых кислот и кислот широкого фракционного состава  $C_6-C_{16}$ , введение которых не влияло на фазовую стабильность топлива [1].

Применение присадок обеспечивается так же таким показателем как их растворимость в топливе. В развитие работ по исследованию свойств полиалкилалканоатов щелочных металлов для подбора компонентов антистатических присадок, была определена их предельная растворимость в ДТ.

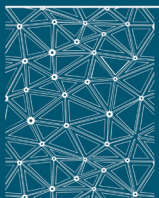
Исследование предельной растворимости полиалкилалканоатов щелочных металлов в топливе определяли визуально-изотермическим методом, суть которого заключается в измерении показателя преломления растворов солей в ДТ. Все соли проявляют истинную растворимость в ДТ в концентрационных пределах антистатических присадок. Причем растворимость кислых солей (IIa,б) на порядок превышает растворимость нейтральных солей (Iб,в).

Для разработки состава антистатической присадки нами были выбраны кислые соли (IIa,б) неодакановых кислот, в качестве растворителя был выбран Оксаль Т-66.

Был разработан состав для четырех присадок, которые испытали на антистатическую эффективность в ВНИИ НП г. Москва и на одну присадку получены хорошие результаты.

## Литература

1. Хайдаров А.Ф. Компоненты антистатических присадок к дизельному топливу / А.Ф. Хайдаров, Г.Ю. Климентова // Вестник КТУ - 2014.-Т. 17.- №1.- С. 266-267.



**КОМПЛЕКС ПОЛУЧЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ АО «ТАНЕКО»**

**И.Ф. Халилов, И.И. Салахов, А.В. Зурбашев, Ф.С. Гильманов, А.В. Козин**

*АО «ТАНЕКО», г. Нижнекамск, Россия*

**COMPLEX FOR PRODUCTION OF AROMATIC HYDROCARBONS IN JSC «TANEKO»**

**I.F. Khalilov, I.I. Salakhov, A.V. Zurbashev, F.S. Gilmanov, A.V. Kozin**

*JSC «TANEKO», Nizhnekamsk, Russia*

Комплекс получения ароматических углеводородов (КПА) АО «ТАНЕКО» предназначен для получения бензола по ГОСТ 9572-93 и параксилола по ГОСТ 9410-78.

КПА включает в себя 7 секций – каталитический риформинг «Платформинг» с непрерывной регенерацией катализатора «ЦиклоМакс» (секции 2100+2150), фракционирование ксилолов (секция 2200), экстрактивная дистилляция сульфоланом «Сульфолан ЭД» (секция 2500), выделение параксилола «Парекс» (секция 2600), изомеризация ксилолов «Изомар» (секция 2700), трансалкилирование и диспропорционирование толуола «Таторей» (секция 2800), фракционирование бензола и толуола (секция 2900).

Технологическая установка «Платформинга с непрерывной регенерацией катализатора» предназначена для переработки 714 тыс. тонн гидроочищенной нефти в год. Секция 2100 «Платформинга» предназначена для получения ароматической фракции  $C_{5+}$  путём четкого разделения стабильного риформата в ректификационной колонне. Секция 2150 регенерации катализатора «ЦиклоМакс» установки «Платформинга» предоставляет возможность эксплуатировать реакционную секцию в режиме высокой жёсткости, при котором дезактивация алюмоплатинового катализатора риформинга R-264HY происходит быстрее вследствие увеличения скорости коксообразования на его поверхности. Секция регенерации катализатора «ЦиклоМакс» включает систему интегрированного оборудования, отдельную от реакционной секции, но связанную с ней. Эта секция выполняет функции циркуляции катализатора и его регенерацию в замкнутом контуре.

Технологическая установка «Фракционирование ксилолов» предназначена для переработки кубовых продуктов колонны дебутанизации (секция 2100), колонны толуола (секция 2900) и рециркулирующих ксилолов после глиноочистки с низа колонны дегептанзации (секция 2700). Расчётная мощность установки по расходу сырья на колонну разделения риформата составляет 626035 тонн в год.

Технологическая установка «Сульфолан ЭД» предназначена для выделения ароматических углеводородов высокой чистоты из лёгкого риформата.

Цель установки «Парекс» заключается в выделении параксилола с чистотой 99,8 % из ароматических углеводородов  $C_8$ . Расчётная мощность установки «Парекс» по расходу сырья составляет 689000 тонн в год.

Технологическая установка «Изомар» используется для получения одного или нескольких ксилольных изомеров на каталитической системе I-300.

Установка «Таторей» предназначена для переработки толуола, подаваемого с установки «Фракционирование бензола и толуола» и ароматики  $C_9$  из колонны тяжелой ароматики с установки «Фракционирование ксилолов». Основой процесса являются реакции трансалкилирования и диспропорционирования. Расчётная мощность установки «Таторей» по сырью составляет 216300 тонн в год.

Технологическая установка «Фракционирование бензола и толуола» предназначена для получения товарного бензола и толуола высокой чистоты. Расчётная мощность установки по сырью составляет 52403,5 тонн в год.

**РЕАЛИЗАЦИЯ EPC ПРОЕКТОВ В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ.  
ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МЕЖДУНАРОДНО-РОССИЙСКИЕ КОМАНДЫ, КАК УСПЕШНЫЙ  
ФАКТОР ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТОВ EPC(m) ПО НЕФТЕХИМИИ В РОССИИ И СНГ**

**А.И. Цариковский**

*ООО «ТиссенКрупп Индастриал Солюшнс», г. Дзержинск, Россия*

**INTEGRATED INTERNATIONAL-RUSSIAN TEAMS AS A SUCCESS FACTOR FOR EPC (m)  
PROJECT EXECUTION IN PETROCHEMICALS IN RUSSIA AND CIS**

**A.I. Tsarikovski**

*ООО «ThyssenKrupp Industrial Solutions» (RUS), Dzerzhinsk, Russian Federation*

Реализация инвестиционных проектов в области химии и нефтехимии на территории Российской Федерации, в большинстве своем, проходит с привлечением иностранных компаний.

Необходимость подобного подхода обусловлена тем, что большинство технологий в данных областях промышленности являются собственностью иностранных компаний-разработчиков и требуют интеграции международных стандартов и требований законодательства Российской Федерации.

Таким образом, выполнение проектов силами международных коллективов является обязательным условием, а не пожеланием того или иного заказчика.

Подобный подход вызывает множество вопросов, как в области практической реализации, так и в области взаимодействия иностранных и российских проектных коллективов.

Для повышения эффективности построения международного коллектива, прежде всего, следует ответить на вопросы:

1 - Что мы не должны делать?

2 - Что мы можем сделать?

Краткий ответ на первый вопрос находится в области наличия необходимого опыта выполнения международных проектов, который говорит о том, что технические аспекты проектирования, строительства и закупки, по сути, одинаковы во всех странах и на всех континентах, и нам не стоит делать акцент на разных подходах, в мире и в России.

Ответ на второй вопрос не ограничивается одним комментарием и находится в области практической реализации. Так, например, реализация международного проекта или, проекта, выполняемого международным коллективом, должна обеспечивать:

1. Особый подход к стадиям проектирования:

- совместное выполнение предпроектных работ, базового проекта и расширенного базового проекта (FEED);

- активное вовлечение российских специалистов в работу по указанным выше стадиям;

- активное привлечение к выполнению детального инжиниринга/рабочей документации иностранных специалистов;

- создание общего проектного офиса, внедрение единых правил выполнения проекта.

2. Четкое следование условиям договора и графика.

3. Использование единой САПР всеми участниками проекта независимо от географического положения.

4. Использование английского языка как рабочего языка для инженерных и коммуникационных задач.

5. Обязательные совместные семинары по развитию межкультурных компетенций.

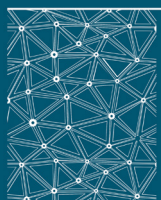
При этом обязательным условием успешного выполнения подобных проектов являются:

1. Одинаково хорошие знания, как местных, так и иностранных норм и подходов к проектированию

2. Взаимопонимание в коллективе. Правила одинаково касаются всех.

3. Четкое следование процедурам и инструкциям, но оставаясь в графике.

Приведенная выше информация подтверждена успешным опытом ООО «ТиссенКрупп Индастриал Солюшнс (РУС)» в выполнении и руководстве подобными проектами.

**СИНТЕЗ КАТАЛИЗАТОРА И ЕГО СВОЙСТВА В РЕАКЦИИ ГАЗОФАЗНОГО  
АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА ЭТИЛЕНОМ****Д.А.Шавалеев<sup>1</sup>, А.С. Эрштейн<sup>1</sup>, О.С. Травкина<sup>2</sup>, Р.А. Басимова<sup>3</sup>,  
М.Л. Павлов<sup>3</sup>, И.М. Герзелиев<sup>4</sup>**<sup>1</sup> ОАО «Салаватнефтехимпроект», г. Салават, Россия<sup>2</sup> Институт нефтехимии и катализа РАН, г. Уфа, Россия<sup>3</sup> ООО «НТЦ Салаватнефтеоргсинтез», г. Салават, Россия<sup>4</sup> Институт нефтехимического синтеза РАН, г. Москва, Россия**SYNTHESIS OF THE CATALYST AND ITS PROPERTIES IN THE GAS-PHASE  
ALKYLATION OF BENZENE WITH ETHYLENE****D.A. Shavaleev<sup>1</sup>, A.S. Ershtein<sup>1</sup>, O.S. Travkina<sup>2</sup>,  
R.A. Basimova<sup>3</sup>, M.L. Pavlov<sup>3</sup>, I.M. Gerzeliev<sup>4</sup>**<sup>1</sup> JSC «Salavatneftekhimproekt», Salavat, Russian Federation<sup>2</sup> Institute of Petrochemistry and Catalysis RAS, Ufa, Russian Federation<sup>3</sup> LLC "STC Salavatnefteorgsintez", Salavat, Russian Federation<sup>4</sup> A.V.Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis RAS, Moscow, Russian Federation

В ОАО «Газпром нефтехим Салават» по лицензии ЗАО ГрозНИИ реализована технология получения этилбензола в процессе газофазного алкилирования бензола этиленом на импортном катализаторе EBEMAX-1 фирмы «Зюд-Хеми» (ИМК), содержащим цеолит типа ZSM-5. Поэтому исследования, направленные на создание отечественного катализатора для указанного процесса для проведения импортозамещения, весьма актуальны.

Для получения катализаторов использовали цеолит NaZSM-5 с модулем 30, синтезированный в ООО «Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов». Каталитически активную H<sup>+</sup>-форму цеолита готовили путем ионного обмена NaZSM-5 в водном растворе нитрата аммония. В качестве связующего материала использовали псевдобемит указанного производителя. Катализатор готовили путем смешения цеолита H<sup>+</sup>ZSM-5 и псевдобемита, затем формовали в гранулы методом экструзии, которые сушили и прокаливали при 650 °С в атмосфере воздуха в течение 6 ч. Катализатор содержал 70 % масс. цеолита и 30 % масс. связующего (Кат-1). Часть катализатора дополнительно обрабатывали 100% водяным паром при температуре 600 °С в течение 3 часов (Кат-2). Каталитические свойства образцов изучали в реакции алкилирования бензола этиленом на лабораторной установке в реакторе проточного типа при 380 и 400 °С, давлении – 2,5 МПа, объемной скорости по бензолу – 15 ч<sup>-1</sup> и мольном соотношении бензол/этилен, равном 7/1 (табл.).

Таблица 1 – Сравнение каталитических свойств

Показатели	Температура, °С					
	380			400		
	ИМК	Кт-1	Кт-2	ИМК	Кт-1	Кт-2
Концентрация ЭБ в алкилате, % масс.	11,3	14,5	11,8	12,4	15,8	14,3
Конверсия бензола, %	14	17	14	15	18	17
Селективность по ЭБ, %	84	84	82	87	87	84

Результаты исследования каталитических свойств синтезированных и импортного катализаторов в реакции алкилирования бензола этиленом показывают, что с повышением температуры реакции от 380 до 400 °С конверсия бензола, концентрация ЭБ в алкилате и селективность образования ЭБ при использовании всех катализаторов возрастают.

Среди рассмотренных катализаторов Кат-1 является самым активным. После термической паровой обработки активность катализатора (Кат-2) уменьшается, по-видимому, из-за снижения его кислотности.

Таким образом, синтезированный катализатор (Кат-1) по своим каталитическим свойствам не уступает импортному аналогу.

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА АО «ТАНЕКО»

**Р.З. Шайхутдинов, М.К. Гильмутдинов**

*АО «ТАНЕКО», г. Нижнекамск, Россия*

## IMPLEMENTING EXPERIENCE OF COMPUTER SIMULATION OF PROCESS UNITS AT JCS «TANECO»

**R.Z. Shaykhutdinov, M.K. Gilmutdinov**

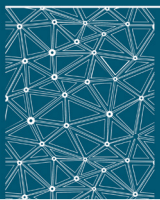
*JSC «TANECO», Nizhnekamsk, Russia*

В условиях повышения налоговой нагрузки Российская нефтепереработка постепенно переходит в условия жесткой рыночной конкуренции, поэтому важнейшей задачей становится повышение эффективности производства. С одной стороны этому способствует максимальная выработка наиболее маржинальных продуктов в текущей рыночной ситуации, с другой – эксплуатация производств с минимальными издержками. Одним из подходов к повышению эффективности является применение средств компьютерного моделирования химико-технологических процессов на всех стадиях производства продукции. В АО «ТАНЕКО» развиваются три основных направления, связанных с компьютерным моделированием.

Первое направление – это разработка и внедрение обучающих компьютерных тренажеров для операторов технологических установок, обеспечивающие приобретение навыков эффективного и безопасного управления производственным процессом. В АО «ТАНЕКО» на сегодняшний день функционируют тренажеры всех действующих установок.

Второе направление – технологическое моделирование на основе общих, физически обоснованных уравнений с разной степенью эмпиричности. Специалисты АО «ТАНЕКО» имеют опыт моделирования химико-технологических процессов с использованием различных программных пакетов, таких как Aspen Hysys, Proll, VMGSim. Уже замечены эффекты применения технологического моделирования в решении актуальных инженерных задач эксплуатации: расчет товарных свойств нефтепродуктов и материальных балансов, определение рецептур смешения узких фракций при производстве моторных топлив, анализ «узких мест» и диапазона работоспособности технологического оборудования, оптимизация технологического режима и управления. К примеру, моделирование стабилизатора бензина и трубопровода ШФЛУ показало возможность понижения давления в ректификационной колонне, что приведет к снижению расхода теплоносителя на 20%.

Третьим направлением применения моделирования, осваиваемым в АО «ТАНЕКО», является усовершенствованное управление технологическими процессами (англ. APC – Advanced Process Control). APC реализует многомерное управление технологическими процессами на основе прогнозирующих моделей. Параметры моделей определяются в результате идентификации модели по статистическим данным с процесса. В АО «ТАНЕКО» внедряются APC решения альянса компаний Shell и Yokogawa Electric. На сегодняшний день завершены работы по внедрению системы на установках ЭЛОУ-АВТ-7, Висбрекинг и Стабилизация нефти. Ведется эскизное проектирование APC на Комбинированной установке гидрокрекинга. Система управления APC позволила повысить качество управления процессом висбрекинга, стабилизировать температуру на выходе из печей, что привело к стабилизации качества котельного топлива и увеличению межремонтного пробега установки. Экономический эф-



фekt от стабилизации вязкости котельного топлива составил 46 млн. руб. в год. Подтвержденный годовой экономический эффект от внедрения APC на ЭЛОУ-АВТ-7 составил 70 млн. руб. Все это позволяет сделать вывод о том, что внедрение высокотехнологичных средств автоматизации позволяют значительно повысить эффективность производств АО «ТАНЕКО».



**ТЕХНОЛОГИЯ ЭПОКСИДИРОВАНИЯ ПРОПИЛЕНА НА ОСНОВЕ  
МОДИФИЦИРОВАННОГО МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИЗАТОРА**

**Р.Р. Шарифуллин, Е.В. Куск**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

**TECHNOLOGY OF PROPYLENE EPOXIDATION USING MODIFIED  
MOLYBDENUM-CONTAINING CATALYST**

**R.R. Sharifullin, E.V. Kusk**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

В последние годы в мировой экономике наблюдается постоянное увеличение стоимости сырья и энергоносителей, поэтому возникает потребность в создании новых технологий, характеризующихся меньшими расходами сырья и энергоносителей, и наносящих меньший урон окружающей среде.

Одним из вариантов решения этих проблем на совместном производстве стирола и оксида пропилена является переход производства на новую технологию приготовления катализатора эпoxидирования пропиленa гидропероксидом этилбензола, которая осуществляется на основе использования в качестве исходного молибденсодержащего соединения парамолибдата аммония.

Проведены исследовательские работы по приготовлению высокоэффективного молибденсодержащего гликолевого катализатора гидропероксидного эпoxидирования пропиленa и утилизации кубового продукта колонны выделения товарного пропиленоксида поз. Кт-320 цеха № 2506 производства № 2 завода СПС ПАО «Нижнекамскнефтехим».

Проведенная работа позволила установить возможность получения и применения нового катализатора эпoxидирования, приготовленного на основе парамолибдата аммония и пропиленгликоля, полученного из кубового продукта колонны выделения оксида пропиленa, который не уступает или превосходит по селективности стандартный КМК в реакции гидропероксидного эпoxидирования  $\alpha$ -олефинов фракции  $C_8$  - кинетического аналога пропиленa.

Преимуществами гликолевого катализатора эпoxидирования являются:

- более высокое содержание растворенного молибдена (3÷4 % мас.);
- альтернативный источник сырья молибдена;
- отказ от применения этилового спирта и гидропероксида этилбензола на стадии приготовления катализатора.





**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ С ВЫДЕЛЕНИЕМ  
ГАЗОВ - СЫРЬЯ НЕФТЕХИМИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГАЗПРОМ НЕФТЕХИМ САЛАВАТ»****М.Ю. Юрьев,<sup>1</sup> В.А. Будник,<sup>1</sup> А.А. Абдуллаев<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ООО «НТК Салават»<sup>2</sup> ОАО «Газпром нефтехим Салават», г. Салават, Россия**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF WASTE PROCESSING WITH THE RELEASE OF  
GASES - PETROCHEMICAL FEEDSTOCK IN THE CASE OF****JSC "GAZPROM NEFTEKHIM SALAVAT"  
M.Yu Yuriev<sup>1</sup>, V. A. Budnik<sup>1</sup>, A. A. Abdullaev<sup>2</sup>**<sup>1</sup> LLC "NTK Salavat"<sup>2</sup> JSC "Gazprom neftekhim Salavat", Salavat, Russia

Твердые бытовые отходы нефтешламы и органические отходы, накопленные в мазутных ямах, - это богатый источник вторичных ресурсов (в том числе черных, цветных, редких и рассеянных металлов), а также «бесплатный» энергоноситель. Как известно, подавляющая масса ТБО в мире пока складывается на мусорных свалках, стихийных или специально организованных в виде «мусорных полигонов». Однако это самый неэффективный способ борьбы с ТБО, так как мусорные свалки, занимающие огромные территории часто плодородных земель и характеризующиеся высокой концентрацией углеродсодержащих материалов (бумага, полиэтилен, пластик, дерево, резина), часто горят, загрязняя окружающую среду отходящими газами. Кроме того, мусорные свалки являются источником загрязнения как поверхностных, так и подземных вод за счет дренажа свалок атмосферными осадками.

Современные способы утилизации и переработки отходов включают в себя термические, химические, физико-химические и биологические методы. Наиболее перспективными и экономически целесообразными являются термические способы переработки отходов, включающие в себя пиролиз и газификацию отходов.

В процессе термической переработки отходов можно получить следующие целевые продукты: синтез-газ и компонент дизельного топлива. Отходами производства является металлический шлак, который возможно использовать в качестве строительных материалов.

Стоит заметить, что экономически целесообразными будут технологии, рассчитанные на объем переработки ТБО только крупных городов (с населением более 1 000 000) или крупных агломератов городов.

В качестве примера рассмотрим технологию утилизации ТБО и накопленных органических отходов ОАО «Газпром нефтехим Салават». Выбранная сортировочная станция должна обеспечивать производительность: по ТБО городов Салават и Ишимбай в количестве 47 000 и 42 500 т/год, промышленным образующимся отходам в количестве

2571,38 т/год (отходами в данный момент размещаемыми на карьере рекультивации суглинков и передающимся сторонним организациям).

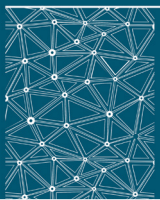
Отсортированная часть отходов поступает на комплекс термической переработки в ориентировочном расчетном количестве около 10000,00 т/год вместе с промышленными отходами в количестве 8202,37 т/год и отходами с мазутных ям (при условии их выработки за 10 лет) в количестве 2090,70 т/год. Итого расчетная мощность комплекса термической переработки ориентировочно составляет 20564 т/год. Предварительные расчеты показали, что в процессе переработки заданного сырья возможно получить 55% синтез газа (11309,34 т/год) и 20% компонента ДТ (4134 т/год); остальная часть продуктов представлена металлическим шламом.

## Литература

1. О.М. Бокрис. Химия окружающей среды. М.: Химия, 1982. –671 с.

2. Небел Б. Наука об окружающей среде. М.: Наука, 1993. – 386 с.

3. Чертков Я.Б. Неуглеводородные соединения в нефтепродуктах. М.: Химия, 1964. – 320 с.



**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ УЗЛА ПОЛУЧЕНИЯ  
ПАРА РАЗБАВЛЕНИЯ ЭТИЛЕНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**А.А. Якупов, Д.И. Хасанова**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

**OPTIMIZATION OF DILUTION STEAM TREATMENT BY REAGENT BEFORE USING  
IN PYROLYSIS UNIT FOR ETHYLENE PRODUCTION**

**A.A. Yakupov, D.I. Khasanova**

*Nizhnekamskneftekhim, Nizhnekamsk, Russian Federation*

Для снижения парциального давления углеводородов процесс пиролиза проводят в присутствии водяного пара (пара разбавления). Качество пара разбавления сказывается на коррозионной стойкости металла труб печей пиролиза, оборудования и трубопроводов узла получения пара разбавления и определяет длительность их эксплуатации. Кроме того, состав пара разбавления оказывает влияние на образование примесей при пиролизе. Основными показателями качества пара разбавления являются величина pH, концентрация солей и наличие углеводородов. Получение пара разбавления осуществляют путем выделения и подготовки водного конденсата из парогазовой смеси после печей пиролиза. В водном конденсате растворяются кислые газы, такие как,  $H_2S$ ,  $CO_2$  и органические кислоты, что приводит к снижению pH водного конденсата до 4-5. Нейтрализацию воды осуществляют на стадии прямой водной закалки парогазовой смеси и на стадии подготовки воды для получения пара за счет добавки в систему щелочных реагентов – обычно гидроксида натрия. Однако этот реагент имеет сильно щелочную среду, что не позволяет четко регулировать pH в заданном интервале, а также натрий при уносе с паром разбавления на печи пиролиза катализирует образование кокса при пиролизе,  $CO_2$  и приводит к щелочной коррозии змеевиков пиролиза. Для исключения этих недостатков нами предложено для поддержания pH технологических потоков использовать водный раствор моноэтаноламина. Как показали опытно-промышленные испытания снижение дозировки раствора гидроксида натрия в воду на стадии закалки и его замена на стадии подготовки (технологической) воды на раствор моноэтаноламина позволили исключить унос ионов натрия с паром разбавления и четко регулировать pH закалочной воды. В связи с тем, что моноэтаноламин имеет низкий коэффициент распределения с паром и он, преимущественно, выводится с продувочной водой. Для ингибирования коррозии трубопроводов пара разбавления в линию технологической воды дозируются реагенты на основе летучих аминов. Для замены импортных ингибиторов коррозии нами была разработана композиция на основе моноэтаноламина с добавками летучих аминов и поглотителя кислорода. Лабораторные испытания показали, что разработанная ингибирующая композиция по эффективности не уступают зарубежным аналогам. В 2016 году на заводе Этилена ПАО «Нижнекамскнефтехим» запланированы опытно-промышленные испытания разработанной ингибирующей композиции.



**ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИ- $\alpha$ -ОЛЕФИНОВЫХ МАСЕЛ ОЛИГОМЕРИЗАЦИЕЙ ОКТЕНА-1 В  
ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ  
ХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ**

**А.Р. Якупова, Д.В. Сагитова, Р.А. Ахмедьянова, К.Е. Буркин,  
М.С. Ахмедьянов, Д.Г. Милославский**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический  
университет», г. Казань, Россия*

**SYNTHESIS OF POLY- $\alpha$ -OLEFIN OILS BY OLIGOMERIZATION OCTENE-1 IN  
THE PRESENCE OF CATALYTIC COMPLEXES BASED ON ALUMINUM CHLORIDE**

**A.R. Yakupova, D.V. Sagitova, R.A. Akhmedyanova, K.E. Burkin,  
M.S. Akhmedyanov, D.G. Miloslavskiy**

*FGBOU VPO «Kazan National Research Technological University»,  
Kazan, Russia*

В ряду синтетических жидкостей, используемых в качестве компонентов смазочных материалов для авиационной и наземной техники полиальфаолефиновые масла (ПАОМ) занимают важное место. Их роль в улучшении эксплуатационных свойств смазочных материалов с каждым годом возрастает, расширяются области их применения в наиболее ответственных и напряженных узлах и механизмах.

Олигомеры высших линейных  $\alpha$ -олефинов широко используются в качестве основы для получения синтетических смазочных масел различного назначения, поскольку поли- $\alpha$ -олефиновые масла обладают лучшим сочетанием физико-химических свойств по сравнению с нефтяными смазочными маслами [1].

Показана возможность получения поли- $\alpha$ -олефиновых масел олигомеризацией октена-1 в присутствии винилацетатного комплекса хлорида алюминия (ВАКХАТ) и ионных жидкостей состава тетраметиламмоний хлорид (ТМАХ): хлорид алюминия и триметиламмоний гидрохлорид (ТМАГХ): хлорид алюминия. Подобраны оптимальные условия олигомеризации октена-1 в присутствии каталитического комплекса ВАКХАТ, обеспечивающие получение олигооктена с требуемой кинематической вязкостью  $\alpha=16$  мм<sup>2</sup>/с:  $T_{\text{олиг-ии}}=(70\div75)^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha_{\text{олиг-ии}}=60$  мин,  $T_{\text{мах доз-ия}}=68^{\circ}\text{C}$ .

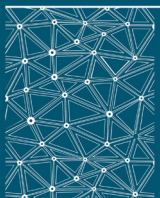
Однако применение каталитического комплекса ВАКХАТ требует последующего его разложения, нейтрализации и промывки полученного олигомеризата. В результате образуется большое количество загрязненных сточных вод. Поэтому актуальным является поиск новых экологических катализаторов олигомеризации октена-1, в этом плане перспективны ионные жидкости.

При использовании указанных выше ионных жидкостей, наибольшую активность проявила ионная жидкость  $T_{\text{МАХ}}$ : хлорид алюминия, позволившая получить олигооктен с кинематической вязкостью  $\alpha=5,58$  мм<sup>2</sup>/с при  $T_{\text{олиг-ии}}=90^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{мах(олиг-ии)}}=110^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha_{\text{олиг-ии}}=120$  мин.

Таким образом, ионные жидкости могут быть использованы в качестве катализаторов олигомеризации октена-1. Необходимо подобрать оптимальные условия олигомеризации октена-1 в их присутствии с целью получения олигооктена с кинематической вязкостью, необходимой для его использования в качестве основы смазочных масел.

Литература

1. Цветков, О.Н. Полиальфаолефиновые масла: химия, технология, применение.–М: "Техника", ТУМА ГРУПП, 2006. – 192с.

**СЕКЦИЯ “ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ”  
SECTION “INDUSTRIAL ECOLOGY”****МОДЕРНИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ НЕФТЯНОЙ И  
ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ****И.Ш. Абдуллин, Р.Г. Ибрагимов, О.В. Вишнеvская,  
В.В. Вишнеvский, Н.В. Осипов***ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Россия***MODERNIZATION MATERIALS OF THE WORKWEAR FOR OIL AND GAS INDUSTRY****I. Sh. Abdullin, R.G. Ibragimov, O.V. Vishnevskaya, V.V. Vishnevskiy, N.V. Osipov***Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation*

При изготовлении спецодежды учитываются самые высокие требования: она должна соответствовать отраслевым особенностям предприятия, условиям труда, климата, уровня физической нагрузки сотрудника и множество других факторов. Все чаще для создания спецодежды для нефтяной и газовой промышленности используются современные материалы с мембранным покрытием, которые с одной стороны, придают гидрофильным волокнам способность отталкивать нефтепродукты, а с другой - обеспечивают паропроницаемость всего материала. Тем не менее, материалы с мембранным покрытием обладают некоторыми недостатками, такими как относительно высокая уязвимость для различных загрязняющих агентов, забивающих поры, низкая паропроницаемость и другие [1].

Эффективным способом повышения эксплуатационных свойств материалов с мембранным покрытием является плазменная модификация. Целенаправленное изменение поверхностных и структурных свойств материалов с мембранным покрытием в результате их плазменной обработки дает возможность управлять эксплуатационными свойствами этих материалов [2].

Модификация двухслойного плащевого материала из полиэстера «Климат 3» с мембранным покрытием из ПТФЭ неравновесной низкотемпературной плазмой (ННТП) в режимах  $U=3,5$  кВ,  $t=3;5$  мин, газ: аргон-пропан-бутан, приводит к повышению паропроницаемости материала (Рис. 1).

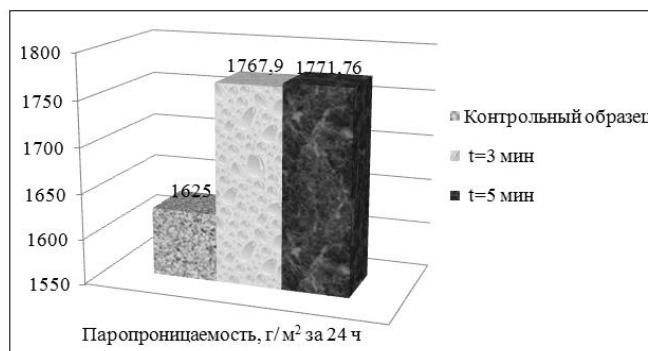


Рис. 1 – Диаграмма изменения паропроницаемости материала «Климат 3» до и после обработки ННТП

После обработки ННТП, паропроницаемость плащевого материала с мембранным покрытием «Климат 3» максимально увеличилась на 9 % в режиме  $U=3,5$  кВ,  $t=5$  мин. Плазменная модификация позволит вывести производство материалов с мембранным покрытием на более высокий качественный уровень.

## Литература

1. Абдуллин И.Ш., Ибрагимов Р.Г., Зайцева О.В., Вишневский В.В., Осипов Н.В. Современные ткани с мембранным покрытием// И.Ш. Абдуллин [и др.]/ Дизайн. Материалы. Технология. 2014. №5 (35). - С 25-29.
2. Абдуллин И.Ш., Нефедьев Е.С., Ибрагимов Р.Г., Зайцева О.В., Вишневский В.В., Осипов Н.В. Регулирование эксплуатационных свойств тканей с мембранным покрытием// И.Ш. Абдуллин [и др.]/ Вестник Казанского технологического университета. 2014. N 12. С. 34-36.

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОСОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ  
НЕФТИ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ****А.А. Алексеева, С.В. Степанова**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Российская Федерация*

**USING BIOSORPTION MATERIALS IN THE ELIMINATION OF ACCIDENTAL OIL SPILLS ON  
THE WATER SURFACE****A.A. Alekseeva, S.V. Stepanova**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation*

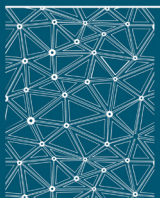
Одним из решений проблемы ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов является применение сорбционного метода. В качестве адсорбционных материалов могут использоваться различные по природе реагенты. В настоящее время уделяется большое внимание разработке природных (торф, опилки, листва, солома и т.д.) сорбционных материалов, имеющих ряд преимуществ: это возобновляемый и быстро восполняемый ресурс, легко регенерирующийся, обладающий достаточной сорбционной емкостью по отношению к нефти и нефтепродуктам, а отработанный можно использовать в качестве топливных брикетов.

В данной работе внимание обращено на использование в качестве материала для удаления пленки нефти с поверхности воды отходов злаковых культур (плодовых оболочек пшеницы, ячменя и овса), а также листового опада различных пород деревьев (березы, тополя и т.д.).

Предварительные эксперименты показали, что применение биосорбционных материалов для удаления пленки нефти с поверхности воды позволяет снизить концентрацию загрязняющего агента на 91%, при этом сами отходы растительного происхождения обладают хорошей плавучестью (33-97%), удельной поверхностью (11,4-11,9 м<sup>2</sup>/г). С целью увеличения сорбционной способности биосорбенты подвергались модификации: химической – путем обработки слабыми водными растворами органических и неорганических кислот при различном времени, физико-химической – высокочастотной плазмой пониженного давления в разнообразных режимах.

Выявлено, что увеличение сорбционной емкости биосорбционных материалов на 96-99% достигалось при использовании в качестве модификата высокочастотной низкотемпературной плазмы пониженного давления в среде пропан-бутана за счет увеличения удельной поверхности отходов до 19,8 м<sup>2</sup>/г.

Таким образом, биосорбционные материалы можно рекомендовать в качестве наполнителя бонов, предназначенных для сорбционной очистки водных и твердых поверхностей от аварийных разливов нефти (нефтепродуктов) путем установки сорбционных барьеров в виде основного или дополнительного рубежа удерживания на водотоках или вокруг технологического оборудования; для бонирования (стягивания тонких пленок) на водоемах и водотоках с небольшой скоростью течения; экранирования (изоляции) береговой полосы рек, водоемов, портовых и др. сооружений.

**ЭКСТРАКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ОКСИЭТИЛИРОВАННЫХ ИЗОНОНИЛФЕНОЛОВ****В.П.Архипов***Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Российская Федерация***EXTRACTION PROPERTIES OF OXYETHYLATED ISONONYLPHENOLS****V.P.Arkhypov***Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation*

Экстракционные свойства НП АВ - оксиэтилированных изононилфенолов (неонолов) [1] – обусловлены наличием верхнего температурного предела растворимости. Выше данного предела (температуры помутнения) однородный мицеллярный раствор мутнеет, разделяясь на обедненную и обогащенную ПАВ фазы. Обогащенная фаза состоит из агрегатов, образованных дегидратированными молекулами ПАВ, с размерами  $\sim 10^{-8}$  м. Фазовое разделение раствора НП АВ лежит в основе метода экстракции при температуре помутнения (СРЕ) [2].

Метод СРЕ используется преимущественно в аналитических целях для предварительного концентрирования органических и неорганических примесей, ионов металлов. В то же время имеются разработки по применению метода СРЕ для очистки сбросовых промышленных вод.

Концентрирование и извлечение температурно-нестабильных субстратов, например, белковых соединений, необходимо проводить при минимальных (по возможности) температурах. С целью уменьшения энергозатрат очистка сбросовых вод методом СРЕ также должна осуществляться при невысоких температурах.

Температура помутнения водорастворимых неонолов АФ9-8, АФ9-9, АФ9-10, АФ9-12 (С=1 вес%) лежит в интервале от 36 до 86 °С, что позволяет использовать их для СРЕ.

Нами был разработан ЯМР метод измерения эффективности СРЕ [3] и выполнены исследования экстракции фенола из водных растворов с помощью индивидуальных неонолов и их смесей друг с другом. Эффективность экстракции определяется сравнением интегральных интенсивностей линий экстрагируемого вещества в спектрах ЯМР до начала процесса экстракции и в обедненной ПАВ фазе после завершения процесса. Показано [3], что эффективность СРЕ фенола из водных растворов с применением индивидуальных ПАВ достигает 50-60%.

Исследовано также влияние добавок электролитов на эффективность экстракции фенола из водных растворов. Установлено, что зависимость температуры помутнения (1% вес.) водных растворов неонолов от концентрации соли в растворах является экспоненциальной. Показано [4], что высаливающее действие хлорида натрия позволяет понизить температуру помутнения и поднять эффективность экстракции фенола до 70-80%.

## Литература

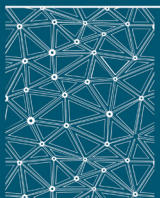
1. [www.elarum.ru/standarts/tu-2483-077-05766801-98](http://www.elarum.ru/standarts/tu-2483-077-05766801-98)
2. W.L.Hinze, E.Pramauro/ *Crit.Rev.Anal.Chem.*, 1993, 24, С.133-177.
3. V.P.Arkhypov, Z.Sh.Idiyatullin, E.F.Potapova, O.N.Antzutkin, A.V.Filippov/ *J. Phys. Chem. B*, 2014, 118, С.5480–5487.
4. В.П.Архипов, З.Ш. Идиятуллин /*Вестник Казанского технологического университета*, 2015, 18 (14), С.11-14.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОПУТНОЙ СЕРЫ В ТЕХНОЛОГИИ СУЛЬФИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ****Л.Р. Бараева, А.И. Туктарова, Р.Т. Ахметова, А.Ю. Ахметова***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия***USE OF ASSOCIATED SULFUR IN TECHNOLOGY OF SULPHIDIC MATERIALS****L.R. Baraeva, A.I. Tuktarova, R.T. Akhmetova, A.Y. Akhmetova***Federal State-Funded Educational Institution of Higher Professional Education "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia*

В последнее десятилетие в России наблюдается рост производства технической серы, как побочного продукта при переработке и очистке нефти. По прогнозам, мировой рынок серы до 2020 гг. будет иметь устойчивую тенденцию превышения производства над сбытом, превращая серу в многотоннажный отход производства. Ценные специфические свойства серы - гидрофобность, бактерицидные и связующие свойства, стойкость в кислых средах - создают неплохие предпосылки для расширения использования попутной серы в нетрадиционных материалоемких сферах. Для получения химически стойкого и сравнительно недорогого композиционного материала в качестве связующего может быть использована техническая сера. Разработка технологий серных материалов является актуальной, поскольку позволяет решить комплекс экономических, экологических и материаловедческих задач. Поскольку большинство известных технологий получения серных материалов сопряжены с плавлением инертной в обычных условиях серы, то исследования в этой области направлены преимущественно на перевод серы в менее токсичное состояние. Например, введением добавок различного назначения. Такими добавками, на наш взгляд, могут послужить электрофильные компоненты. Они, с одной стороны, могли бы активировать серу, способствуя раскрытию серной молекулы и образованию серных реакционно-активных радикалов [1]. С другой стороны, закрепляясь на поверхности аморфного диоксида кремния, выступающего в роли наполнителя по технологии молекулярного наслаивания, и увеличивая число активных центров, они способны повысить активность минерального компонента [2]. В качестве добавок мы опробовали хлориды железа, цинка, алюминия и титана [3]. В результате такого «двойного взаимодействия», обусловленного формированием новых химических связей и образованием оптимальной макроструктуры, появлением взаимодействия между серным вяжущим, наполнителем и заполнителем, формируются материалы с высокими механическими свойствами. Полученные сульфидные материалы обладают прочностью на сжатие до 70 МПа. Образцы оптимального состава обладают эксплуатационными свойствами, соответствующими требованиям ГОСТа.

## Литература

1. Воронков М.Г., Вязанкин Н.С., Дерягин Э.Н. Реакции серы с органическими веществами. Новосибирск: Наука, 1976. 368 с.
2. Малыгин А.А. Химическая сборка поверхности твердых тел методом молекулярного наслаивания // Саровский образовательный журнал. 1998. №7. С. 58-64.
3. Роль модифицирующих добавок в технологии неорганических сульфидов и материалов на их основе / А.А. Юсупова, Л.Р. Бараева, Г.И. Сабахова, Т.Г. Ахметов и др. // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т.16. №10. С.84-87.



**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ БУРОВЫХ  
ШЛАМОВ И НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ  
БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА**

**Е.С. Белик, Т.Н. Морозова, Л.В. Рудакова, И.С. Глушанкова**

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
г. Пермь, Россия*

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF OIL-CONTAMINATED DRILL SLUDGE  
AND OIL-CONTAMINATED SOIL RECOVERY WITH BACTERIAL PREPARATIONS**

**E.S. Belik, T.N. Morozova, L.V. Rudakova, I.S. Glushankova**

*Perm National Research Polytechnic University,  
Perm, Russia*

Одной из основных экологических проблем при добыче, транспортировке, хранении и переработке нефти является образование нефтезагрязненных почв (НЗП), грунтов (НЗГ) и буровых шламов (НБШ). Разработка эффективной технологии ремедиации и детоксикации НЗП, НЗГ и НБШ является важнейшей экологической задачей.

Распространенной технологией очистки от нефтяных загрязнений является технология биоремедиации, в основе которой заложен принцип самоочистки нефтезагрязненных территорий с помощью углеводородоокисляющих микроорганизмов. Использование специальных бактериальных препаратов позволяет повысить эффективность процесса очистки от углеводородов нефти за счет увеличения численности нефтеокисляющих микроорганизмов [1, 2].

Цель работы – очистка НЗП и НБШ от нефтяных углеводородов с помощью бактериального препарата.

Объектом исследования служила загрязненная нефтью почва, содержание нефтепродуктов  $38,4 \pm 9,6$  г/кг, а также буровой шлам с содержанием нефтепродуктов  $0,6 \pm 0,1$  г/кг.

Экспериментальные исследования по очистке и детоксикации НЗП и НБШ от нефтяных углеводородов были проведены в лаборатории и на опытно-промышленной площадке.

Для интенсификации очистки от нефти и нефтепродуктов использовали бактериальный препарат на основе нефтеокисляющих микроорганизмов, иммобилизованных на буром угле.

Комплексные лабораторные исследования позволили изучить ускорение физико-химических и биохимических процессов самоочистки и детоксикации НЗП и НБШ, а также определить необходимую дозу вносимого бактериального препарата.

Опытно-промышленные испытания по биоремедиации нефтезагрязненных буровых шламов и нефтезагрязненных почвогрунтов с использованием бактериального препарата показали, что за два месяца происходит снижение содержания нефтепродуктов. Эффективность очистки составила 96 %.

На основании проведенных исследований разработана технология ремедиации нефтезагрязненных буровых шламов, нефтезагрязненных почв и грунтов с помощью бактериального препарата с получением технических грунтов.

Литература

1. Назарько М.Д. [и др.]. Перспективы использования микроорганизмов для биодegradации нефтяных загрязнений почв. // Известия вузов. Пищевая технология, №4, 2004г.

2. Калинин В. Бактерии против нефтезагрязнений / Нефтяное хозяйство, 2015, - № 3. С. 96-97.



**БИОСОРБЕНТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ****Е.С. Белик, Т.Н. Морозова***Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
г. Пермь, Россия***BIOSORBENTS FOR LIQUIDATION OF OIL POLLUTIONS****E.S. Belik, T.N. Morozova***Perm National Research Polytechnic University,  
Perm, Russia*

Ликвидация нефтяных загрязнений природных сред, а также отходов, содержащих нефтепродукты, является актуальной проблемой промышленных предприятий.

В связи с длительностью естественных процессов деструкции нефтяных загрязнений природных сред преимущественное значение приобретает применение биопрепаратов (бакпрепаратов и биосорбентов), интенсифицирующих процесс очистки.

В России биопрепаратами называют препараты, полученные на основе штаммов микроорганизмов, имеющих разрешения санитарно-эпидемиологических служб на их производство и применение. В основном они различаются используемыми штаммами, имеющими различные физиолого-биохимические свойства (термотолерантность, осмофильность, оптимальные для роста значения pH, способность включать в метаболические процессы разные загрязняющие нефтепродукты), определяющие эффективность применения биопрепаратов в разных почвенно-климатических зонах и средах, для удаления различных по химическому составу загрязнений. Исследования по их получению направлены на подбор культур микроорганизмов, выбор форм препаратов, разработку технологии их применения [1]. Наибольшую эффективность очистки обеспечивает иммобилизованная суспензия клеток моно- и смешанных культур микроорганизмов, обеспечивающих деградацию не только нефтепродуктов, но и др. загрязнений (напр. тяжелых металлов) на носителе (сорбенте), обладающем сорбционными свойствами по отношению к углеводородам, с внесением различных добавок (компонентов питания, ПАВ и т.д.). Носитель обеспечивает защиту клеток микроорганизмов от внешних воздействий (выветривания, вымывания, прямого действия солнечных лучей, при контакте с повышенными концентрациями загрязнения и т.д.). Наряду с этим материал, используемый в качестве носителя, должен отвечать определенным характеристикам: размер пор, сорбционная емкость, истинная и насыпная плотность, прочность, токсичность, стоимость,

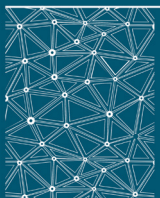
Проведенный анализ применяемых материалов для очистки от нефтяных загрязнений свидетельствует о перспективе использования в качестве носителя модифицированных углеродсодержащих отходов производства и потребления (отходы добычи нефти и ее переработки, лесоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, отходы полимерных материалов), позволяющих снизить объемы накопленных и размещаемых на полигонах отходов. Это даст возможность получать материалы с заданными сорбционными свойствами и требуемыми техническими характеристиками (высокая стойкость к агрессивным средам и воздействию температуры, способность к регенерации и повторному использованию) [2].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00424 мол\_а.

## Литература

1. *Прикладная экобиотехнология. Т.1 / Кузнецов А.Е. [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 629 с.*

2. *Рудакова Л.В. [и др.]. Технологические основы получения биосорбента на основе модифицированных углеродсодержащих отходов для очистки НЗП // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 9. – с. 114-117.*

**УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ЖИДКОГО ТОПЛИВА, ПОЛУЧЕННОГО  
ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ****С.В. Буренков, С.А. Забелкин, А.Н. Грачёв**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
г. Казань, Российская Федерация*

**IMPROVING THE PROPERTIES OF LIQUID FUELS OBTAINED FROM WASTE WOOD****S.V. Burenkov, S.A. Zabelkin, A.N. Grachev**

*The federal state budget educational institution «Kazan state technological university»  
Kazan, Russian Federation*

В настоящее время использование альтернативных источников энергии становится все более актуальным. Методом получения более дешевого и экологичного источника энергии может стать быстрый пиролиз органического сырья. Быстрый пиролиз представляет собой процесс термического разложения органических материалов при температуре 450-550°C без доступа кислорода и малом времени пребывания продуктов в зоне реакции (1-2 с). Основным продуктом быстрого пиролиза древесины является бионефть.

Бионефть обладает сложным химическим составом, что затрудняет её применение в промышленности. Одним из нежелательных компонентов при энергетическом использовании бионефти являются кислоты, так как они увеличивают коррозионность, а так же снижают её теплоту сгорания. С целью снижения содержания кислот в бионефти может применяться процесс этерификации. Для определения содержания кислоты было использовано несколько методик: газовая хроматография, безводное потенциометрическое титрование, титрование содой, титрование водорастворимой части бионефти. Наиболее точным и простым в исполнении методом стал метод титрования водорастворимой части бионефти. В результате было определено, что содержание уксусной кислоты в бионефти составляет 12,5 % [1].

После отработки методики по определению точного содержания кислоты было проведено исследование по этерификации бионефти. Были проведены исследования по определению основных режимных параметров реакции этерификации. Для этого был проведён ряд экспериментов с изменением таких параметров как температура реакции (50-85°C), время проведения реакции (30 мин. – 3 ч.), вид катализатора ( $BaAl_{12}O_{19}$ , ионообменная смола КУ-2-8), мольное соотношение бионефть : этанол (1:2,5; 1:5) [2].

По итогам проведённого исследования был сделан вывод о том, что вид катализатора существенного влияния на процесс не оказывает, при увеличении температуры от 50 до 85°C степень конверсии поднимается с 15 до 35 %. Также при увеличении доли этилового спирта с 1:2,5 до 1:5 содержание кислоты уменьшается на 1,5%, а степень конверсии увеличивается с 14% до 30%. При увеличении времени выдержки реакционной смеси степень конверсии увеличивается на 17%, а содержание кислоты уменьшается на 3%.

Также было отмечено, что при этерификации бионефти удаётся изменить запах обработанной жидкости от чрезвычайно раздражающего до нераздражающего. Это является следствием образования этилацетата. Однако кислотность пиролизной жидкости существенно не менялась из-за наличия в её составе фенолов и кислого характера катализатора. Для снижения кислотности требуется проведение дальнейших исследований.

## Литература

1. Гелетуца Г.Г., Железная Т.А. Обзор современных технологий получения жидкого топлива из биомассы быстрым пиролизом. Часть 1 // Экотехнологии и ресурсосбережение.-2000.-№2.- С. 3-10.

2. F. H. Mahfud, I. Melian-Cabrera, R. Manurung and H. J. Heeres, *Process Saf. Environ. Prot.*, 85(B5), 466 (2007).



**РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В СИСТЕМЕ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЦИКЛОНОВ****С.И. Валеев, В.А. Булкин***Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ),  
г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация***SOLUTION THE ENVIRONMENTAL CONCERNS IN SYSTEM OF CIRCULATING WATER  
SUPPLY USING HYDROCYCLONES****S.I. Valeev, V.A. Bulkin***Kazan National Research Technological University ("KNRTU"),  
Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation*

Одним из перспективных направлений аппаратурного оформления для очистки сточных вод в системе оборотного водоснабжения предприятий энергетики, нефтехимии, автомобильных хозяйств является применение гидроциклонов [1].

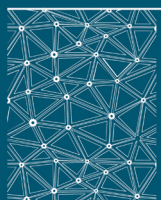
Отстойники, построенные для очистки сточных вод в системе оборотного водоснабжения, как правило, не обеспечивают требуемой степени очистки, не смотря на относительно большие габариты (длиной до 7.2 м). Применение безнапорных гидроциклонов ( $D=2.2$  м), также не привело к желаемым результатам. Безнапорные гидроциклоны успешно применяются для очистки водных объектов от плавающего слоя нефти. Но следует отметить, что они предназначены только для отделения из воды нефти, находящейся в виде пленки или слоя на свободной поверхности, т.е. они осуществляют функции сбора нефти с поверхности. Выделение из воды нефтяных капель в эмульгированном состоянии производят в цилиндрических противоточных гидроциклонах ( $D=50$  мм) [2].

Очистку сточных вод названных производств с целью их повторного использования целесообразно производить по следующей схеме. Сточные воды поступают в приемный резервуар оборудованный контейнером для задержания крупных предметов. Насосами сточные воды направляются на очистку, в частности в напорные цилиндрикоконические гидроциклоны, в которых происходит отделение крупных (механических) примесей со сбросом их в бункер. Пройдя цилиндрикоконические гидроциклоны, тонкослойные отстойники, сточные воды поступают в цилиндрические гидроциклоны для очистки от нефтепродуктов. После гидроциклонов очищенная вода направляется на флотаторы, коалесцирующие или сорбционные фильтры. Очищенная вода возвращается в водооборотную систему производства.

Как показывает технико-экономические сравнения [3] при внедрении цилиндрических противоточных гидроциклонов капитальные вложения на строительство очистных сооружений сокращаются в несколько раз, а эксплуатационные затраты снижаются на 15 %, улучшаются санитарно-экологические условия эксплуатации. Не менее важным преимуществом схемы с гидроциклонами является значительная экономия площадей. В данном случае площадь занимаемая гидроциклонной установкой в 10 раз меньше площади, которая потребовалась бы для размещения резервуаров-отстойников.

## Литература

1. Лесин А.В., Валеев С.И., Булкин В.А. Перспективы развития суспензий и эмульсий в гидроциклонах // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.18, № 10, с.55-57.
2. Валеев С.И., Булкин В.А. Гидродинамика цилиндрического гидроциклона с удлиненным верхним сливным патрубком // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.18, № 20, с.231-232.
3. Валеев С.И. Очистка сточных вод в гидроциклонах систем оборотного водоснабжения. Дис.... канд.техн.наук. Казань. 2000.

**ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ****А.А.Вершинин, А.М.Петров, И.В.Князев, Ф.М.Абдуллина***Институт проблем экологии и недропользования АН РТ**г. Казань, Россия***INFLUENCE OF OIL CONTAMINATION ON THE RESPIRATORY ACTIVITY OF SOILS****A.A.Vershinin, A.M.Petrov, I.V. Knyazev, F.M.Abdullina***Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy  
of Sciences, Kazan, Russia*

Способность почв преодолевать негативное воздействие нефтяных загрязнений зависит от их типа, состава микрофлоры, дозы и природы загрязнителя, что требует учета этих факторов при разработке планов рекультивационных мероприятий, направленных на возврат земель в хозяйственный оборот.

Цель исследований - изучение дыхательной активности дерново-подзолистых (ДП) почв разного гранулометрического состава в условиях длительного воздействия нефтяного загрязнения. В модельных экспериментах были использованы ДП среднесуглинистая (ДП1) и супесчаная (ДП2) почвы, исходно содержащие 4,8; 9 и 13% нефти. В ходе эксперимента поддерживались условия, обеспечивающие активный массообмен, оптимальную влажность и температуру. Определялись: базальное дыхание ( $V_{\text{базал}}$ ) - отражает скорость разложения органики; субстрат-индуцированное дыхание ( $V_{\text{СИД}}$ ) - индикатор активности микрофлоры; ( $C_{\text{мик}}$ ) - отражает содержание микробного углерода; коэффициент микробного дыхания (QR) - показатель устойчивости микробного сообщества.

Внесение нефти в почвы приводило к увеличению интенсивности дыхания ( $V_{\text{базал}}$ ,  $V_{\text{СИД}}$ ), уровень которого превышал контрольные значения на протяжении 180 суток эксперимента в опытных вариантах ДП1 и ДП2. При этом параметры дыхания ДП1 почвы превосходили показатели ДП2,  $C_{\text{мик}}$  в загрязненной ДП1 почве было выше, чем в ДП2.

Влияние нефтяного загрязнения на почвенный микробоценоз на 365-е сутки эксперимента, в первую очередь, прослеживалось в ДП2 и выражалось в более интенсивной эмиссии  $\text{CO}_2$ , повышенном содержании  $C_{\text{мик}}$  (таблица 1).

Таблица 1 - Дыхательная активность ДП почв при разных уровнях начального содержания нефти на 365-е сутки эксперимента

Вариант	$V_{\text{базал}}$ Мкг $\text{CO}_2$ /г час	$V_{\text{СИД}}$ Мкг $\text{CO}_2$ /г час	$C_{\text{мик}}$ МкгС/г	QR
ДП1 контроль	3,88	23,17	466	0,17
ДП1(4,8%)	2,73	14,85	299	0,18
ДП1(9,0%)	4,20	16,26	327	0,26
ДП1(13,0%)	7,09	16,88	336	0,43
ДП2 контроль	2,18	5,46	110	0,40
ДП2 (4,8%)	3,84	15,80	318	0,24
ДП2 (9,0%)	4,29	13,21	266	0,31
ДП2 (13,0%)	5,84	9,35	188	0,62

На 365-е сутки инкубации значения QR, свидетельствующие о неустойчивости почвенного микробоценоза, были зарегистрированы в вариантах, исходно содержащих 13% нефти.

Высокая биологическая активность ДП1 обусловила активную деструкцию нефти. При концентрации поллютанта 4,8, 9, 13% через 1 год инкубации остаточное содержание нефтепродуктов в ДП1 и в ДП2 составляло 23, 33, 34% и 23, 52, 47%, соответственно.

Таким образом, при разработке плана рекультивации загрязненных нефтью ДП почв особое внимание следует уделять легким по составу супесчаным почвам, микрофлора которых более подвержена негативному влиянию нефтепродуктов.

**МЕТОД ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧНОГО ТОПЛИВА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ****А. Р. Галимова***ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ), г. Казань, РФ***METHOD OF PRODUCTION FURNACE OIL FROM  
WASTE PETROLEUM PRODUCTS****A.R. Galimova***Kazan National Research Technical University named after  
A.N. Tupolev - KAI (KNRTU-KAI), Kazan, Russian Federation*

В настоящее время на предприятиях, связанных с применением или переработкой нефтепродуктов, скопилось огромное количество углеводородного сырья в виде различных жидких отходов нефтепродуктов, собранных из нефтеловушек, нефтешламы в накопителях, отработанные масла, отходы механических производств (в виде СОЖ), подтоварные воды с высоким содержанием нефтепродуктов.

Для сокращения количества не утилизируемых отходов нефтепродуктов и снижения уровня их воздействия на окружающую среду из отходов нефтепродуктов предлагается производство печного бытового топлива. Полученное печное бытовое топливо предназначено для коммунально-бытовых нужд производственных предприятий и предприятий сельского хозяйства при условии его соответствия ТУ 38.101656-2005 «Топливо печное бытовое (ТПБ)» [1].

В ходе приготовления топлива возможно использование различных жидких отработанных углеводородов, таких как масла индустриальные отработанные, отходы эмульсий и смесей нефтепродуктов (смешанные нефтеотходы) и др. Отработанные нефтепродукты, применяемые для производства топлива, должны соответствовать требованиям ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные. Общие технические условия» [2].

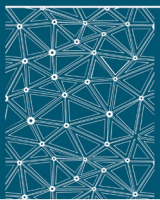
Технология производства печного топлива из отработанных нефтепродуктов состоит из следующих этапов: сбор отработанных нефтепродуктов, перемешивание и контроль качества. Сбор отработанных нефтепродуктов производится по группам. Отходы эмульсий и смесей нефтепродуктов (смешанные нефтеотходы) (бензин, керосин, всплывающая пленка) и отработанные масла должны собираться отдельно в специальные емкости или стандартные металлические бочки. По мере прохождения ассенизаторской машины, проводящей сбор в кузов отработанных масел и отходов эмульсий и смесей нефтепродуктов, происходит их перемешивание, путем их постепенного добавления в кузов автотранспорта.

Далее все отработанные нефтепродукты, собранные ассенизаторской машиной, сливаются в подземный резервуар, в котором происходит их естественное перемешивание и получение однородной массы за счет разности в плотности сырья. После добавления в емкость отходов нефтепродуктов и перемешивания, производится отбор пробы нефтепродуктов для определения их соответствия ТУ 38.101656-2005 «Топливо печное бытовое (ТПБ). Технические условия».

В случае несоответствия печного топлива техническим условиям производится корректировка путем добавления отработанных масел или отходов эмульсий и смесей нефтепродуктов (смешанных нефтеотходов) и проводится повторный анализ. При соответствии техническим условиям, производится их отправка на реализацию. Перед отправкой на реализацию исследование нефтепродуктов выполняет специализированная аккредитованная лаборатория.

## Литература

1. ТУ 38.101656-2005 «Топливо печное бытовое (ТПБ)»
2. ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные. Общие технические условия».

**ПОЛИМЕР-ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД****А.А. Гараев, В.Е. Проскурина, Ю.Г. Галяметдинов***Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия***POLYMER-HYBRID SYSTEMS IN THE WASTEWATER TREATMENT****A.A. Garaev, V.E. Proskurina, Yu.G. Galyametdinov***Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

Одной из многочисленных актуальных проблем глобального развития промышленных предприятий Республики Татарстан является многотоннажное образование сточных вод, содержащих большое количество примесей органического и неорганического характера. С целью соблюдения норм по охране окружающей среды и водных объектов актуальной и важной является задача очистки сточных вод с помощью процесса флокуляции, заключающегося во введении в дисперсную систему низких концентраций полимер-неорганических гибридов на основе ионогенных водорастворимых синтетических полиакриламидных флокулянтов и золь гидроксидов переходных металлов.

Для установления закономерности оптимального режима флокуляции на промышленных сточных водах, первоначально были проведены исследования на модельной суспензии  $TiO_2$  анатазной модификации в режимах свободного и стесненного оседания при дозированном введении гибридных систем.

Суспензия  $TiO_2$  (анатаз) (ТУ 6-09-2166-77) характеризовалась средним радиусом частиц дисперсной фазы  $= 1,5 \cdot 10^{-6}$  м, дзета-потенциалом  $\xi = -11$  мВ и плотностью  $\rho = 2,88 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Предложен простой способ получения полимер-неорганических гибридов при pH=3–4 и комнатной температуре, исключающий проведение полимеризации. Гибридные полимерные флокулянты были синтезированы путем смешения анионных полимеров – статистического сополимера акриламида с акрилатом натрия и с акрилатом калия, натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы – с золями гидроксидов переходных металлов. Методом вискозиметрии определены молекулярные массы гибридных образцов и концентрации ионогенных звеньев в их макромолекулах. Гибридные системы охарактеризованы методом ИК-спектроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа. Проанализировано влияние природы и концентрации гибридных систем на их флокулирующие показатели. Размер образующихся флокуляггрегатов был определен методом динамического светорассеяния на анализаторе размера частиц и дзета-потенциала серии Zetasizer Nano-ZS и методом оптической микроскопии на стереоскопическом микроскопе МСП-2. Установлена корреляция между величинами флокулирующего эффекта и средними размерами образующихся агрегатов-флокулов у анионных гибридных флокулянтов. Полученные на модельной суспензии  $TiO_2$  основные закономерности флокулирующего поведения полимер-неорганических гибридов были апробированы на реальной дисперсной системе – сточных водах с завода ПАО «Казаньоргсинтез».

Синтезированные нами гибридные органо-неорганические композиты являются высокоэффективными флокулянтами для очистки сточных вод, сбрасываемых промышленными предприятиями Республики Татарстан.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№15-03-01399).



**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ  
СТОЧНЫХ ВОД ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»  
ОТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА****Гиляева Г.В.<sup>1</sup>, Платонова О.А.<sup>2</sup>, Климова Л.А.<sup>2</sup>, Никонорова В.Н.<sup>1</sup>**<sup>1</sup> ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ<sup>2</sup> АО «МосводоканалНИИпроект», Москва, Россия**EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF COAGULANTS FOR SEWAGE TREATMENT  
"NIZHNEKAMSKNEFTEKHM" FROM THE INORGANIC PHOSPHOROUS COMPOUND****G.V. Gilaeva<sup>1</sup>, O.A. Platonova<sup>2</sup>, L.A. Klimova<sup>2</sup>, V.N. Nikonorova<sup>1</sup>**<sup>1</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia<sup>2</sup> AO MosvodokanalNIIProekt, Moscow, Russia

Концентрации фосфора на входе в очистные сооружения обычно находятся на уровне 8,0–12,5 мг/см<sup>3</sup>, тогда как на выходе не должны превышать 2 мг/см<sup>3</sup> на 10 тыс. жителей (1 мг/см<sup>3</sup> – при численности более 50 тыс. человек) [1]. При традиционной биологической очистке за счет отстаивания и биологических процессов общий фосфор удаляется на 20 - 40 %. Для более полного снижения содержания фосфора в очищенных сточных водах необходимы внедрять технологии глубокой биологической очистки или реагентной обработки, осуществляемой на отдельном технологическом узле.

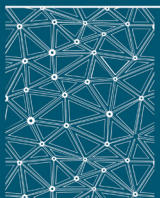
Процесс утилизация фосфорсодержащих соединений микроорганизмами весьма чувствителен к присутствию различного рода токсикантов и может стать неэффективным при очистке промышленных сточных вод, в которых содержится широкий спектр органических соединений [2].

В рамках данной работы проведены исследования по оценке результативности различных видов реагентов - коагулянтов для снижения содержания фосфатов в сточных водах. Оценена эффективность удаления фосфора из сточной воды (СВ) и возвратных потоков. Исследование выполнено по ступеням очистных сооружений и из возвратных потоков. Технологическая схема БОС предусматривает отдельную механическую и совместную биологическую очистку хозяйственно-бытовых СВ и химического стока. Сооружения отстойников химически-загрязненных стоков располагаются перед смесителями и характеризуются низкими показателями содержания неорганических фосфатов.

По результатам блока исследований сравнения эффективности использования минеральных коагулянтов для очистки сточных вод от соединений фосфора показано, что наиболее целесообразной точкой дозирования реагентов для удаления растворенных фосфат-ионов является усреднитель-смеситель химически-загрязненных и хозяйственно-бытовых сточных вод; в условиях исследуемого состава и показателей качества сточных вод наиболее эффективными реагентами оказались сульфат алюминия и РАСж. Использование ГОХА-8 также возможно, но сопряжено с отсутствием запаса надежности очистки сточных вод от фосфат-ионов до требований ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения и диктует увеличение расхода реагента на 30-50%; представляется рациональным исследовать пути оптимизации расхода коагулянта путем организации его дробного дозирования.

**Литература**

1. Савада Сигэки, Узко Каору. Способы удаления фосфатов из воды, 1983. Бюл. № 57-77984.
2. Васильев Б.В., Мишуков Б.Г., Иваненко И.И., Соловьева Е.А. Технология биологического удаления азота и фосфора на станциях аэрации// Водоснабжение и санитарная техника, 2001, № 5.



## ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**О.М. Горелова, М.А. Полетаева**

*ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Россия*

## PREPARATION OF ORGANOMINERAL SORBENTS FOR WATER PURIFICATION FROM OIL PRODUCTS

**O.M. Gorelova, M.A. Poletaeva**

*Altai State Technical University n.a. I.I. Polzunov, Barnaul, Russia*

При очистке сточной воды от нефтепродуктов материал, наряду с его высокой сорбционной емкостью, должен иметь низкую воспламеняемость, чему не соответствуют активированные угли, полимерные материалы, растительные остатки. Присутствие в сорбенте минеральной добавки (асбест хризотилковый, базальтовое волокно, волластонит) повысит его огнестойкость [1].

Нами проводились исследования по созданию органо-минерального сорбента, который бы отличался от аналогов (активированных углей БАУ, ДАК) универсальностью и предназначался для удаления из воды как нефтепродуктов, так и ионов металлов. Для получения сорбента использовалась скорлупа кедрового ореха - отход, объемы образования которого в Сибирском регионе значительны. Скорлупа кедрового ореха смешивалась с волокнистым хризотилковым асбестом марки А-6К-45 (ГОСТ 12871-93) в различных соотношениях по массе и подвергалась карбонизации на лабораторной пиролизной установке [2].

В работе осуществлялся поиск наилучшего соотношения (от 0% мас. до 100 % мас.) скорлупы кедрового ореха и асбеста в сырьевой массе, направляемой на карбонизацию.

Для вновь полученных материалов была изучена адсорбционная активность по йоду, определяемая по ГОСТ 4453-74 для товарных активированных углей.

Наибольшую сорбционную активность по йоду показал материал, при получении которого в сырьевой массе было 25 % масс. асбеста. Именно для него изучалась адсорбционная емкость по нефтепродуктам (НП) в статических условиях, которая достигала 12 мг/г. Подобные результаты показал активированный уголь известной марки ДАК. При проведении исследований по получению асбестоугольного сорбента нами было выявлено, что при совместной карбонизации скорлупы кедрового ореха и асбеста хризотилового происходит увеличение сорбционных свойств материала. Для объяснения этого факта был выполнен термогравиметрический анализ (ТГА) сырьевой смеси.

В ходе ТГА было установлено, что в присутствии асбеста потеря массы скорлупы происходит меньше. Это можно связать с тем, что в асбест из парогазового потока частично поглощает продукты разложения органики, которые при дальнейшем нагреве обугливаются, оставаясь на асбесте, что и создает материал с развитой углеродной поверхностью. По сорбционным свойствам новый материал, полученный без использования химических агентов активации, практически не уступает широко применяемым активированным углям.

Дальнейшие исследования следует ориентировать на замену асбеста на более экологически безопасные материалы, такие как волластонит или базальтовое волокно.

### Литература

1. Горелова, О.М. Получение органоминерального сорбента на основе скорлупы кедрового ореха / О.М. Горелова, А.В. Богаев, Н.Н. Телегина // Ползуновский вестник, №3, 2014. – с. 214-216

2. Богаев, А.В. Изучение закономерностей процесса пиролиза скорлупы кедрового ореха и получение на ее основе активированного угля с заданными свойствами / А.В. Богаев, О.М. Горелова, Э.С. Курочкин // Ползуновский вестник, №3, 2014. – с. 217-220



**ОРГАНИЗАЦИЯ ВХР ТЕПЛОСИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РЕАГЕНТОВ МАРКИ АМИНАТ****О.В.Гусева***ООО «НПФ Траверс»***ORGANIZATION OF WATER CHEMICAL OF TERMAL POWER EQUIPMENT  
USING AMINAT GRADE DOMISTRIC REAGENTS****O.V. Guseva***LLC «RPC Travers»*

Одним из основных видов теплосилового оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях являются паро-генерирующие установки, основное назначение которых - выработка пара для обеспечения технологических процессов. В связи с разнообразием технологических процессов, использующих пар, эксплуатируются различные паро-генерирующие установки – котлы-утилизаторы и энерготехнологические котлы с широким диапазоном рабочих давлений, все чаще применяемые в настоящее время змеевиковые прямоточные парогенераторы и т.п. Важной задачей является разработка и поддержание водно-химических режимов (ВХР) паровых котлов, обеспечивающих ограничение или полное предотвращение процессов коррозии паро-конденсатных трактов в теплофикационных циклах установок.

Внедрение импортного теплосилового оборудования на промышленных предприятиях потребовало и внедрения технологий, обеспечивающих надежную их эксплуатацию. В первую очередь к таким технологиям относилось использование готовых реагентов для поддержания коррекционных ВХР теплообменного оборудования. До недавнего времени чаще использовались именно импортные реагенты, которые поставлялись известными зарубежными компаниями, такими как NALCO, GENERAL ELECTRIC, ASHLAND, JURBY. Реагенты, поставляемые этими фирмами, эффективны, однако подчас неизвестны составы компонентов реагентов, процентное содержание активной составляющей, невозможность расчета и последующей корректировки доз реагента, может привести к неоднозначным результатам их внедрения. Кроме того, на сегодняшний день импортные реагенты характеризуются высокой стоимостью, что является серьезным ограничением в их применении.

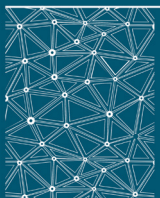
В связи с этим задача производства и внедрения отечественных реагентов, которые бы не уступали по эффективности и выигрывали бы в цене по сравнению с импортными реагентами, является актуальной. Одним из отечественных производителей реагентов для теплоэнергетики является научно-производственная фирма «Траверс» (ООО «НПФ «Траверс»), которая известна на российском рынке химической продукции уже более 25 лет.

При разработке состава реагентов марки АМИНАТТМ специалисты ООО «НПФ Траверс» используют огромный накопленный опыт «большой энергетики» и учитывают при особенности организации коррекционного ВХР для каждого типа оборудования.

Для контроля и оптимизации ведения коррекционных ВХР паро-генерирующих установок с использованием отечественных реагентов марки АМИНАТТМ специалистами ООО «НПФ «Траверс» разработаны методики определения активных составляющих реагентов в теплоносителе. Все методики имеют Свидетельства об аттестации ВНИИМС.

**Литература**

1. Акользин П.А. *Коррозия и защита металла теплоэнергетического оборудования*. М.: Энергоиздат, 1982
2. Субботина Н.П. *Водный режим и химический контроль на ТЭС* М.: Энергоатомиздат, 1985
3. *Правила эксплуатации электр-х станций и сетей РФ*. М.: Омега-Л, 2004

**ОЧИСТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ  
ПРОИЗВОДСТВА МДФ****Е.А. Данилова, Г.В. Маврин, Д.А. Харлямов***ФГБОУ ВПО Казанский Федеральный Университет, г. Набережные Челны, Россия***PURIFICATION OF OILY AQUEOUS SOLUTIONS WITH A COMBINATION OF WASTE  
PRODUCTION OF MDF.****E.A. Danilova, G.V. Mavrin, D.A. Kharlyamov***Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia*

Содержание нефтепродуктов (НП) в сточных водах (СВ) нередко превышает допустимые уровни [1] по причине несовершенства систем очистки на предприятиях, что обуславливает потребность в разработке предложений по доступным способам уменьшения остаточного количества НП в соответствующих стоках.

В представленной работе на основе отходов древесного волокна (ОДВ) производства МДФ плит получен композиционный сорбент (КС). С целью повышения эффективности сорбента на поверхность ОДВ производили осаждение магнетита. [2] Преимущество такого сорбционного материала по сравнению с немагнитными состоит в том, что при контактной очистке СВ использование магнитных сорбентов существенно упрощает адсорбционный процесс за счет проведения сорбции на больших скоростях и легкости отделения сорбента от растворов путем магнитной сепарации.

Для оценки эффективности полученного КС при очистке СВ от НП использовали модельные растворы. Адсорбцию проводили на лабораторной фильтрационной установке путем пропускания СВ с заданным расходом через заполненные КС стеклянные колонки (высота слоя сорбента – 50 мм, масса – 0,5 гр.). Через адсорбционный слой пропускали по 100 мл модельного раствора, загрязненного НП с различной концентрацией. Начальное и конечное содержание НП определяли на анализаторе КН-3. Для сравнения сорбционной способности КС представлены результаты очистки воды с применением ОДВ и угля марки БАУ-А.

Таблица 1- Результаты очистки модельных растворов от НП

Сорбционный материал	Концентрация НП±Δ, мг/дм <sup>3</sup>		Степень очистки, %
	до очистки	после очистки	
КС	163	22,7	86,1
ОДВ		31,5	78,7
БАУ-А		8,62	94,2
КС	1480	253	82,9
ОДВ		392	73,5
БАУ-А		118	92,0

Согласно полученным результатам, для активированного угля скорость расхода очищаемой воды составила 0,1–0,3 см<sup>3</sup>/мин, средняя эффективность очистки от НП – 93%. Высокую степень очистки (85%) при высокой скорости протекания СВ (18–23 см<sup>3</sup>/мин) проявил КС. Модифицирование поверхности волокна магнетитом позволило существенно увеличить сорбционную емкость ОДВ.

Таким образом, проведенные эксперименты позволяют в дальнейшем рассматривать КС в качестве недорогого и эффективного сорбента для очистки водных растворов от НП.

## Литература

1. *Постановление Правительства РФ от 29.07.2013 N 644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения».*

2. *Д.А. Харлямов, Р.Р. Зиннатов, Г.В. Маврин, И.Г. Шайхиев. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с применением магнитного композиционного сорбента на основе отходов древесного волокна. Научно-технический вестник Поволжья. - 2015. - №4. - С. 139-141.*

## ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ РАСТВОРАМИ КИСЛОТ НА НЕФТЕЕМКОСТЬ ОПИЛОК ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

Т.Р. Денисова<sup>1</sup>, И.Г. Шайхиев<sup>1</sup>, И.Я. Сиппель<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия,

<sup>2</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережные Челны, Россия

## THE INFLUENCE OF ACID SOLUTION TREATMENT ON HARDWOOD SAWDUST OIL SORPTION CAPACITY

T.R. Denisova<sup>1</sup>, I.G. Shaikhiev<sup>1</sup>, I.Ya. Sippel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia,

<sup>2</sup> Kazan (Volga region) Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia

При ликвидации нефтяных разливов с поверхности водных объектов наиболее перспективными являются альтернативные сорбционные материалы (СМ), по эффективности не уступающие синтетическим, однако имеющие широкую сырьевую базу, низкую стоимость и экологическую чистоту [1, 2], в частности, исследуемые в данной работе отходы деревообрабатывающего производства (опил ясеня *Fraxinus excelsior* и опил липы *Tilia cordata*).

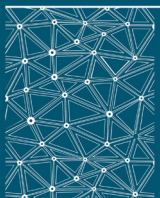
Для исследований использовалась фракция СМ с размером частиц 1 – 2 мм. В результате определения физико-механических характеристик СМ было установлено, что они обладают достаточно высокими показателями плавучести (60,4% и 64,4% для опила ясеня и липы, соответственно), что важно при сборе нефти с поверхности водных объектов, а также низкой зольностью (0,76% и 0,44%, соответственно), учитываемой при решении вопроса утилизации.

Эффективность нефтесорбентов оценивают, в первую очередь, по величине их нефтеемкости и степени гидрофобности, которые могут быть увеличены путем обработки растворами кислот [2]. Для определения влияния вида и концентрации раствора кислоты на показатель максимальной нефтеемкости была проведена модификация исследуемых материалов 0,5, 1 и 3%-ными растворами серной, азотной, ортофосфорной, соляной, уксусной и хлорной кислот. Результаты экспериментов по отношению к нефти карбонового и девонского отложений (НГДУ «Лениногорскнефть» ПАО «Татнефть») показали, что наибольшей нефтеемкостью по сравнению с исходными СМ обладают образцы, обработанные 3 %-ным раствором азотной кислоты (табл. 1).

Таблица 1 - Максимальная нефтеемкость исходных и обработанных опилок ясеня и липы по отношению к нефти

Модифицирующий реагент	Максимальная нефтеемкость опилок, г/г			
	Девонская нефть		Карбоновая нефть	
	Опилки ясеня	Опилки липы	Опилки ясеня	Опилки липы
3% HNO <sub>3</sub>	5,93	5,99	6,60	7,24
Без обработки	4,14	4,51	4,90	5,27

Определение свойств модифицированных образцов СМ показало, что кислотная обработка приводит к снижению насыпной плотности (при обработке 3% HNO<sub>3</sub> на 10,8% и 22,8% для опилок ясеня и липы, соответственно), а следовательно, повышению пористости СМ, и увеличению плавучести (на 29,5% и 10,1%, соответственно), что свидетельствует о повышении гидрофобности. Таким образом, изменение физико-механических свойств модифицированных образцов хорошо согласуется с увеличением максимальной нефтеемкости СМ.



Литература

1. S. Ibrahim, S. Wang, H.M. Ang. Removal of emulsified oil from oily wastewater using agricultural waste barley straw // *Biochemical Engineering Journal*. 2010. № 49. P. 78–83.

2. С.В. Степанова, А.Ш. Шаймарданова, И.Г. Шайхиев. Опал березы и ее химические модификаты для удаления нефти // *Вестник Казанского технологического университета*. 2013. № 14. С. 215-217.



**ОЧИСТКА СЕРНИСТО-ЩЕЛОЧНОГО СТОКА МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ**

**Л.Р. Зиганшина, Т.С. Ситмуратов, О.Г. Мукбиль, Д.П. Лукина,  
А.Р. Шангараева, А.А. Петухов, Е.И. Григорьев**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия*

**PURIFICATION OF SULFUR-ALKALINE WASTE BY OZONATION**

**L.R. Ziganshina, T.S. Sitmuratov, O.G. Moqbel, D.P. Lukina,  
A.A. Shangarayeva, A.A. Petukhov, E.I. Grigoryev**

*FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University",  
Kazan, Russia*

Известны методы очистки сернисто-щелочного стока (СЩС), основанные на нейтрализации кислотой с последующим удалением сероводорода (дегазацией). Существующие методы очистки сточных вод могут быть условно разделены на три группы:

- 1) физические, или безреагентные,
- 2) химические, или реагентные,
- 3) биохимические, или комбинированные.

В литературе имеются данные об использовании метода озонирования сточных вод химических производств.

В лабораторных условиях опробован метод очистки СЩС методом озонирования. Озонирование проводилось в барботажном реакторе при температуре 25°C и концентрации озона в озono-кислородной смеси (ОКС) не более 0,3-0,4 ммоль/л. Для исследования был использован образец СЩС, отобранный с установки «Этилена» завода ПАО «Нижнекамскнефтехим». Эффективность очистки СЩС методом озонирования оценивали по изменению показателя химического потребления кислорода (ХПК).

Было показано, что при обработке озонem СЩС в течение 15 минут в отсутствие катализатора конверсия загрязняющих веществ составила 61,0%. При использовании в качестве гомогенного катализатора органической соли металла переменной валентности конверсия достигает 93,4%.

Таким образом, показана возможность использования метода озонирования для очистки СЩС, образующихся на заводе «Этилена» ПАО «Нижнекамскнефтехим».



## **ЛИКВИДАЦИЯ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА И ОТХОДОВ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА**

**М.А. Иванова, Л.А. Зенитова**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Республика Татарстан, Россия*

## **LIQUIDATION OF OIL SPILL BY SORBENT BASED ON POLYURETHANE FOAM AND WASTE OF NATURAL RESOURCES OF VIETNAM**

**M.A. Ivanova, L.A. Zenitova**

*Federal State Institution of Higher Professional Education «Kazan National Research Technological University», Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation*

В работе затронута актуальная проблема для настоящего времени – разработка сорбента для ликвидации разливов нефти на основе пенополиуретана и отходов природного сырья Вьетнама.

Использование полученного сорбента позволяет решить сразу две экологические задачи – ликвидацию разливов нефтепродуктов и утилизацию отходов природного сырья Вьетнама.

Все сорбенты обладают достаточно высокой нефтеемкостью от 8,2 до 12,8 г/г. Самым эффективным является сорбент, изготовленный с использованием измельченной рисовой соломки. Его поглощающая способность по отношению к нефти составляет ~ 13г/г.

Возможна регенерация поглощенной нефти путем отжима или центрифугирования с последующим его многократным использованием. Такая возможность продемонстрирована нами на примере аналогичного сорбента, наполненного шелухой гречихи [1-4].

Таким образом, установлено, что сорбент с использованием растительных отходов проявляет достаточно высокие сорбционные свойства. При этом дополнительно решается проблема квалифицированного использования отходов целлюлозосодержащих производств.

Полученный материал может использоваться для сбора жидких нефтепродуктов и органических веществ при ликвидации аварийных разливов, для очистки водных акваторий, грунта, отстойников, ливневых сточных вод от углеводородов и их производных, сырой нефти, тяжелых и легких сортов топлива, различных масел на воде и на суше.

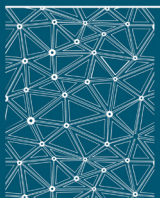
### Литература

1. Иванова М.А., Зенитова Л.А., Чикина Н.С. Сорбент для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов // *Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: теория и практика. Материалы II Международной научно-практической конференции. Часть II.* - Казань. - 2011. - С. 124-129.

2. Иванова М.А., Чикина Н.С., Зенитова Л.А. Ликвидация нефтяных загрязнений // *Бутлеровские сообщения.* - № 3. - Т. 29. - Казань: ФГБОУ ВПО «КНИТУ». - 2012. - С. 1-12.

3. Иванова М.А., Муртазина Р.Т., Зенитова Л.А. Регенерация поглощенных продуктов сорбентом ППУ-ОЗК // *Бутлеровские сообщения.* - № 20. - Т. 28. - Казань. - 2011. - С. 89-93.

4. Иванова М.А., Муртазина Р.Т., Зенитова Л.А. Центрифугирование как способ регенерации поглощенной нефти сорбентом «ГРИНСОРБ» // *Вестник Казанского технологического университета.* - №21. - Т. 15. - Казань: ФГБОУ ВПО «КНИТУ». - 2012. - С. 127-129.



**ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННОЙ  
ДЁРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ**

**Ю.А. Игнатьев, Э.Р. Зайнулгабидинов, А.М. Петров**

*Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия*

**DYNAMICS OF ORGANIC MATTER OF OIL-CONTAMINATED  
SODDY-PODZOLIC SOIL**

**Yu.A. Ignatiev, E.R. Zaynulgabidinov, A.M. Petrov**

*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan  
Academy of Sciences Kazan, Russia*

Разливы нефти и нефтепродуктов (НП) при техногенных авариях исключают возможность использования земель по их народохозяйственному назначению.

Необходимость сокращения сроков и стоимости рекультивационных мероприятий, снижения воздействия поллютантов на педобионтов требует понимания процессов деградации нефтяных компонентов при их длительном воздействии на почвы.

Цель - изучение динамики органических веществ почвы при различных уровнях начального содержания нефти.

Объекты исследования - дёрново-подзолистая супесчаная почва, в которую вносили нефть Ямашинского месторождения в соотношении 5, 10 и 15 %. Длительность проведения исследования 1 год.

Компоненты нефти из почвы экстрагировали четырёххлористым углеродом с последующим удалением из экстрактов полярных соединений.

Исследования проводили газохроматографическим методом на газожидкостном хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000» с пламенно-ионизационным детектором на капиллярной колонке. Определяли общее содержание органических веществ по сумме пиков хроматограмм выделенных экстрактов.

Показано, что метод позволяет определять как углеводороды нормального строения, так и другие классы органических соединений.

Проведенные исследования показали, что общее содержание органических веществ и снижение их содержания в экстрактах за время инкубации зависит от начального уровня загрязнения.

В процессе длительной инкубации изменение содержания углеводородов нормального строения и других классов органических соединений происходит в различной степени, что может являться решающим фактором при определении перечня необходимых рекультивационных мероприятий.

Через 2-4 недели инкубации во всех исследуемых вариантах отсутствовали пики низкокипящих фракций, соответствующих диапазону температур кипения n-алканов  $C_8 - C_{11}$ . При начальном содержании нефти 5%, 10% и 15% через год остаточное общее содержание анализируемых органических соединений в почве составляет 1,9%, 2,5% и 2,9%, соответственно.

**ПРОЯВЛЯЮЩЕ-ФИКСИРУЮЩИЙ СОСТАВ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ПЛЁНОК ПРИ  
ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКЕ СВАРНЫХ ШВОВ****О.А. Исхаков***Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия***DEVELOPING-FIXING COMPOSITION FOR RADIOGRAPHIC FILMS FOR EXPRESS-  
DIAGNOSTICS OF WELDS****O.A. Iskhakov***Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

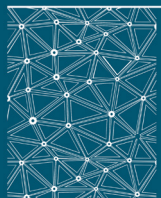
Важным звеном процесса экспресс-диагностики при неразрушающем контроле качества сварных швов на магистральных и других пожаровзрывоопасных материалопроводах является эффективный обрабатывающий состав для радиографических технических плёнок [1]. С учётом специфики проведения контроля в полевых условиях оптимальным вариантом обработки следует признать проявление и фиксирование радиографических материалов в одном растворе – монованне, т.к. этот способ не критичен к условиям обработки, он позволяет четыре традиционных процедуры заменить двумя. Для выявления синергических соотношений гидрохинона (ГХ) с метилфенидоном (МФ) находили зависимости основных фотосвойств – светочувствительности  $S_{0,85}$  и коэффициента контрастности от мольного соотношения этих соединений. Полученные результаты представлены в таблице 1 и в таблице 2.

Таблица 1 - Фотосвойства при разных соотношениях МФ и ГХ

Плёнка	МФ/ГХ	0,11	0,25	0,43	0,67	1,00	1,50	2,33	4,00	9,00
РТ-1	$S_{0,85}$ , ед. ГОСТ	65	33	40	45	40	65	38	30	22
	$\gamma$	2,40	1,90	1,70	1,45	1,55	1,98	1,40	1,20	0,60
РТ-К	$S_{0,85}$ , ед. ГОСТ	25	85	65	32	32	40	40	40	65
	$\gamma$	2,10	4,50	3,50	1,80	1,75	1,75	1,71	1,48	1,08

Таблица 2 - Фотосвойства при разных соотношениях М и ГХ

Плёнка	М/ГХ	0,11	0,25	0,43	0,67	1,00	1,50	2,33	4,00	9,00
РТ-1	$S_{0,85}$ , ед. ГОСТ	23	19	28	20	26	16	-	-	-
	$\gamma$	4,4	4,3	4,5	3,1	4,3	3,7	-	-	-
РТ-К	М/ГХ	-	0,22	0,50	0,86	1,33	2,00	3,00	4,67	8,00
	$S_{0,85}$ , ед. ГОСТ	-	22	25	50	28	30	22	22	21
	$\gamma$	-	4,7	5,5	5,9	4,7	5	4,7	4,5	4,2



Анализ полученных данных показывает, что во всех случаях предпочтительные по фотосвойствам отношения более активного компонента (М или МФ) к менее активному (ГХ) лежат в области достаточно малых значений, меньших, чем моль на моль, что является косвенным указанием на эффект синергизма обоих компонентов. Таким образом, при составлении рецептуры монованны на практике следует использовать отношения М или МФ в пределах от 0,1 до 1 моля на моль ГХ.

## ПОДАВЛЕНИЕ ВУАЛИ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ПРОЯВЛЕНИИ И ФИКСИРОВАНИИ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛЁНКИ

**О.А. Исхаков**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия*

## REDUCING THE DENSITY OF FOG OF TECHNICAL X-RAY FILM WHILE THE DEVELOPMENT AND FIXING OCCURRED SIMULTANEOUSLY

**O.A. Iskhakov**

*Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia*

В развитие исследований одновременного проявления и фиксирования радиографических технических плёнок, предназначенных для диагностики и неразрушающего контроля сварных швов на магистральных и других пожаровзрывоопасных материалопроводах [1-3] изучили противовуалирующее действие двух органических антивуалентов (АВ) – бензотриазола (БТ) и 1-фенил-5-меркаптотетразола (ФМТ) при обработке плёнки РТ-1. Полученные результаты представлены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1. Подавление вуали с помощью ФМТ

[ФМТ]х х100, моль/л	0	0,28	0,56	0,84	1,12	1,40	1,69	1,97	2,25
Плотность вуали, Б	0,71	0,65	0,59	0,35	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14

Данные экспериментов свидетельствуют о достаточной эффективности исследуемых АВ. Так, даже очень большую вуаль в 0,7 Б удаётся снизить до стандартных для плёнки РТ-1 значений (0,16 Б по ТУ 6-17-898-77). Такой результат обеспечивает комбинация АВ, содержащая 2 г/л (0,011 моль/л) ФМТ и 3 г/л (0,0252 моль/л) БТ, что соответствует соотношению компонентов: на 1 моль ФМТ-2 моля БТ.

Таблица 2. Подавление вуали с помощью БТ и БТ в сочетании с 0,011 моль/л ФМТ

[БТ]х100 моль/л	0	0,42	0,84	1,09	1,68	2,10	2,52	2,94	4,20
Плотность вуали в при- сутствии БТ	0,71	0,68	0,65	0,60	0,55	0,55	0,52	0,50	0,35
Плотность вуали в при- сутствии БТ и 0,011 моль/л ФМТ	0,71	0,25	0,21	0,2	0,21	0,18	0,17	0,14	0,11



В соответствии с изложенным, следует считать установленным, что применение 1-фенил-5-меркапто-тетразола совместно с бензотриазолом, ранее рекомендованное для наибольшего разделения процессов проявления и фиксирования во времени и по глубине фотослоя [4], является также и эффективным средством для подавления фотографической вуали при одноразовой химико-фотографической обработке материала в так называемой монованне. Поэтому оно перспективно для практического использования при химико-фотографической обработке радиографических технических плёнок в полевых условиях путём одновременного проявления и фиксирования.

#### Литература

1. О.А. Исхаков, А.С. Хабибуллин, *Вестник Казан. технол. ун-та*, 13, 9, 862-864 (2010)
2. О.А. Исхаков, А.С. Хабибуллин, *Вестник Казан. технол. ун-та*, 13, 10, 268-272 (2010)
3. А.В. Лакеева, О.А. Исхаков, *Вестник Казан. технол. ун-та*, 16, 10, 235-238 (2013)
4. А.В. Редько, В.В. Митрофанов, *Ж. науч. и прикл. фотогр. и кинематогр.*, 26, 4, 286-289 (1981)

## УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

**Р.Я. Исхакова, Г.М. Зарипова**

*ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»*

## DISPOSAL AND RECYCLING OF EXCESS ACTIVATED SLUDGE BIOLOGICAL TREATMENT FACILITIES OF THE ENTERPRISES OF A PETROCHEMICAL COMPLEX

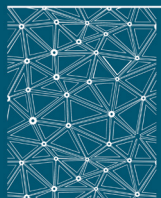
**R. Y. Iskhakova, G. M. Zaripova**

*Kazan State Power Engineering University*

На предприятиях нефтехимического комплекса образуется значительное количество сточных вод, которые необходимо подвергать различным стадиям очистки. Биологическая очистка является важным этапом, на котором происходит биологическое окисление примесей с помощью микроорганизмов активного ила. На станциях биологической очистки сточных вод образуется многотоннажный отход производства – избыточный активный ил. Активный ил представляет собой сложное сообщество микроорганизмов, жизнедеятельность которых осуществляется за счет окисления органических веществ, фосфор- и азотсодержащих соединений сточных вод промышленных предприятий и коммунального сектора.

Объем ежегодно образующегося избыточного активного ила в Российской Федерации составляет 3,5 млрд. тонн. Основная часть (около 90%) складывается на иловых картах, где за счет естественной конвекции и радиационного теплообмена происходит его сушка. При этом возникает проблема отчуждения земель, которые в дальнейшем не подлежат восстановлению, а также загрязнение поверхностных вод, появление гнилостного запаха, распространяющегося в округе иловых площадок и пр. Поэтому вопрос утилизации данного осадка является актуальным.

В работе утилизацию активного ила предлагается проводить путем приготовления топливных гранул с целью их дальнейшего сжигания. При этом снижение высокой влажности избыточного активного ила осуществляется путем обработки его карбонатным шламом водоподготовки ТЭС. Приготовление гранул производили следующим образом: избыточный активный ил интенсивно перемешивался со шламом водоподготовки в соотношении 6:1 в течении 10 минут. Далее суспензия подавалась на центрифугу, где происходило разделение в поле центробежных сил в течении 5 минут, после чего влажность суспензии снижалась до 67%. Затем обезвоженная смесь с использованием связующего формовалась в гранулы диаметром 2-3 мм путем окатывания и далее подвергалась сушке в естественных условиях.



Полученные гранулы предлагается использовать в качестве топлива для паровых и водогрейных котлов. Данный вид топлива можно использовать для технологических нужд, производства электроэнергии и в системах отопления и горячего водоснабжения объектов промышленного и бытового назначения в стационарных котельных, а также для автономных систем отопления.

Использование топливных гранул на основе избыточного активного ила в качестве биологического сырья позволит снижать экологическую нагрузку на окружающую среду за счет утилизации отходов, реализовать переход от ископаемого топлива, которое является невозобновляемым, к возобновляемому топливу биологического происхождения.

### ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Л.К.Каримуллин, А.М.Петров, Т.В.Кузнецова

*Институт проблем экологии и недропользования АН РТ,  
г. Казань, Россия*

### INFLUENCE OF OIL CONTAMINATION ON THE ENZYMATIC ACTIVITY OF SOILS OF DIFFERENT GRANULOMETRIC COMPOSITION

L.K. Karimullin, A.M.Petrov, N.V.Kuznetsova

*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of  
Sciences, Kazan, Russia*

Нефтяное загрязнение неизменно сопровождается нарушением хода естественного почвообразовательного процесса, приводит к изменению физико-химических и физиологических свойств почв, биохимической активности почвенных ферментов. Именно поэтому параметры ферментативной активности почв могут быть использованы при прогнозировании последствий антропогенного воздействия нефтяных загрязнений, оценки интенсивности процессов самоочищения и восстановления свойств почв, корректировки рекультивационных мероприятий.

Цель исследований - изучение динамики ферментативной активности нефтезагрязненных дерново-подзолистых (ДП) супесчаных и среднесуглинистых почв в условиях длительного воздействия поллютанта.

В экспериментах с ДП супесчаной и среднесуглинистой почвами были использованы опытные варианты, исходно содержащие 4,8%, 9%, 13% нефти. Каталазную и уреазную активности устанавливали согласно [1]. Ферментативная активность среднесуглинистой чистой почвы закономерно была в несколько раз выше супесчаной (таблица). Если в пробах супесчаной почвы исходно содержащих 4,8% нефти увеличение каталазной активности было зарегистрировано уже на 7 сутки эксперимента, то положительная ответная реакция почвенного микробиоценоза при 9% содержании поллютанта была отмечена только на 30 сутки (в 2,2 раза), а при концентрации 13%, на 180 сутки эксперимента (в 1,5 раза).

Таблица 1 – Ферментативная активность контрольных образцов почв

Гранулометрический состав	Активность фермента	
	Каталаза, мг H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /г	Уреаза, мкгN/г·час
Супесчаная	0.01	0.13
Среднесуглинистая	0.81	0.59

Среднесуглинистая почва характеризовалась 2,8-2,3-кратным ростом каталазной активности уже на 7 день инкубации нефтезагрязненных проб. При времени инкубации 30 и 180 суток каталазная

активность в опытных образцах была в 5,2-6,0 раза и 4,2-5,2 раза выше, чем в чистой почве.

В супесчаной почве, в опытных образцах при всех концентрациях нефти уреазная активность уже на 7 сутки инкубации была в 2,4-2,8 раза выше, чем в контроле. Высокий уровень ее активности сохранялся на 30 и 180 сутки эксперимента и превышал активность чистых почв в 2,8-1,3 раза и в 4,5-30 раза, соответственно. В опытных образцах среднесуглинистой почвы на 7 сутки инкубации также был зарегистрирован 2,6-5,0-кратный рост уреазной активности. Пробы, исходно содержащие 4,8% нефти, при увеличении времени инкубации характеризовались постепенным снижением активности фермента, тогда как при более высоком содержании поллютанта пик активности (в 7,3-7,6 раза выше, чем в контроле) был зарегистрирован на 30 сутки эксперимента при ее снижении к 180 суткам инкубации.

Литература

1. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии.- М.: Наука, 2005.-252с.

## **ДЕЗИНФЕКЦИЯ ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ СТОЧНЫХ ВОД АКТИВНЫМ ИЛОМ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДАМ**

**В. В. Кирсанов**

*Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия*

## **DISINFECTION OF THE PATHOGENIC MICROFLORA OF SEWAGE THE FISSILE OOZE AS ALTERNATIVE TO CHEMICAL METHODS**

**V. V. Kirsanov**

*Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Основным недостатком хлора является побочное образование галогенопроизводных соединений, большую часть которых составляют хлороформ, дихлорбромметан, хлорфенол, трихлорфенол, метилхлороформ и другие производные. Большинство хлоропроизводных соединений обладают онкогенным (канцерогенным) и мутагенным действием. При взаимодействии фенола, содержащегося как в сточной воде, так и в природных водоемах, образуются хлорофенольные соединения – диоксины, - особо опасные яды даже в микроскопически малых концентрациях. Эти соединения обладают высокой стойкостью к биодеструкции и вызывают загрязнения рек.

В результате применения других химических реагентов, в том числе и озона, также образуются токсичные продукты (например, формальдегид).

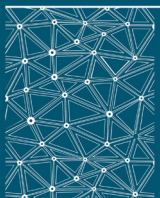
Исследованиями, проведенными автором совместно с сотрудниками КГМУ на базе ОАО «Казаньоргсинтез», показало, что при хлорировании сточной воды образуются хлорорганические соединения, токсичность и мутагенность которых с течением времени увеличивается, что свидетельствует об их устойчивости.

Высокоэффективным методом, основанным на естественных процессах антагонизма между сапрофитной микрофлорой активного ила (АИ) и патогенной микрофлорой бытовых сточных вод (БС), является разработанная и внедренная в ОАО «Казаньоргсинтез» технологическая схема безреагентного обеззараживания с помощью сапрофитной микрофлоры избыточного АИ.

Эффективность обеззараживания по разработанному способу достигает по ОКБ 97,5%, по ТКБ 99,4% (при обеззараживании хлором ОКБ – 93,3%, ТКБ – 99,3%).

Литература

1. Микробиология загрязненных вод. Под ред. Р. Митчелл. Пер. с англ. М., медицина, 1976.- 319с.



2. Кирсанов В.В. *Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: монография/Под ред. проф. А.Н. Глебова. Казань: Изд-во Казан.гос.техн.ун-та, 2010, 264 с.*

3. Кирсанов В.В. *Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т.1. Процессы и аппараты защиты гидросферы. В.В.Кирсанов.- Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012.- 496 с.*

## О ТЕРМИНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ БИОСФЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

**В.В. Кирсанов**

*ФГБОУ ВПО Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия*

## ABOUT THE NOMENCLATURE IN THE FIELD OF SAFETY OF THE BIOSPHERE AND TECHNICAL DEVICES

**V.V. Kirsanov**

*Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education  
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Одной из особенностей современного промышленного производства (особенно, - опасного производства), является комплексность и одновременность воздействия вредных и опасных факторов на человека (причем, не только на работников данного производства, но и на жителей прилегающего к опасному объекту домов), технологическую установку и в целом – на окружающую природную среду.

Профилактикой инцидентов, аварий и производственного травматизма должна заниматься служба (или отдел) промышленной безопасности предприятий, профилактикой негативного воздействия на биосферу – экологическая служба.

Многообразии применяемых названий указанных служб: «охрана труда», «техника безопасности», «промышленная безопасность», «экологическая безопасность», «безопасность жизнедеятельности», выходит за рамки формального определения и приводит к часто встречающейся на практике неразберихе и дублированию функциональных обязанностей по контролю за данными направлениями работ.

Конечными целями профилактической работы службы промышленной безопасности является предотвращение экстремальных техногенных ситуаций – травм, инцидентов, аварий; экологической службы – предотвращение выбросов загрязняющих веществ при авариях, инцидентах и минимизация воздействия выбросов на биоту при штатном режиме работы с учетом природных факторов: состояния компонентов природы, метеорологических условий и т.д.

### Литература

1. *Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», № 116-ФЗ от 21 июля 1997, М.,1997.*

2. *Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. М.: ИД «Юрайт», 2010. 671с.*

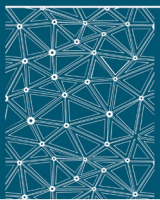
3. *Кирсанов В.В. Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов: Монография. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. 480 с.*

**НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ГРАДАЦИИ НЕШТАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ И ПРЕДЛАГАЕМАЯ ШКАЛА ОЦЕНОК****В.В.Кирсанов***Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия***SHORTCOMINGS OF THE EXISTING GRADATION OF EMERGENCY PRODUCTION SITUATIONS AND OFFERED RATING SCALE****V. V. Kirsanov***Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Предлагается шкала градаций нештатных ситуаций по классам, границам, уровням, последствиям (табл. 1), позволяющая в максимально возможной степени дифференцировать события в различных наиболее типичных разновидностях их проявлений, конкретизируя по классам, уровням и баллам; определить уровень ситуации по всем этапам развития, начиная от технических и технологических параметров, приводящих к возникновению события и заканчивая последствиями; количественно оценить масштабность события в баллах и в границах распространения и по воздействию на окружающую среду.

Таблица 1. - Шкала оценок нештатных ситуаций

Класс события	Балл	Наименование уровня	Граница распространения	Значение технологических параметров, предшествующих событию
Аварии	5	Тяжелая авария	В масштабе предприятия и с выходом за его пределы	Критическое значение более 2-х параметров, приведших к разгерметизации оборудования
Аварии	4	Значительная авария	В пределах предприятия	Критическое значение параметров, сопровождающееся разгерметизацией установки
Аварии	3	Авария в пределах подразделения предприятия	В границах цеха	Критическое значение параметров, сопровождающееся разгерметизацией блока
Инцидент	2	Инцидент	В пределах установки	Критическое значение параметров, не сопровождающееся разгерметизацией блока
Предотклонение	1	Предотклонение	В пределах технологического блока	Значение параметра, не вызвавшее последствий



## Литература

1. ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» №116, утв. Президентом РФ 21.06.1997г.-М.,1997.-14с.
2. Кирсанов В.В. Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов. Монография. Казань: Изд-во Казан.гос.техн.ун-та. 2011. 480 с.

**ЗАВИСИМОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ОСНОВНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В НИЖНИХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ И ПОЧВЕ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСАДКОВ И ХАРАКТЕРА ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ****В. В. Кирсанов**

*Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия*

**DEPENDENCE OF CONCENTRATION OF THE MAIN POLLUTANTS IN SUBLAYERS OF THE ATMOSPHERE AND THE SOIL FROM INTENSITY OF RAINFALL AND CHARACTER OF THE UNDERLYING SURFACE****V. V. Kirsanov**

*Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Во время выпадения осадков происходит сорбция (абсорбция при дожде, адсорбция – при граде и абсорбция + адсорбция – при снегопаде) и при этом концентрация загрязняющих веществ (ЗВ) в приземном слое воздуха уменьшается, происходит выравнивание концентраций в сорбенте (осадках) и воздухе – воздух в приземном слое очищается, концентрация ЗВ в осадках достигает максимального значения. Можно предположить, что сумма концентраций  $i$ -го компонента в газовой фазе (воздухе приземного слоя)  $C_i^a$  и в абсорбенте (каплях дождя или снега)  $C_i^o$  на одинаковом расстоянии (горизонтальной плоскости) от нулевой отметки величина относительно постоянная:

$$C_i^a + C_i^o = \text{const}, (1)$$

где  $C_i^a$  и  $C_i^o$  – концентрация  $i$ -го компонента в атмосферном воздухе и во фрагментах атмосферных осадков (дожде, снеге, граде).

Равенство (1) сохраняется за пределами приземного слоя (25м) атмосферы, до границы формирования облаков.

$$C_i^a / C_i^o = 0-1 (2)$$

В соответствии с выражением (2) дробь  $C_i^a / C_i^o$  может меняться в пределах от 0 до 1 в зависимости от множества факторов, которыми можно пренебречь ради выяснения основных, определяющих качество воздуха в приземном слое при выпадении осадков.

В верхних слоях тропосферы на границе конденсирования влаги и формирования облаков и последующих осадков  $C_i^a / C_i^o$  будет максимально приближено к 1 и далее, по мере приближения осадков к земле значение  $C_i^a / C_i^o$  будет минимизироваться и стремиться к 0.

## Литература

- 1.Кирсанов В.В. Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды, часть II. Процессы и аппараты защиты атмосферы/В.В. Кирсанов.- Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. - 568 с.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ И  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ  
НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА****В.В. Кирсанов**

*Федеральное государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия*

**PERFECTING OF SCHEDULED MAINTENANCE ON THE PRODUCTION AND ECOLOGICAL  
SAFETY AT THE ENTERPRISES OF THE PETROCHEMICAL COMPLEX****V. V. Kirsanov**

*Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education  
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Предлагаемая система профилактической работы состоит из двух уровней, организованных и осуществляемых сменным персоналом круглосуточно, исходя из круглосуточной непрерывной работы технологических установок предприятия: I-й уровень осуществляется сменным эксплуатационным рабочим персоналом (аппаратчиками, машинистами компрессорных и насосных установок, дежурными слесарями); II-й уровень – сменным мастером (начальником смены).

Особенностью данной профилактической работы является возможность изменения отдельных направлений её реализации в зависимости от специфики технологического процесса, аппаратурного оформления цеха, класса опасности образуемых в процессе отходов, категории технологических блоков, произошедших инцидентов и аварий в цехе и т. д.

Для I-го уровня ежемесячно начальником смены совместно с начальником цеха определяется значение идентификационных признаков по всем критериям оценки профилактической работы каждого рабочего смены и рассчитывается интегральный показатель профилактической работы по экологии  $J_{\text{раб.э}}$  по предлагаемой формуле:

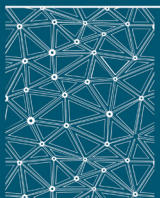
$$J_{\text{раб.э}} = \left( \sum_{n=1}^n k/n \cdot k_{\text{max}} \right) \cdot 100\% , (1)$$

значение состояния признаков (может оцениваться тремя значениями – 0, 1, 2);  $k_{\text{max}}$  – максимально достигаемый уровень состояния признаков (равен 2);  $n$  – количество идентифицированных признаков.

**Литература**

1. Кирсанов В.В. *Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов. Монография. Казань. Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. 480 с.*

2. Кирсанов В.В. *Предлагаемая система классификации нештатных производственных ситуаций, связанных с нарушением промышленной безопасности на химико-технологических объектах // Вестник Казанского технологического университета. Т.15.№9; М-во образ.и науки России, Казан. нац. иссл.-технол. ун-т.- Казань. КНИТУ, 2012.-С.193-195.*

**ЗАВИСИМОСТЬ БИОДЕСТРУКЦИИ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИНГРЕДИЕНТОВ  
СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ В АЭРОТЕНКЕ****В.В. Кирсанов**

*Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия*

**DEPENDENCE OF BIOLOGICAL DEGRADATION OF SOME CHEMICAL INGREDIENTS OF  
SEWAGE ON TEMPERATURE IN AEROTANK****V.V. Kirsanov**

*Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Группой специалистов ОАО «Казаньоргсинтез» было проведено исследование зависимости процесса окисления этиленгликолей, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) по ХПК от температурного режима в аэротенках.

Результаты анализов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Эффективность биоочистки химзагрязненных сточных вод при различной температуре

Показатели		Концентрация АИ 2,5 г/л				Концентрация АИ 5,0 г/л			
		Температура °С				Температура °С			
Этиленгликоль	ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	11	22	29	34	11	22	29	34
СПАВ		74	86	88	88	76	82	76	74
		95	92	85	76	96	84	73	47

На основании данных таблицы 1 можно сделать следующие выводы:

- ХПК с повышением температуры снижается, достигая максимального уменьшения при температурах 29 и 34°С; Максимальная деструкция химических ингредиентов происходит при минимальной (2,5 г/л) концентрации АИ – 88 % против 82 % при концентрации АИ 5,0 г/л;

- окисление этиленгликоля также повышается при повышении температуры в исследованном интервале, но изменение концентрации ила практически не вызвала изменения эффективности окисления;

- увеличение температуры жидкости в аэротенках в значительной степени (в среднем на 25 %) уменьшает эффективность биоочистки сточных вод от СПАВ, как при концентрации АИ 2,5 г/л, так и при концентрации 5,0 г/л. Следует отметить, что низкая концентрация АИ при температуре 29°С и 34°С в большей степени интенсифицирует окисление СПАВ.

**Литература**

1. Кирсанов В.В. *Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т.1. Процессы и аппараты защиты гидросферы/В.В. Кирсанов.-Казань: Изд-во Казан. гос. техн.ун-та. 2013.-496 с.*

2. Кирсанов В.В. *Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках/В.В. Кирсанов (монография). Казань: Изд-во Каз.гос. техн. ун-та, 2010-264с.*



**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАГРУЗКИ ПО ХПК КАК МЕРЫ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОСТУПАЮЩИХ В БИОРЕАКТОР ХИМЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД****В.В. Кирсанов***Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия***USE OF THE DEMAND FACTOR ON COD AS MEASURES OF INSTABILITY OF THE CHEMICAL POLLUTED SEWAGE ARRIVING IN BIOREACTOR****V.V. Kirsanov***Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Предлагается формула для определения степени усреднения СВ перед их поступлением в аэротенки на основе результатов двух анализов на ХПК.

Оценку нагрузок с учетом залповых аномальных сбросов и неравномерности поступлений по ХПК производится по предложенной зависимости:

$$N_{\text{хпк}} = K_n \cdot K_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{хпк}}$  – коэффициент усредненной нагрузки на АИ, оценивается по показателю ХПК;

$K_n$  – коэффициент неравномерности нагрузок на АИ, определяется по уравнению:

$$K_n = (\text{ХПК}_{\text{max}} - \text{ХПК}_{\text{min}}) / \text{ХПК}_{\text{регл.}}, \quad (2)$$

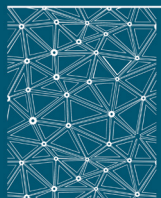
где  $\text{ХПК}_{\text{max}}$  и  $\text{ХПК}_{\text{min}}$  – максимальное и минимальное разовое значение ХПК химзагрязненных сточных вод перед подачей в аэротенки ( $\text{мгO}_2/\text{л}$ );  $\text{ХПК}_{\text{регл.}}$  – максимальное нормированное ХПК, установленное технологическим регламентом – в описываемом случае –  $1000 \text{ мгO}_2/\text{л}$ .

$K_{\text{пр}}$  – коэффициент превышения максимального фактического значения  $\text{ХПК}_{\text{ф}}$  над регламентированным  $\text{ХПК}_{\text{регл.}}$  определяется как отношение  $\text{ХПК}_{\text{ф}}$  к  $\text{ХПК}_{\text{регл.}}$  (в случае поступления ХПК больше регламентного  $K_{\text{пр}} > 1$ ; при  $\text{ХПК}_{\text{ф}} < \text{ХПК}_{\text{регл.}}$ ,  $K_{\text{пр}} < 1$ ).

**Литература**

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. *Водоотведение и очистка сточных вод/учебник для вузов.-М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 – 704 с.*
2. Кирсанов В.В. *Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках. Монография / Под ред. проф. А.Н. Глебова. Казань: Изд-во Казан. гос. техн.ун-та, 2010, 264 с.*
3. Кирсанов В.В. *Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т.1. Процессы и аппараты защиты гидросферы/ В.В. Кирсанов.- Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2013, 496 с.*



**ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА РЕГЕНЕРАЦИОННОЙ ЗОНЫ В АЭРОТЕНКЕ  
НА ПОЛНОТУ БИОДЕСТРУКЦИИ  
ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД****В.В. Кирсанов**

*Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия*

**INFLUENCE OF VOLUME OF THE REGENERATION ZONE  
IN AEROTENKE ON COMPLETENESS OF BIOLOGICAL DEGRADATION  
OF POLLUTION OF THE PRODUCTION SEWAGE****V.V. Kirsanov**

*Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

В таблице 1 представлены данные результатов исследований, выполненных в условиях эксплуатации промышленных комбинированных аэротенков коридорного типа со сосредоточенной подачей активного ила (АИ) и дифференцированным распределением сточной воды (СВ).

При одинаковых исходных параметрах определено, что из трех вариантов объема регенерационной зоны – 4,3%, 17% и 33%, наиболее эффективная биоочистка при объеме регенерации 17%.

Таблица 1 – Эффективность биологической очистки химзагрязненных сточных вод по ХПК при различных объемах зоны регенерации

ХПК, мг O <sub>2</sub> /л		Эффективность биоочистки по ХПК, %	Нагрузка на активный ил, мг ХПК/г	Окислительная мощность, мг ХПК/ (г/час)
На входе в аэротенк	На выходе			
I. Режим биоочистки с max (33%) зоной регенерации				
787	178	77,4	7,02	5,43
II. Режим биоочистки с min (4,3%) зоной регенерации				
787	186	76,3	7,02	5,3
III. Режим биоочистки со средней (17%) зоной регенерации				
843	132	84,3	7,5	5,9

Увеличение объема регенерации с 17% до максимального (33%) не изменяет эффективность биоочистки по ХПК, что связано, видимо, с соответствующим уменьшением объема зоны окисления (периода аэрации), и при некотором предельно - минимальном объеме зоны окисления, объема становится не достаточно для окисления сорбированных активным илом загрязнений. Кроме того, оказывает влияние на эффективность окисления и различный возраст ила [1,2].

**Литература**

1. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками.-М.: Акварос, 2003.- 507 с.
2. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: Монография/Под ред. проф. А.Н.Глебова. Казань: Изд-во Казан.гос. техн. ун-та, 2010, 264 с.

**ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ОТ КОЭФФИЦИЕНТА РЕЦИРКУЛЯЦИИ АКТИВНОГО ИЛА****В.В. Кирсанов***Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия***EFFICIENCY OF BIOCHEMICAL CLEANING AGAINST OF THE RECYCLE RATIO OF THE ACTIVATED SLUDGE****V.V. Kirsanov***Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia*

Приоритетными технологическими параметрами, от которых зависит эффективность биодеструкции поллютантов в аэротенках трехкоридорного типа с дифференцированной подачей сточных вод и с сосредоточенной подачей возвратного активного ила, являются: период аэрации, доза активного ила, объем регенерационной зоны, концентрация растворенного кислорода, pH-среды, температура, гидродинамический режим и др. факторы [1, 2].

Исследовались два варианта соотношений подачи возвратного активного ила и химстока (коэффициента рециркуляции R) и периодов аэрации:

вариант А – соотношение подачи в аэротенк рециркуляционного активного ила и химстока – 90:60 (м<sup>3</sup>/ч) (коэффициент рециркуляции R = 1,5); концентрация ила: в аэротенке 5,6 г/дм<sup>3</sup>; в рециркуляционном иле – 9,2 г/дм<sup>3</sup>; период аэрации – 20 час;

вариант Б – соотношение подачи в аэротенк рециркуляционного активного ила и химстока – 60:60 (м<sup>3</sup>/ч) (коэффициент рециркуляции R = 1,0); концентрация ила: в аэротенке 3,2 г/дм<sup>3</sup>; в рециркуляционном иле – 8,9 г/дм<sup>3</sup>; период аэрации – 23 час. (таблица 1).

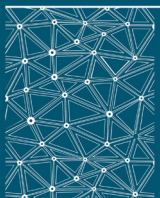
Таблица 1 - Эффективность биодеструкции по ХПК и токсичности

	ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>			Токсичность, %		
	Исх..	Кон.	Эфф., %	Исх.	Кон.	Эфф., %
Вариант А	843	132	84,3	40	5	87,5
Вариант Б	886	110	87,6	38	0	100

## Литература

1. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками.-М.: Акварос, 2003.- 507 с.

2. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках. Монография/Под ред. проф. А.Н.Глебова. Казань. Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2010, 264 с.

**ИНГИБИРОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ В КОТЛЕ УТИЛИЗАТОРЕ ПО ГАЗОВОМУ  
ТРАКТУ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ****В.А.Корыстов<sup>1</sup>, В.А.Будник<sup>1</sup>, А.А.Абдуллаев<sup>2</sup>, М.Ю.Юрьев<sup>1</sup>**<sup>1</sup> ООО «НТК Салават», Россия, г. Салават,<sup>2</sup> ОАО «Газпром нефтехим Салават», г. Салават, Россия**INHIBITOR OF DEPOSITIONS IN GAS PATH AND HEAT  
BOILER BY ULTRASONIC TREATMENT****V.A.Korystov<sup>1</sup>, V.A.Budnik<sup>1</sup>, A.A.Abdullaev<sup>2</sup>, M.Yu.Yuriev<sup>1</sup>**<sup>1</sup> LLC "Science & Technology Company Salavat", Salavat, Russia<sup>2</sup> JSC "Gazprom neftekhim Salavat", Salavat, Russia

Одним из способов снижения отложений в теплообменных аппаратах является обработка поверхности аппарата ультразвуковым излучением. При озвучивании среды ультразвуком достаточной интенсивности происходит разрушение, раскалывание образующихся в нагреваемой среде отложений. Распространяясь по всей поверхности теплообменного оборудования, ультразвуковые колебания препятствуют формированию на нем отложений, замедляя осаждение образующихся кристаллов загрязнителей.

Как правило, обработка теплообменных аппаратов ультразвуком применяется в водных средах, например, в котельных агрегатах.

ООО «НТЦ Салаватнефтеоргсинтез» применяет обработку ультразвуком для газовой системы охлаждения контактного газа на установке получения стирола. Мощность ультразвукового сигнала составляет 0,8 Вт на 1 м<sup>2</sup> поверхности теплообмена.

Результаты пробега за период 2014-2015 гг. по сравнению с предыдущими рабочими циклами представлены в таблице 1.

На трендах были выделены равные периоды (период I – 1000 часов, период II – 1500 часов) и проведено сравнение начальных и конечных температур контактного газа на выходе из теплообменника и температур полных циклов в целом (около 8000 часов).

Таблица 1 – Подъем температуры на выходе из Т-205 по трендам в 2012-2015 г

Период	Тренд		
	2012-2013 гг.	2013-2014 гг.	2014-2015 гг. (пробег)
Период I			
Начальная температура, °С	170	170	170
Конечная температура, °С	220	230	190
Прирост температуры, °С	50	60	20
Период II			
Начальная температура, °С	170	170	210
Конечная температура, °С	240	270	270
Прирост температуры, °С	70	100	60
Максимум температуры, °С	300	270	270
Полный цикл			
Начальная температура, °С	170	170	170
Конечная температура, °С	270	270	180
Прирост температуры, °С	100	100	10

Как видно из таблицы 1, эффект от ультразвуковой обработки присутствует на всех периодах. Снижение в периоды I и II составляет 30÷40°С, на полном цикле – 90°С.

Таким образом, подтверждена практическая эффективность ультразвуковой обработки газовых систем.

## **ЧИСЛЕННОСТЬ И СОСТАВ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ПРИ РАЗНОМ ОСТАТОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ**

**Т.В. Кузнецова, А.М. Петров, Р.Ч. Юранец-Лужаева**

*Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, Россия*

## **THE SIZE AND COMPOSITION OF THE MICROBIAL COMMUNITY AT DIFFERENT RESIDUAL CONCENTRATIONS OF OIL PRODUCTS IN SOIL**

**T.V. Kuznetsova, A.M. Petrov, R.Ch. Yuranets-Luzhaeva**

*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences Kazan, Russia*

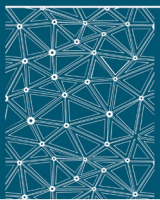
Интенсивность процессов восстановления свойств нефтезагрязненных почв при проведении рекультивационных мероприятий определяется степенью деградации почвенного микробиоценоза, его ответной реакцией на присутствие поллютанта.

Целью работы являлось изучение влияния остаточного содержания НП в рекультивируемых почвах на численность ряда физиологических групп почвенных микроорганизмов.

Использовались образцы дерново-подзолистых (ДП), светло-серых лесных (ССЛ), серых лесных (СЛ), темно-серых лесных (ТСЛ), аллювиальных дерновых (АД) чистых и загрязненных сернистой нефтью почв. Остаточное содержание НП в опытных образцах варьировало в интервале от 0,8 до 7,2 г/кг. Влажность почвенных образцов в ходе лабораторных экспериментов составляла 60% от полной влагоемкости.

Наиболее чувствительными к содержанию НП в ДП почве являлись актиномицеты, численность которых во всех опытных вариантах была ниже, чем в контроле. При содержании НП в 2,5 г/кг наблюдалось увеличение количества сапрофитных (ОМЧ), углеводородокисляющих (УОМ), спорообразующих микроорганизмов, микромицетов и нитрификаторов. Более высокие концентрации НП в почве не ингибировали развитие УОМ, микромицетов и нитрификаторов. Концентрации НП до 7,2 г/кг в ССЛ почве не приводили к достоверному снижению численности изучаемых групп микроорганизмов. Повышение остаточного содержания НП характеризовалось увеличением численности УОМ и спорообразующих микроорганизмов, актиномицетов, микромицетов и нитрификаторов. Присутствие НП в СЛ почве во всех вариантах приводило к повышению ОМЧ, УОМ, численности актиномицетов при концентрации поллютанта до 2,8 г/кг, микромицетов и аммонификаторов при концентрации НП в почве - 5,2 г/кг. Количество спорообразующих микроорганизмов во всех опытных вариантах было ниже, чем в контроле. В ТСЛ почве при повышении содержания НП прослеживалось повышение значений ОМЧ и УОМ. Численность представителей остальных групп микроорганизмов была выше, чем в контроле. Некоторое снижение численности актиномицетов и нитрификаторов было зафиксировано в варианте содержащем 7,0 г/кг НП. Содержание азотфиксаторов во всех опытных образцах было в 25 раз выше, чем в контроле. Увеличение остаточной концентрации НП в АД почве до 5,8 г/кг приводило к снижению ОМЧ, количества УОМ, спорообразующих микроорганизмов и актиномицетов до 19-64% от их содержания в контроле, элиминированию азотфиксаторов. Общее количество микромицетов в загрязненных образцах почв было выше, чем в контрольных образцах.

Полученные результаты, показали, что при содержании НП в ДП почве до 4,8 г/кг, в ССЛ до 7,2 г/кг, в СЛ до 5,2 г/кг, в ТСЛ до 7,0 г/кг, в АД до 4,1 г/кг не наблюдается ингибирующее действие поллютанта, критически сказывающееся на развитии микробного сообщества.



## **СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ЗАМКНУТЫХ ВОДОЕМОВ**

**Л.К. Мустафина, И.И. Шакирова, Р.Ч. Юранец-Лужаева, О.Ю. Тарасов**

*Институт проблем экологии и недропользования Академии наук  
Республики Татарстан, г. Казань, РФ*

## **SEASONAL DYNAMICS OF HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN NATURAL WATERS OF CLOSED RESERVOIRS**

**L.K. Mustafina, I.I. Shakirova, R.Ch. Yuranets-Luzhaeva, O.Yu. Tarasov**

*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan  
Academy of Sciences, Kazan, Russia*

Одними из основных загрязняющих веществ поверхностных вод являются тяжелые металлы (ТМ). Пространственное распределение ТМ индивидуально для каждого водоема и зависит от характера водосбора, гидрологического и гидрохимических режимов, степени антропогенной нагрузки. Способность ТМ к комплексообразованию, гидролизу, редокс-процессам, миграции по биотическим и абиотическим компонентам водных экосистем приводит к их слабому депонированию, и ставит в ряд сильнейших по действию загрязнителей среды.

Исследования сезонных изменений содержания тяжелых металлов и выявление факторов, которые регулируют концентрацию металлов в природных водах, являются актуальными для решения ряда экологических проблем поверхностных водных объектов. Изучение сезонной динамики концентраций тяжелых металлов в природных водах позволяет выявлять и оценивать антропогенные составляющие в его загрязнении, прогнозировать условия накопления и распределения тяжелых металлов в природных средах.

В качестве объектов исследования были выбраны замкнутые водоемы – озера (сточные и бессточные), расположенные на территории Раифского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника.

Гидрохимические исследования озер проводились в период 2008-2015 гг., пробы отбирались с поверхностных и глубинных горизонтов, анализ содержания растворимых форм металлов проводился по аттестованным методикам фотометрическим и атомно-абсорбционным методами.

В многолетней динамике содержание общего железа и марганца изменяется незначительно, варьируя по годам в узком диапазоне, и оставаясь на достаточно высоком уровне, особенно для глубинных слоев заболачивающихся озер. Высокое содержание марганца в придонных слоях, даже по сравнению с железом, обусловлено, главным образом, восстановительной средой, способствующей увеличению концентрации растворимых форм. Для сезонного распределения марганца и железа характерны повышенные концентрации в паводковый период, что можно объяснить последствиями зимней межени и поступлением этих элементов с поверхностным стоком.

Для остальных исследованных металлов во всех озерах наблюдаются низкие концентрации, на уровне минимально определяемых (никель, свинец и кадмий) или близких к ним (медь и цинк). Причем не зафиксировано значимой стратификации по глубине водоема. Содержание меди и цинка статистически выше в заболачивающихся озерах, что может быть связано с более кислыми водами таких озер и высоким содержанием органического вещества, способствующих образованию растворимых соединений этих металлов.



**МЕТОД РАСЧЕТА ИНТЕГРАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ, ВНОСИМОЙ АБОНЕНТАМИ  
НА СООРУЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ****Л.Ф. Мухтарова, В.Н. Никонорова, Г.В. Гиляева.***ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ***METHOD OF CALCULATION OF THE INTEGRAL OF THE LOAD DEPOSITED  
BY THE SUBSCRIBERS TO BIOLOGICAL TREATMENT PLANTS****PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM»****L.F. Mukhtarova***PJSC Nizhnekamskneftekhim, Nizhnekamsk, Russia*

Для предотвращения негативного влияния на биоценоз активного ила и принятия, в случае необходимости, управленческих решений, поступающий на сооружения биологической очистки хим-загрязненный сток контролируется методом биотестирования на основании рекомендованных и утвержденных методик с использованием специально выращенных лабораторных организмов. Все процедуры проведения опытов и обработки результатов описываются в международных стандартах ISO (International Organisation for Standardisation) или в природоохранных нормативных документах (ПНД) РФ, близких по содержанию к ISO.

С целью обеспечения стабильной работы биологических очистных сооружений и выявления абонентов, сточные воды которых оказывают наибольшую нагрузку на процесс биологической очистки, необходимо проведение контроля сточных вод, сбрасываемых в канализацию методами биотестирования сточных вод и оценкой их общего объема, для выявления степени их опасности. Для оценки вносимой нагрузки от каждого абонента, сбрасывающего сточные воды на очистные сооружения, предлагается метод расчета интегральной нагрузки с учетом объема сбрасываемых сточных вод и степени их опасности.

Интегральная нагрузка, вносимая абонентами на сооружения биологической очистки рассчитывается по формуле:

$$T=Q \times I \times t$$

где I – индекс безвредного разбавления;

Q – объем сточных вод, сбрасываемых в канализацию, м<sup>3</sup>/сут;

t – продолжительность сброса, сут (при постоянном сбросе этот показатель можно принять равным 1)

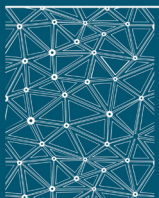
Индексом безвредного разбавления называется величина безвредного разбавления. Безвредное разбавление сточной воды (БКр10), это то разбавление, которое не оказывает негативного действия на тест-объекты.

Данный метод расчета интегральной нагрузки позволит ранжировать абонентов очистных станций по степени интегральной опасности для биологической очистки.

**Список литературы**

1. Брагинский Л.П. Общие принципы и некоторые теоретические вопросы биотестирования // Обобщенные показатели качества вод. Практические вопросы биотестирования и биоиндикации (Черноголовка, 2-4 февраля 1983 г) : Тезисы докладов. – Черноголовка : Ин-т физ. химии АН СССР, 1983. – С. 9–12.

2. Жмур Н.С. Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России / Жмур Н.С. – М., 1997. – 112 с.

**ПРОДУКТЫ ПИРОЛИЗА ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ  
ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ****И.А. Насыров, Г.В. Маврин***Набережночелнинский институт (филиал) ФГБОУ ВПО КФУ,  
г. Набережные Челны, Россия***PRODUCTS FROM PYROLYSIS OF SEWAGE SLUDGE AS POTENTIAL SORBENTS****I.A. Nasyrov, G.V. Mavrin***Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan Federal University,  
Naberezhnye Chelny, Russia*

В условиях городской агломерации при хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека образуются жидкие отходы в виде сточных вод. В процессе прохождения сточными водами стадий очистки на очистных сооружениях образуется иловый осадок, в большинстве своем, не поддающийся какой-либо переработке, кроме как обезвоживанию на иловых полях в естественных условиях [1]. Этот процесс долгосрочен и занимает огромные площади. Кроме того, складирование иловых осадков приводит к распространению неблагоприятного газовойоздушного фона и не исключает загрязнение почв, поверхностных и подземных вод, растительности токсичными компонентами, входящими в состав осадков.

Одним из способов утилизации иловых осадков является возможность использования их для получения активированного угля пиролизом. В процессе пиролиза образуется твердый остаток – пирокарбон или органо-минеральная композиция. Проведенные исследования показали возможность использования продукта пиролиза в качестве доступного сорбционного материала. Наиболее целесообразно использование полученного материала в качестве сорбента при локальных аварийных разливах нефти и нефтепродуктов, а также для глубокой доочистки сточных вод, прошедших биологическую очистку. Продукт пиролиза может быть использован для рекультивации и детоксикации отработанных и законсервированных иловых карт. Внесение их на площадки складирования илов будет способствовать процессам структуризации и гумификации формирующихся грунтов [2].

Утилизация осадка сточных вод указанным способом позволяет избавиться от илонакопителей и повысить качество очистки сточных вод.

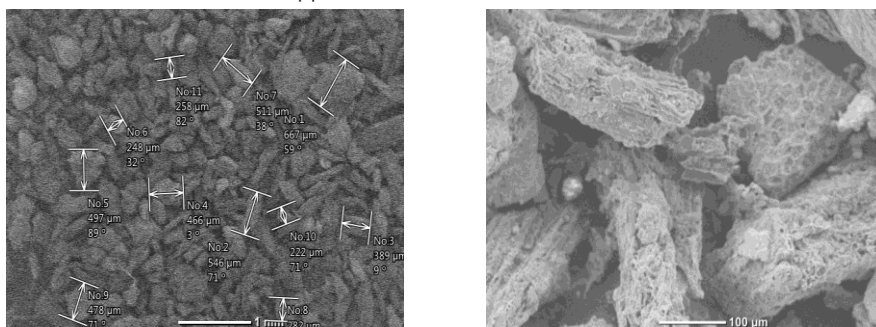


Рис 1. Результаты исследования электронным микроскопом марки «Jeol JSM-6390 LA»

Результаты исследования свидетельствуют о том, что сорбент имеет пористую структуру с размером зерен 200-500 мкм преимущественно прямоугольной формы. Пористая структура позволяет говорить о наличии сорбционных свойств сорбента полученного в результате пиролиза.

**Литература**

1. Насыров И.А., Маврин Г.В., Шайхиев И.Г. Проблемы утилизации иловых осадков очистных сооружений / Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 19. С. 257-259.
2. Гуляева И.С., Дьяков М.С., Савинова Я.Н., Глушанкова И.С. Анализ и обоснование методов обезврежи-



вания и утилизации осадков сточных вод биологических очистных сооружений / Вестник ПНИПУ. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – Пермь, 2012. № 2. С. 18-32.

## **АДСОРБЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**Л.А. Николаева, М.А. Голубчиков**

*ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»*

## **ADSORPTION TECHNOLOGY FOR WASTEWATER TREATMENT FROM PETROLEUM PRODUCTS ON INDUSTRIAL PLANTS**

**L.A. Nikolaeva, M.A. Golubchikov**

*"Kazan State Power Engineering University"*

Промышленные предприятия являются основными источниками загрязнений водных объектов. Для снижения антропогенного воздействия этих загрязнений на водные объекты применяются различные методы очистки их сточных вод (СВ). Одним из наиболее эффективных методов очистки сточных вод от эмульгированных и растворенных нефтепродуктов (НП), позволяющих выдерживать санитарные требования по сбросу сточных вод в открытые водоемы или условия качества воды при полном использовании в замкнутых системах водного хозяйства промышленности, является адсорбция. Наряду с эффективностью очистки промышленные сорбенты характеризуются высокой стоимостью, достигающей несколько сотен тысяч рублей за тонну. Поэтому применение твердых отходов предприятий в качестве сорбционных материалов (СМ) при очистке сточных вод является актуальной задачей.

В ранних работах получен и изучен гидрофобный сорбционный материал (СМ-5) на основе карбонатного шлама. Карбонатный шлам является отходом химводоподготовки на тепловых электрических станциях (ТЭС). Экспериментальные исследования проводились с использованием шлама Казанской ТЭЦ-1 влажностью 20%. Высушенный шлам представляет собой сыпучий мелкодисперсный порошок от светло-желтого до бурого цвета. В процессе исследований использовали фракцию с размером зерен от 0,09 до 0,5 мм.

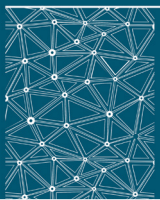
Полученный адсорбент имеет насыпную плотность – 0,536 г/см<sup>3</sup>, суммарный объем пор – 0,57 см<sup>3</sup>/г, средний размер гранул составляет от 0,5 до 2,5 мм, прочность на истирание – 68%, влагоемкость – 0,9 %, плавучесть – 99 % / 96 ч, адсорбционная емкость по отношению к бензину АИ-92 – 0,67 г/г. Определена адсорбционная емкость гранул «СМ-5» по йоду (ГОСТ 6217-74) характеризующее количество микропор с размером 1 нм. Она составляет –7%. Адсорбционная емкость по метиленовому голубому (ГОСТ 4453-74), характеризующая наличие мезопор (1,5-1,7 нм) составляет для гранул «СМ-5» – 20 мг/г.

По полученным экспериментальным данным построена изотерма адсорбции растворенных нефтепродуктов из воды с помощью гранул «СМ-5» в статических условиях.

Выпуклая линия изотерм адсорбции относится к I типу по БДДТ, соответствует изотерме Ленгмюра L- типа по классификации Смита и указывает на наличие в адсорбенте микропор. Изотерма описывается уравнением Фрейндлиха  $A=1,09 C^{0,105}$ .

В качестве технологической схемы очистки сточных вод от нефтепродуктов с использованием СМ-5 в качестве фильтрующей загрузки в адсорбционные фильтры предлагается схема ПАО «Нижнекамскнефтехим».

После использования в качестве фильтрующей загрузки отработанный СМ-55 предполагается не регенерировать, а использовать его в качестве вспомогательного топлива на предприятии и добавки к дорожным грунтам.



## ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОГО УРОВНЯ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

**В.Н. Никонорова, Г.В. Гилаева, Л.Ф. Мухтарова**  
*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ*

## METHOD RISK ASSESSMENT SUBSTANCES FOR BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

**V.N. Nikonorova, G.V. Gilaeva, L.F. Muhtarova**  
*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

Глубокая очистка стоков нефтехимии, в том числе от азота аммонийного, требует обеспечения в аэротенках нормальных условий жизнедеятельности, как для гетеротрофной, так и для автотрофной составляющей активного ила. Процесс удаления азота, как известно, связан с биореакциями нитрификации и денитрификации. Окисление исходного аммония до нитритов и нитратов происходит через трофическую цепочку автотрофов - нитрификаторов *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*.

В рамках решения этой проблемы важным является научно обоснованное нормирование сброса загрязнений на биологические очистные сооружения, учитывающее специфическую природу обрабатываемых сточных вод, возможности и условия технологии, особенности сложившегося биоценоза активного ила. Научно обоснованное нормирование допустимого содержания загрязнений в стоках при поступлении на биологические очистные сооружения, в свою очередь, выявляет и обосновывает необходимость локальной предочистки сточных вод от наиболее проблемных компонентов до сброса их на биологические очистные сооружения.

В данном исследовании изучали влияние на самую чувствительную часть биоценоза активного ила – нитрификаторов следующих веществ: алюминия, сульфидов, формальдегида. Исследуемые загрязнители проявляли ингибирующий эффект в отношении удаления аммонийного азота. Формальдегид проявлял острое токсическое действие по отношению к равноресничным инфузориям *Paramecium caudatum*.

В данном исследовании определение ингибирующего влияния на нитрификацию проводили, испытывая индивидуальные компоненты – алюминий и сульфиды без учета совместного присутствия других загрязнителей. Формальдегид испытывали в составе сточных вод профильного производства.

В процессе исследований обнаружили, что способность активного ила к нитрификации зависит, в том числе, и от температуры окружающей среды. В нашем случае активный ил, отобранный из аэротенков в июле при средней температуре воды 28,5 °С, менее способен к нитрификации, чем активный ил, жизнедеятельность которого протекала при температуре воды 24 °С.

Полученные значения допустимых концентраций испытываемых компонентов целесообразно учитывать при нормировании концентрации загрязнителей в поступающих на биологические очистные сооружения стоках и соответственно в сточных водах, сбрасываемых в химзагрязненную канализацию.



**УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ НА ТЕРРИТОРИИ  
НИЖНЕКАМСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА****Г.Р. Патракова, И.И. Яббаров***НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия***LEVEL OF POLLUTION OF STORM DRAINS IN TERRITORY  
OF NIZHNEKAMSK MUNICIPAL AREA****G.R. Patrakova, I.I. Yabbarov***NXTI FGBOU VPO «KNITU», Nizhnekamsk, Russia*

Особенности нормирования химических веществ в водной среде обусловлены с уровнем загрязнения воды хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения. Для водных объектов, используемых населением, устанавливаются единые гигиенические нормативы (ПДК, ОДУ, ПДН).

Основным нормативным требованием к качеству воды в водном объекте является соблюдение установленных предельно допустимых концентраций с точки зрения ее опасности или безопасности для здоровья людей (ГОСТ 17.1.2.04-77). В основу приоритетности нормирования в водных объектах положены санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический лимиты.

В створах водопользования состав и свойства воды ни по одному из названных показателей не должны превышать установленный норматив. Целью данной работы явилось исследование ливневых стоков и определение природного или антропогенного происхождения данных ливневых стоков. В основу данной работы положены физико-химические методы исследования. Значительную помощь в исследовании оказали специалисты Закамского Территориального управления охраны окружающей природной среды.

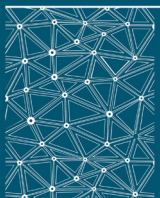
Первым этапом исследования был отбор пробы из оврага перед лесом в 100 метрах от дороги 13.03.2015 и 21.03.2015 г. Вторым этапом был химический анализ взятой воды из ливневых стоков. На третьем этапе работы данные химического анализа сравниваются с нормативными и делается вывод.

Нужно отметить, что во время первого отбора воды отмечались неприятные запахи и для дальнейшего исследования требовалась фильтрация воды.

Таблица 1 – Химический состав ливневых стоков (проба 1)

№ п/п	Наименование показателя	Не фильтрованная вода (мг/м <sup>3</sup> )	Фильтрованная вода	ПДК (мг/м <sup>3</sup> )
1.	рН	6,2 + 0,2	6,2 + 0,2	6,5 - 8,5
2.	ХПК	144,4 + 34,6	139,4 + 33,5	150 - 400
3.	БПК	45,2 + 6,3	44,9 + 6,3	100 - 400
4.	Хром	0,090 + 0,032	0,090 + 0,032	0,1 - 0,5
5.	Железо	0,27 + 0,065	0,27 + 0,065	2 - 20
6.	Хлор	397,46 + 51,67	397,07 + 51,62	0
7.	Сульфаты	55,66 + 7,24	55,6 + 7,23	500
8.	Фтор	67,5 + 8,78	67,45 + 8,77	1,5
9.	Нитраты	6,48 + 0,84	6,42 + 0,83	150-400

Результаты химических анализов показали, что по большинству химическим элементам концентрации не превышают норматив. Однако хлор не должен содержаться в ливневых стоках, а у фтора концентрация превышает в 45 раз. Данные соединения не могут содержаться в природной воде в таком количестве. Результаты второго отбора воды показали, что превышение норматива наблюдается по таким веществам как хлор, оксид азота, взвешенные вещества и сухой остаток. Если взвешенные вещества, окислы азота могут присутствовать в талой ливневой воде, то содержание хлора в природной воде невозможно в таком количестве. Поэтому можно утверждать, что данные ливневые стоки в лесном овраге имеют антропогенное происхождение и представляют собой неочищенные промышленные стоки.



## **ИНЕРТНЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ РАСТВОРИТЕЛИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА И ЭКСТРАКЦИИ**

**Н. Патулярд**

*Пеннакем ЛЛС, г. Мемфис, США*

## **CARBON NEUTRAL SOLVENTS IN CHEMICAL SYNTHESIS AND LIQUID-SOLID EXTRACTION PROCESSES**

**N. Patouillard**

*Pennakem LLC, Memphis, USA*

Для решения задач по химическому синтезу и экстракции предлагаются фурановые растворители, синтезируемые путем гидрогенизации фурфурола, получаемого из отходов сельского хозяйства.

Универсальный реакционный растворитель 2-метил-тетрагидрофуран (2-метил-ТГФ), охватывает широкий диапазон применений, включающий реакции Гриньяра, реакции катализируемые соединениями палладия или цинка, реакции восстановления с гидридом лития, включая бифазные реакции. При проведении реакций отмечается высокая стабильность систем как в кислых, так и в щелочных средах, что имеет важное значение с точки зрения профиля примесей и качества конечного продукта. Процессы также характеризуются повышенным выходом реакции, что в сочетании с простотой рециклизации и осушки создает важное преимущество по снижению расхода растворителей для крупных производственных мощностей.

Отличительной особенностью тетрагидрофуранового спирта (ТГФС) является его экологическая безопасность. Может служить альтернативой N-метилпирролидона и этиллактата. Химически, термически и фотостабильный ТГФС сочетает в себе растворяющую способность как для органических, так и неорганических материалов, прекрасно смешивается с водой. Имеет низкую температуру замерзания, что позволяет использовать его как антифриз (альтернатива бензилового спирта).



## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ В ЦИКЛЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

**О.А. Платонова, Л.А. Климова**

*АО «МосводоканалНИИпроект», Москва, Россия*

## **THE USE OF WASTE WATER PREPARATION IN THE WASTEWATER TREATMENT CYCLE**

**O.A. Platonova, L.A. Klimova**

*AO MosvodokanalNIIProekt, Moscow, Russia*

Применение отходов отрасли водоподготовки в сфере очистки сточных вод является перспективным направлением в области рационального природопользования. Актуальность темы связана с возможностью уменьшения объемов депонирования водопроводного осадка (ВО), а также увеличения степени очистки сточных вод от биогенных элементов.

Исследования по использованию ВО для удаления фосфатов из сточных вод развиваются как в России, так и за рубежом [1, 2]. Водопроводный осадок, образующийся при подготовке питьевой воды, содержит коллоидную форму трехвалентного оксида алюминия, общее количество которого в осадке достигает 40% [3]. Обладая устойчивой гелеобразной структурой, ВО способен выполнять роль сорбента органических и минеральных форм фосфатов.

Эксперименты проводились на хозяйственно-бытовых сточных водах очистных сооружениях канализации г. Уфы. При содержании в исходной воде фосфат-ионов  $\text{Сисх}(\text{PO}_4^{3-})$  до  $2,9 \text{ мг/дм}^3$ , дозе ВО до 13об.% глубина очистки сточной воды в первичных отстойниках по фосфат-ионам в среднем за 30 минут отстаивания достигла ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения. При этом уровень остаточного алюминия в сточной воде колебался от  $0,16$  до  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ .

Предварительный экономический расчет расхода традиционного коагулянта (сульфата алюминия) при реагентной очистке сточных вод от соединений фосфора показал, что при средней дозе  $10,0 \text{ мг/дм}^3$  (по  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и ежесуточной обработке объема стоков  $200\ 000,0 \text{ м}^3$  расходуется до  $3,0 \text{ т}$  коагулянта. Полная или частичная замена минерального коагулянта водопроводным осадком позволит сэкономить от  $400$ – $900$  тыс. рублей ежемесячно при незначительных капитальных затратах.

Выводы:

1. В качестве перспективного направления в области реагентной очистки сточных вод от соединений фосфора рекомендуется применение пульпы водопроводного осадка.
2. При использовании водопроводного осадка в количестве  $10$ – $13\text{v}\%$  степень дефосфотации сточных вод достигает уровня ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения.
3. Экономический эффект применения ВО в качестве реагента для дефосфотации хозяйственно-бытовых сточных вод в объеме  $200$  тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$  может составить  $400$ – $900$  тыс. рублей ежемесячно.

Литература

1. Bottero J.V., Thomas F., Leprince A. Utilization des aluminés achieves comme adsorbant dans une filiere de traitement d'eau potable: revue bibliographique –prospective// "Aqua", 1993, N2, p. 69-73.
2. Sibony J. Perspectives pour l'application de l'alumine active en traitement d'eau potable.// "Techn.Et.Sci. Munic", 1993, p.78.
3. Яковлев С.В., Ганин Б.А., Матросов А.С., Кольчугин Б.М. Совместная обработка осадков сточных вод и осадков, образующихся на водопроводных станциях.// М.: Стройиздат, 1990, с 104.

## ПРИМЕНЕНИЕ ФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДНЫХ СИСТЕМ

**В.Е. Проскурина, Е.С. Шаброва, Ю.Г. Галяметдинов**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань*

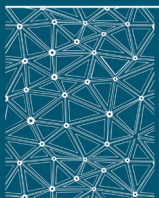
## APPLICATION OF FLOCCULATION FOR CLEANING POLLUTED WATER SYSTEMS

**V.E. Proskurina, E.S. Shabrova, Yu.G. Galyametdinov**

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

Получение новейших типов функциональных материалов на основе полимер-неорганических гибридов актуально в отношении процессов флокуляции при разработке экспериментальных моделей создания новых материалов для очистки талых и промышленных сточных вод от дисперсных примесей неорганического и органического характера. Полимерная композиция на базе анионных сополимеров, зольей переходных металлов и суспензии бентонитовой глины отличается высокой сорбционной способностью и может выступать в качестве эффективной и экономически выгодной альтернативы в процессах очистки талых и сточных вод.

В режиме стесненного оседания изучены процессы коагуляции и флокуляции суспензии бентонитовой глины при дозированном введении анионных флокулянтов и гибридов на их основе с низкой и высокой молекулярной массой и с различной концентрацией ионогенных звеньев  $\beta$ . Бентонитовая глина характеризовалась средним радиусом частиц дисперсной фазы (ДФ)  $=7,28 \cdot 10^{-6} \text{ м}$  и плотностью



–  $2,63 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, представляла собой ассоциацию минералов монтмориллонита ( $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ ), бейделлита ( $Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot nH_2O$ ) с преобладанием первого и фуллеровой земли. В качестве анионных флокулянтов использовались: статистический сополимер акриламида с акрилатом натрия ( $M = 13,5 \cdot 10^6$ ,  $\beta = 71,2$  % мол.), промышленный полимерный образец «Аккофлок» – статистический сополимер акриламида с акрилатом калия ( $M = 4,27 \cdot 10^6$ ,  $\beta = 18$  % мол.) и натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы Na-КМЦ ( $M = 0,14 \cdot 10^6$ ,  $\beta = 100$  % мол.). Полимер-неорганические гибриды были получены при комнатной температуре путем смешения анионных полимеров и золь гидроксидов переходных металлов без проведения полимеризации. Установлена высокая эффективность флокулообразования в дисперсной системе (ДС) с участием анионного сополимера акриламида с акрилатом натрия по сравнению с натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы и промышленным полимерным образцом «Аккофлок». По сравнению с индивидуальными полимерными добавками реализуется рост флокулирующих показателей гибридных образцов в результате эффекта синергизма неорганической и полимерной составляющих. Наблюдается существенное повышение константы уплотнения, связанное с образованием флокул на первой стадии процесса седиментации, а после достижения максимальной степени осветления осадок трансформируется в сложную, гетерофазную систему в жидком агрегатном состоянии с сильно набухшими частицами дисперсной фазы.

Полученные в ходе выполнения работы закономерности позволили прогнозировать эффективность и направленность процессов седиментации в многокомпонентных ДС с участием полимер-неорганических гибридов, в частности, внедрение новых технологий доочистки талых вод позволило использовать очищенные талые воды на промышленных предприятиях г. Казани, например ПАО «Казаньоргсинтез», АО «Кварт-РТИ», ОАО «Нэфис-Косметикс» и ОАО «Казанский завод синтетического каучука».

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (№15-03-01399).

## О НЕКОТОРЫХ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВАХ, ОКАЗЫВАЮЩИХ СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС БИОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

О.С. Рощина, С.В. Фридланд

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия*

## SOME ORGANOPHOSPHORUS BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES THAT HAVE A STIMULATING EFFECT ON THE PROCESS OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

O.S. Roshchina, S.V. Fridland

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

Одним из способов повышения эффективности биологической очистки (БО) сточных вод (СВ) является применение биологически активных (БА) добавок в области низких ( $10^{-7}$  –  $10^{-1}$  г/л) и сверхнизких ( $10^{-17}$  –  $10^{-8}$  г/л) концентраций [1-3]. Выявлено, что некоторые соли бис(гидроксиметил)фосфиновой (БГОМФ) кислоты в малых дозах интенсифицируют процесс БО СВ [1-3]. Так, N,N' - дифенилгуанидиновая («Гуанибифосф») (в концентрациях  $10^{-2}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  г/л) [2], меламина («Мелафен») (в концентрациях  $10^{-7}$ - $10^{-11}$  г/л) [3] и этилендиаминовая («Этафосф») (в концентрациях  $10^{-7}$ ,  $10^{-10}$ ,  $10^{-16}$  г/л) [1] соли БГОМФ кислоты оказывают стимулирующее действие на микроорганизмы (МО) активного ила (АИ) в условиях БО, тем самым обеспечивают более эффективную очистку СВ по сравнению с традиционной. Такой подход значительно снижает расход активатора.

Ранее было обнаружено [2], что растворы «Мелафена» и «Гуанибифосфа» это структурированные системы, в которых в различных интервалах малых и сверхмалых концентраций образуются ассо-

циаты, существенно различающиеся по размерам (от 1 до 270 нм) и что, по мнению данных авторов, является основной причиной биоэффетов растворов названных веществ.

Для выяснения причин стимулирующего действия растворов «Этафосфа» на МО АИ была изучена самоорганизация водных систем и на его основе. Результаты исследований показали, что растворы данной соли, как и известных биостимуляторов («Мелафена» и «Гуанибифосфа»), представляют собой самоорганизованные системы. Вероятно, что образование подобных систем в водной среде характерно лишь для веществ с определённой молекулярной структурой (МС). В этой связи проведены квантово - химические расчёты МС названных выше БА веществ. Установлено, что рассчитанные в условиях существования, как в газообразной фазе, так и в водной, МС биостимуляторов обладают следующими характерными структурными особенностями: 1) приобретают аммонийную структуру; 2) имеют, условно названный нами, «цикл связей», который состоит из атомов: Н, N, О, Р и атома С (у «Гуанибифосфа» и «Мелафена»); 3) содержат NH группу, которая находится вне «цикла связей» и имеет связь с атомом углерода также не связанного с этим циклом.

#### Литература

1. Рощина О.С. Влияние химических факторов на биоценоз АИ в процессе БО СВ органических производств / О.С. Рощина, Т.П. Павлова, С.В. Фридланд // Вестник КТУ. – 2012. – Т.15, № 10. – С. 190 – 194.
2. Пантюкова М. Е. Стимулирование биоценоза АИ солями фосфоновой и фосфиновой кислот в процессе БО СВ: дис. ... канд. хим. наук. 03.02.08 / М. Е. Пантюкова. – Казань, 2011. – 121 с.
3. Хабибуллина Л.И. Исследование возможности применения мелафена для интенсификации БО СВ от различных загрязнений / Л.И. Хабибуллина, М.В. Шулаев, Е.О. Михайлова, С.В. Ахмадиева // Вестник КТУ. – 2011. – №7. – С. 192-197.

### **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

**С.Н. Савельев, А.В. Савельева, С.В. Фридланд**

*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Российская Федерация*

### **INTENSIFICATION OF WASTEWATER TREATMENT BY PYROLYSIS OF HYDROCARBONS**

**S.N. Saveliev, A.V. Savelieva, S.V. Fridland**

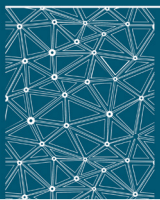
*FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University",  
Kazan, Russian Federation*

В результате щелочной отмывки пирогаза от углекислого газа и сероводорода образуется сточная вода (СВ) со сложным составом [1], характеризующаяся высокими значениями ХПК, щелочности, содержанием токсичных трудноокисляемых химическими и биологическими методами растворенных, эмульгированных углеводородов (УВ), высоких концентраций сульфидов.

Проведенный анализ литературных источников, учитывающий специфику состава СВ, показал, что наиболее приемлемый метод очистки – жидкофазное окисление, которое позволяет окислить и деструктурировать большинство органических соединений до менее токсичных и более легко поддающихся биологической очистки.

В работе показано, что устойчивыми продуктами окисления компонентов СВ являются органические кислоты, позволяющие частично нейтрализовать высокую щелочность.

Установлено, что уменьшить расход окислителей и увеличить эффективность очистки можно применением катализаторов, в качестве которых целесообразно использовать ионы тяжелых металлов



(ИТМ).

Принимая во внимание, что сульфиды с ИТМ образуют нерастворимые соединения, высокую щелочность СВ, а также то, что в РФ широко распространен в практике очистки СВ от ИТМ метод щелочного осаждения, в работе исследована совместная очистка СВ пиролиза и модельной СВ гальванического производства, содержащей  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , а далее реальных СВ гальванических производств.

Показано, что метод жидкофазного катализа при соблюдении подобранных параметров, таких как расход окислителей, концентрация и природа катализатора, рН среды, температура [2], является эффективным методом очистки указанных СВ и позволяет добиться степени очистки 62 и 80 % (по показателю ХПК) после обработки в течение 30 минут кислородом воздуха и озono-воздушной смесью соответственно.

Представленный метод позволяет одновременно практически полностью очистить СВ от сульфидов, ИТМ, значительно интенсифицировать очистку от УВ с увеличением показателей эффективности более чем в 3,5 раза (для СВ пиролиза по показателю ХПК) [3].

Качество очищенной воды по значениям ХПК, щелочности, содержанию эмульгированных УВ, ИТМ позволяет отправить ее на БОС или использовать для получения пара разбавления.

#### Литература

1. Савельев С.Н. Особенности каталитической очистки сточных вод озонированием / С.Н. Савельев, Р.Н. Зиятдинов, С.В. Фридланд // Вестник Казанского технологического университета. – 2008. – №6. – С. 48 – 54.

2. Савельев С.Н. Интенсификация процесса окисления углеводородов кислородом воздуха и озono-воздушной смесью при очистке сточных вод / С.Н. Савельев, Р.Н. Зиятдинов, С.В. Фридланд // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – №11. – С.35–40.

3. Савельев С.Н. Интенсификация очистки сточной воды от углеводородов окислительными методами применением в качестве катализаторов стоков гальванопроизводства / С.Н. Савельев, А.В. Савельева, С.В. Фридланд // Безопасность жизнедеятельности. – 2015. – №1. – С. 40 – 44.



## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

**Р.А. Сафьянова, С.В. Лапшина, Г.С. Ананьева**

*ПАО «Казаньоргсинтез», Казань, Россия*

## **ANALYTICAL CONTROL OF WORKING ZONE AIR IN PREPARING FLOCCULANTS FOR DRINKING WATER TREATMENT**

**R.A. Safyanova, S.V. Lapshina, G.S. Ananyeva**

*PJSC «Kazanorgsintez», Kazan, Russia*

Загрязнение природных вод - основных источников водоснабжения населения, нерациональное использование запасов пресной воды становится с каждым годом все большей проблемой. Обеспечение населения России качественной питьевой водой рассматривается как задача общегосударственного масштаба. В связи с этим одним из приоритетных направлений развития водохозяйственного комплекса ПАО «Казаньоргсинтез» является совершенствование технологии подготовки питьевой воды.

Система очистки питьевой воды предусматривает стадии коагулирования, отстаивания, фильтрования, обеззараживания. Интенсифицируют процесс коагулирования добавлением флокулянтов. Ввод флокулянтов в обрабатываемую воду позволяет улучшить качество воды: улучшается осветление воды, снижается общая щелочность, содержание железа, взвешенных веществ. Использование флокулянтов даже в незначительных количествах (0,01–0,5 мг/л) позволяет ограничить дозировку ко-



агулянтов до минимального размера. В качестве флокулянта на ПАО «Казаньоргсинтез» используется PRAESTOL-органическое, синтетическое высокомолекулярное соединение на основе полиакриламида. Данный флокулянт может содержать остаточное количество акриламида (до 0,025%), который по степени воздействия на организм человека относится к 1 классу опасности, максимально-разовая ПДК в воздухе рабочей зоны 0,2 мг/м<sup>3</sup>, среднесменная - 0,05 мг/м<sup>3</sup>. Акриламид обладает раздражающим воздействием на слизистые оболочки, адсорбируется кожей. Поэтому важен контроль воздуха производственных помещений, в которых проводятся работы по приготовлению растворов флокулянтов.

В Центральной лаборатории Общества разработана и внедрена в аналитический контроль санитарно-промышленной лаборатории методика измерения акриламида в воздухе рабочей зоны фотометрическим методом, который основан на реакции окисления акриламида до формальдегида смесью йодной кислоты и марганцовокислого калия с последующим взаимодействием формальдегида и хромотроповой кислоты с образованием соединения пурпурного цвета. Интенсивность окраски измеряют фотометрически при длине волны  $\lambda=590$  нм. Диапазон измеряемых концентраций от 0,03 мг/м<sup>3</sup> до 40,0 мг/м<sup>3</sup>. Подобраны оптимальные условия измерений, позволяющие определять концентрацию акриламида на уровне  $\frac{1}{2}$  ПДК: использован метод предварительного концентрирования, подобраны объем пробы, концентрация поглотителя, условия проведения реакции окисления акриламида и взаимодействия с хромотроповой кислотой.

Методика аттестована Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии в соответствии с ГОСТ Р 8.563-2009.

## **ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**В.Б. Смирнов<sup>1</sup>, А.А. Пантелеев<sup>2</sup>, В.В. Бобинкин<sup>1</sup>, С.Ю. Ларионов<sup>1</sup>,  
Б.Е. Рябчиков<sup>1</sup>, Д.А. Шаповалов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Научно-производственная компания "Медиана-Фильтр", г. Москва

<sup>2</sup> Национальный исследовательский университет  
"Московский энергетический институт"

## **THE SELECTION OF TECHNOLOGY FOR CHEMICAL TREATMENT OF REVERSE OSMOSIS UNITS ON PRODUCTION PLANTS**

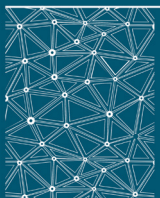
**V.B. Smirnov<sup>1</sup>, A.A. Panteleev<sup>2</sup>, V.V. Bobinkin<sup>1</sup>, S.Yu. Larionov<sup>1</sup>,  
B.E. Ryabchikov<sup>1</sup>, D.A. Shapovalov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> SIC «Mediana-Filter»

<sup>2</sup> National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

Процедура очистки обратноосмотических установок (ООУ) является неотъемлемой частью технологии обратного осмоса. Организация и проведение операции удаления отложений с поверхности мембранных элементов (МЭ) является обязательным для всех работающих мембранных установок [1,2]. Поэтому процесс подбора технологии очистки, эффективных моющих реагентов для крупных промышленных установок является кропотливой и сложной задачей [3].

Проведенный анализ стандартных технологических циклов процесса химической очистки показал необходимость их совершенствования. Это связано с тем, что реализация процедуры, в большинстве своем, основана на общих методиках. Отмечено, что в них не учитывается характер и интенсивность загрязнений. С целью качественного подбора моющих растворов предложены основные методы



определения состава и количества отложений на поверхности мембраны [4]. Обосновано использование идеологии пилотных испытаний для оптимизации параметров химической очистки установок обратного осмоса. Предложен более экономичный и достаточно простой способ моделирования процессов химической очистки. Для организации этого метода предлагается подключить пробные фильтрующие элементы (ПФМ) в различных точках промышленной установки. Это позволит смоделировать процесс накопления загрязнений и получить необходимую информацию о составе и интенсивности отложений. Приведены основные требования к пробным фильтрующим элементам, описана технология моделирования.

Разработана методика оптимизации технологии и рабочих параметров химической очистки промышленных обратноосмотических установок, которая позволяет в минимальные сроки определить наиболее эффективную технологию, минимизировать эксплуатационные затраты, повысить стабильность и надежность их работы. Методика может быть востребована как, при эксплуатации оборудования, так для предварительных исследований и пилотных испытаний. Предложены пути совершенствования и оптимизации методов удаления отложений.

#### Литература

1. Мембранные технологии в промышленной водоподготовке / А.А. Пантелеев, Б.Е. Рябчиков, О.В. Хоружий и др. Москва: ДеЛи плюс, 2012. 429 с.
2. Свитцов А.А. Введение в мембранную технологию. Москва: ДеЛи принт, 2007. 208 с.
3. Первов А.Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация. Москва: АСВ, 2009. 231 с.
4. Рябчиков Б.Е. Современная водоподготовка. Москва: ДеЛи плюс, 2013. 680 с.

## УГЛУБЛЁННЫЙ РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ШИННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ОДИН ИЗ ЭТАПОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОТВЕТСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В НИЖНЕКАМСКОМ НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ КЛАСТЕРЕ

А.А. Терёхин, И.Н. Бакирова, Н.А. Яминова, Г.Р. Карамова

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань, Россия

## DEEP RECYCLING OF THE WASTE PRODUCTS OF TYRE PRODUCTION AS ONE OF THE STAGES OF IMPROVING OF ECOLOGICALLY MISSION-CRITICAL PRODUCTION IN NIZHNEKAMSK PETROCHEMICAL CLUSTER

A.A. Terekhin, I.N. Bakirova, N.A. Yaminova, G.R. Karamova

Kazan National Research Technological University,  
Kazan, Russia

Развитие современной промышленности невозможно без применения композитных материалов. В отличие от «чистых» материалов композиты обладают более широким спектром физико-механических свойств. Это позволяет применять именно те материалы, характеристики которых, максимально отвечают специфическим требованиям эксплуатации. К таким материалам можно отнести композиты на основе отходов шинного производства. Учитывая то, что шинное производство, находящееся в Нижнекамском нефтехимическом кластере, ежемесячно имеет в отходах порядка 25 тн. резиновых смесей, не считая других видов промышленных отходов, необходимо уделить повышенное внимание углублённому рециклингу вышеуказанных отходов для снижения экологической нагрузки на окружающую среду и повышения экономической эффективности шинного производства.

В качестве основного проектного предложения по рециклингу отходов шинного производства ПАО «Нижнекамскшина» предлагается изготовление востребованной и перспективной в плане рыночной конъюнктуры продукции - тротуарной плитки изготовленной на основе использования отходов основного производства.

Тротуарная резиновая плитка часто укладывается параллельно с обычной тротуарной плиткой. Именно для такого комбинирования и создается резиновые покрытия аналогичных размеров и форм, что и обычная плитка для тротуара.

Данную тротуарную плитку предлагается изготавливать в широкой товарной линейке: различной плотности и толщины, водонепроницаемую, или с пропуском воды (дренажную), бесцветную (черную), цветную, или черную с вкраплениями разного цвета, с различными коэффициентами сцепления, с рисунком или без него, однослойную или с несколькими слоями, для укладки на мягкое основание (грунт) или твердое, с соединениями (втулочные, замковые) или без них.

Использование отходов шинной промышленности для выпуска дорожных покрытий, применяемых в благоустройстве территорий, является инновационным и экономически эффективным проектом, значительно снижающим экологическую нагрузку на окружающую среду, получающим в последние годы всё большее распространение (например, в ПАО «СИБУР Холдинг»). Если ранее отходы шинного производства утилизировались на предприятии, либо продавались сторонним организациям по низкой стоимости, то предлагаемый проект создаёт новые возможности получения реальных экологических и экономических эффектов.



## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕНТРАТА ОТРАБОТАННОЙ ЭМУЛЬСИИ «ИНКАМ-1» В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ**

**Д.Д. Фазуллин, Г.В. Маврин**

*ФГБОУ ВПО Казанский Федеральный Университет,  
г. Набережные Челны, Россия*

## **THE USE OF CONCENTRATE OF EXHAUSTED EMULSIONS "INKAM-1" AS A CORROSION INHIBITOR**

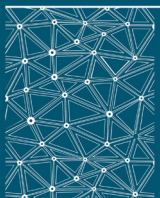
**D.D. Fazullin, G.V. Mavrin**

*Kazan Federal University,  
Naberezhnye Chelny, Russia*

Проблема антикоррозионной защиты оборудования и сооружений нефтяной отрасли приобрела в настоящее время первостепенное значение и требует практического решения. Одним из наиболее распространенных способов снижения коррозионного воздействия является применение ингибиторов коррозии (ИК). В настоящее время применяются такие ИК, как «Амфикор», «СНПХ-1004». Данные реагенты зарекомендовали себя положительно, но недостатком является высокая стоимость реагентов. Встает вопрос о разработке и получении химических реагентов, не уступающих по защитным свойствам современным ИК и обладающих низкой стоимостью.

В связи с этим цель настоящей работы заключается в снижении техногенной опасности на нефтепромысловом оборудовании, путем использования концентрата отработанной эмульсии, полученного после мембранной очистки водоземulsionных сточных вод, в качестве ИК.

В работе проведены исследования химического состава концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1» методом хромато-масс-спектрометрии. По результатам исследований химического состава концентрата от очистки отработанной эмульсии «Инкам-1» установлено присутствие в составе концентрата дициклогексиламина, проявляющего свойства ингибитора коррозии, в связи, с чем предложено использовать данный концентрат в качестве ИК стали для нефтепромыслового оборудования.



Для оценки эффективности концентрата в качестве ИК определили скорость коррозии, и степень защиты стали, по ГОСТ 9.506-97 гравиметрическим методом. В качестве образцов использовали металлические пластины из стали марки «Сталь 20». Результаты испытаний в коррозионной среде представлены в таблице [1].

Таблица – Результаты испытаний стали в коррозионной среде

Коррозионная среда	Дозировка ИК, г/дм <sup>3</sup>	Скорость коррозии, мм/год	Степень защиты, %
Пластовая вода	-	0,1465	-
+ 0,2 см <sup>3</sup> конц. Инкам-1	1,5	0,1200	22,1
+ 0,5 см <sup>3</sup> конц. Инкам-1	3,8	0,1144	27,3
+ 1 см <sup>3</sup> конц. Инкам-1	7,7	0,1164	25,3
+ 5 см <sup>3</sup> конц. Инкам-1	38,5	0,1292	12,4

Результаты исследований показали, что при использовании в качестве ИК концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1» скорость коррозии снижается. Оптимальной концентрацией ИК, при которой достигается максимальная степень защиты в 27,3%, определена концентрация 3,8 г/дм<sup>3</sup>.

#### Литература

1. Фазуллин, Д.Д. Исследование свойств концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1» в качестве ингибитора коррозии / Д.Д. Фазуллин, Г.В. Маврин, И.Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. Т.18, №15, 2015. – С. 69-73.



## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**А.И. Фоменко**

*ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет»,  
г. Череповец, Россия*

## SEWAGE TREATMENT FROM OIL PRODUCTS

**A.I. Fomenko**

*Cherepovets State University, Cherepovets, Russia*

Известно достаточно много работ, посвященных очистке сточных вод от нефтепродуктов. Нефтепродукты в водных растворах содержатся в растворенной и эмульгированной формах. Для очистки производственных и поверхностных сточных вод от нефтепродуктов используют в основном механические и биохимические методы с получением низкоконцентрированных растворов. Однако их качество не всегда соответствует требованиям установленных нормативов, что обуславливает необходимость введения в технологическую схему стадии доочистки. Одним из наиболее эффективных и широко практикуемых методов доочистки низкоконцентрированных нефтезагрязненных сточных вод, прошедших предварительную очистку от взвешенных веществ и нефтепродуктов на типовых очистных сооружениях, является фильтрование с использованием в качестве загрузки сорбционных материалов различной природы. Наиболее широкое применение для этих целей получили дорогостоящие активированные угли и их аналоги. Возможность применения для сорбции нефтепродуктов из водных растворов более дешевых природных, в частности, торфа и других видов растительного сырья, глинистых минералов и кремнеземов, а также техногенных материалов обсуждается в работах [1-2] и ряде других.

Цель настоящего исследования – изучение кинетики процесса сорбции и сорбционных характеристик золы древесной, образующейся в технологическом цикле производства древесноплитных мате-

риалов при сжигании отходов переработки измельченной древесины, по отношению к растворенным и эмульгированным в водных растворах нефтепродуктам с целью последующего ее использования для глубокой очистки сточных вод.

Лабораторные исследования сорбционных свойств золы древесной при очистке водных растворов, содержащих различные концентрации нефтепродуктов (дизельное топливо), показали, что этот материал можно использовать в фильтрах двойного назначения: как фильтрационную загрузку в насыпном фильтре для очистки воды от эмульгированных нефтепродуктов и как сорбент для извлечения растворенных нефтепродуктов.

Полученные значения сорбционной емкости исследованных образцов золы древесной уступают промышленным сорбентам и природным аналогам, используемым для очистки сточных вод от нефтепродуктов, но достаточны для практического применения. Сорбционная способность золы реализуется в течение первых минут контакта с раствором и через 20 минут достигает 82,2 мг/г, степень извлечения – 99,4 %. При этом низкая стоимость золы делает рентабельным использование ее для очистки низкоконцентрированных, в частности, поверхностных сточных вод, обеспечивая их качество в соответствии с принятыми санитарно-гигиеническими и технологическими нормами.

#### Литература

1. Лаптев А.Г., Сергеева Е.С. Физическое и математическое моделирование сорбционных свойств торфа для очистки воды от нефтепродуктов // *Вода: Химия и экология*, 2008.- № 3.- с. 14 - 19.
2. Гогорян А.А. Применение вспученного перлита для фильтрации нефтесодержащих вод // *Экология производства*, 2013.- № 2.- с. 64 - 66.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОВТОРНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ. СОЗДАНИЕ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**А.А. Фомин**

*АО «НПК МЕДИАНА-ФИЛЬТР» г. Москва, Россия*

## **ADVANCED TECHNOLOGIES OF WASTERWATER TREATMENT WITH REUS OF PURIFIED WATER. CREATION OF CLOSED-CIRCUIT SYSTEM OF WATER USE**

**A.A. Fomin**

*SIC «Mediana-Filter», Moscow, Russia*

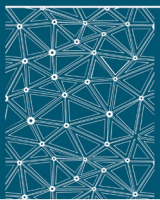
Переработка углеводородного сырья сопряжена с неизбежным попаданием различных веществ в отработанную воду. Сточные воды предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической и нефтегазовой отрасли характеризуются содержанием специфических загрязнителей, таких как нефтепродукты, взвешенные вещества, ион аммония, тиосульфаты, ХПК, БПК, продукты органического синтеза, исходное сырье и используемые реагенты.

На большинстве предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической и нефтегазовой отрасли, существующие очистные сооружения работают по устаревшей технологии с использованием морально и физически изношенного оборудования. Как правило, такие очистные сооружения не в состоянии обеспечить выполнение современных требований к качеству сбрасываемых сточных вод.

Постоянно ужесточающиеся требования к качеству очистки сточных вод вызывают рост капитальных и эксплуатационных затрат предприятия на их обработку и отведение.

На сегодняшний день в мире разработаны и применяются современные технологии и оборудование, способные эффективно очищать промышленные стоки до требуемых нормативов.

Современный подход к обработке промышленных сточных вод основан на повторном использо-



вании возобновляемого ресурса – очищенной воды, которая пригодна: в качестве первичной мойки сырья и гидротранспорта сырья; в качестве технической воды для мойки полов, территорий, автотранспорта и т.д.; для подпитки водооборотных циклов предприятий и обеспечения пожарных нужд; для технологических процессов в производстве продукции.

В настоящее время разработаны комбинации современных мембранных методов со стандартными методами очистки.

Для выбора наиболее оптимальных технологических и проектных решений очистки сточных вод с возможностью повторного использования очищенной воды компанией НПК МЕДИАНА-ФИЛЬТР был осуществлен ряд пилотных испытаний на предприятиях нефтехимической отрасли. Например, на ОАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ МНПЗ» были проведены опытно-промышленные испытания современной технологии очистки сточных вод на базе мембранного биореактора с доочисткой на установке обратного осмоса. Результаты пилотных испытаний легли в основу проектных решений, по которым в настоящее время осуществляется строительство уникальных очистных сооружений.

Аналогичные опытно-промышленные испытания очистки сточных вод с возможностью повторного использования очищенной воды проводились на ОАО «Нижнекамскнефтехим», ОАО «Омский каучук», ОАО «НАК Азот» и др.

Не останавливаясь на достигнутых решениях, специалисты НПК «МЕДИАНА-ФИЛЬТР» совместно с ведущими производителями оборудования в настоящий момент занимаются проработкой замкнутых циклов водопользования, что позволит вернуть на повторное использование до 98% сточной воды предприятия.



## СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕМБРАНЫ ЭМО-Н 45-300

**Е.А.Харитоновна, Д.Д. Фазуллин, Г.В. Маврин**

*ФГБОУ ВПО Казанский Федеральный Университет, г. Набережные Челны, Россия*

## PROPERTIES OF THE MODIFIED MEMBRANE EMO-N 45-300

**E.A. Kharitonova, D.D. Fazullin, G.V. Mavrin**

*Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia*

В настоящей работе получена ионообменная мембрана, путем нанесения на поверхность полисульфонамидной мембраны слоя ПАНИ.

В качестве исходных материалов использовали рулонную полисульфонамидную мембрану марки «ЭМО-Н 45-300» с размерами пор 0,001 мкм, персульфат аммония, гидрохлорид анилина. Синтез мембран с поверхностным распределением ПАНИ осуществляли полимеризацией анилина непосредственно в матрице мембран. Рулонную мембрану устанавливали в мембранный модуль и с помощью насоса через мембрану под давлением 0,6 МПа пропускали 1 дм<sup>3</sup> 1 М раствора гидрохлорида анилина. Далее, через мембрану пропускали 0,1 дм<sup>3</sup> 1 М раствор персульфата аммония и проводили промывку мембраны моющим раствором в течение 5 минут, затем дистиллированной водой в течение 20 минут.

Производительность мембран (дм<sup>3</sup>/мин) определяли пропуском через мембраны определенного объема дистиллированной воды. Установлено, что проницаемость модифицированной мембраны, условно обозначенной «ЭМО-ПАНИ», составляет 0,02 дм<sup>3</sup>/мин при рабочем давлении 0,8 МПа.

Для изучения селективности модифицированной мембраны через фильтр-элементы пропускали по 5 дм<sup>3</sup> модельного раствора с содержанием ионов тяжелых металлов (ИТМ) – свинца (II), железа (III), цинка и меди.

Данные по начальным концентрациям в модельном растворе ИТМ и конечным концентрациям в фильтратах, а также, соответственно, степени очистки по каждому ИТМ, приведены в таблице [1].

Таблица – Степень очистки от ИТМ модифицированной рулонной полисульфонамидной мембраны «ЭМО-ПАНИ»

№, п/п	ИТМ	Концентрация ионов, мкг/дм <sup>3</sup>		Степень очистки, %
1	Pb	101±25	3,2±0,80	96,8
2	Fe	473±118	14,7±3,7	96,8
3	Zn	3907±977	282±70,5	92,7
4	Cu	50,0±13,0	22,5±5,6	55,0

Средняя степень очистки, модифицированной мембраны заявленным способом, составляет 85,3 %.

Наиболее высокая степень очистки наблюдается от ионов Pb<sup>2+</sup> и Fe<sup>3+</sup>: 96,8%. У исходной мембраны ЭМО-Н 45-300 степень очистки по этим ионам составляет 94,2%.

## Литература

1. Харитоновна Е. А., Фазуллин Д. Д., Маврин Г. В., Шайхиев И. Г. Модификация гидрохлоридом анилина рулонных обратноосмотических мембран «ЭМО-Н 45-300» и их свойства Вестник технологического университета. Т. 18 № 19, 2015. – С. 270-271.

### ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПОПАДАНИИ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

**А.Ш. Шаймарданова, С.В. Степанова, И.Г. Шайхиев**  
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет», г. Казань, Российская Федерация

### ASSESSMENT OF RISKS AND THREATS TO HUMAN HEALTH ASSOCIATED WITH THE PRESENCE OF IRON IONS IN THE WATER BODIES

**A.S. Shaimardanova, S.V. Stepanova, I.G. Shaikhiev**  
FSBEI HPE "Kazan National Research Technological University",  
Kazan, Russian Federation

Установлено, что использование листового опада различных пород деревьев в качестве сорбционного материала по отношению к ионам железа позволяет значительно снизить индекс опасности (НҚ) и избежать риска угрозы здоровью человека.

Так изучалась возможность извлечения ионов Fe(III) из модельных растворов березовым опадом (БО), опадом смешанной листвы (СО) и дубовым опадом (ДО) в динамических условиях. Рассчитывался индивидуальный риск угрозы здоровью человека (НҚ) до и после очистки модельных растворов[1].

В сосуде емкостью 3 л готовилась модельная сточная вода (СВ) с концентрацией Fe<sup>3+</sup> равной 100 мг/дм<sup>3</sup>. Последняя тщательно перемешивалась в течение 15 минут. После регулирования расхода железосодержащей воды, которая поддерживался 0,30 мл/мин, она пропускалась через слой сорбционного материала (СМ), помещенного в стеклянную колонку. Исследования проводились при высоте укладки СМ 10 см.

При начальной концентрации ионов железа (III) 100 мг/дм<sup>3</sup> индекс опасности НҚ = 3,4. В таблице 1 представлены значения индекса опасности (НҚ) после эксперимента.

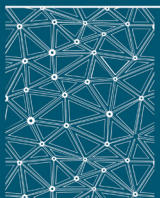


Таблица 1 – Показатели индекса опасности (НQ) в зависимости от остаточной концентрации Fe (III) в воде.

Ск <sup>1</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	ИТМ	Временной интервал, мин			
		30	60	90	120
	БО	8,74	8,94	9,68	11,49
	СО	7,32	7,49	8,12	10,03
	ДО	6,13	6,94	8,43	10,15
НQ	БО	0,297	0,304	0,329	0,391
	СО	0,249	0,304	0,276	0,341
	ДО	0,208	0,254	0,286	0,345

<sup>1</sup>Ск – конечная концентрация Fe (III) в воде, мг/дм<sup>3</sup>

При начальной концентрации Fe<sup>3+</sup> в воде равной 100 мг/дм<sup>3</sup> индекс опасности НQ>1 – риск угрозы здоровью человека. Для всех значений остаточной концентрации, приведенных в таблице 1, индекс опасности НQ значительно снижается и составляет <1, следовательно, риск угрозы здоровью человека полностью отсутствует.

То. использование листового опада различных пород деревьев в качестве растительного сорбента по отношению к ионам железа (III) является весьма целесообразным и эффективным. Данный сорбционный материал позволяет значительно снизить индекс опасности (НQ), что в свою очередь помогает избежать риска угрозы здоровью человека при воздействии пороговых токсикантов.

#### Литература

1. Ваганов П.А. Как рассчитать риск угрозы здоровью из-за загрязнения окружающей среды. Задачи с решениями / П.А. Ваганов. – СПб: Изд-во С.- Петерб. ун-та, 2008. – 129 с.



## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ЭМУЛЬСИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

И.Г. Шайхиев, В.О. Дряхлов, Т.И. Шайхиев, А.В. Федотова, М.Ю. Алексева

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
Казань, Россия

## TREATMENT OF WASTEWATER CONTAINING OIL EMULSION USING MEMBRANE TECHNOLOGY

I.G. Shaikhiev, V.O. Dryakhlov, T.I. Shaikhiev, A.V. Fedotova, M.Y. Alekseeva

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

Важное место в рассматриваемой проблеме занимает загрязнение водных объектов нефтепродуктами (НП). Сырая нефть, а также многочисленные продукты ее переработки, широко используемые в промышленности и народном хозяйстве, попадая в атмосферные, промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды (СВ), поступают в природные объекты, нарушая ход естественных биохимических процессов, вызывая деградацию озер, рек, морей, грунтовых вод, а также снижая плодородие почвы.

В Республике Татарстан сточные воды, содержащие нефтепродукты (СВСНП) образуются при переработке нефти и использовании НП на предприятиях химического, нефтехимического и машиностроительного профиля в количестве до нескольких десятков тысяч тонн в год. При наличии в составе последних поверхностно-активных веществ (ПАВ), а также различных эмульгаторов, к которым



относятся соли, асфальтены, смолы, нефтерастворимые органические кислоты и мельчайшие примеси, как ил и глина, СВЧНП формируют агрегативно-устойчивую многокомпонентную структуру.

Для очистки эмульгированных СВЧНП применяются нефтеловушки и пруды дополнительного отстаивания, недостатками которых являются недостаточно высокая эффективность, потеря легких фракций НП при испарении, длительность процесса. Таким образом, недостаточно очищенные СВЧНП, поступая, в конечном итоге, в объекты окружающей среды, приводят к деградации биоценозов с последующим нарушением физиологической активности и летальным исходом, вызванным внедрением углеводородов в живой организм, а также изменениями физико-химических свойств их ареала.

На основании вышеизложенного, актуальным является применение высокоэффективных низкоэнергетических технологий с возможностью организации замкнутого водооборота, способствующего созданию малоотходной технологии. Названным требованиям отвечают процессы очистки сточных и природных вод от загрязнителей с использованием мембранных технологий. Однако, в процессе работы мембран происходит снижение эксплуатационных характеристик последних, вследствие концентрационной поляризации загрязнителя на поверхности фильтрующего элемента. В этой связи с целью интенсификации мембранных процессов целесообразно применение методов модификации полимерных мембран, в частности плазмой, коронным разрядом, обоснованные с научной и практической точки зрения.

Приведены примеры разделения водонефтяных и водомасляных эмульсий, в том числе и растворов отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей, с использованием исходных и модифицированных ультрафильтрационных полимерных мембран.

### **ПОЛИРЕЗИСТЕНТНЫЕ К ТОКСИЧНЫМ МЕТАЛЛАМ МИКРООРГАНИЗМЫ ИЗ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»**

**С.О. Шилин, М.К. Гарифутдинов, Д.И. Хасанова, Г.В. Гилаева**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», Нижнекамск, Российская Федерация*

### **POLYRESISTANT TO TOXIC METALS MICROORGANISMS FROM CIRCULATED WATER OF PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM»**

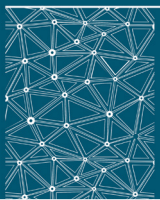
**S.O. Shilin, M.K. Garifutdinov, D.I. Khasanova, G.V. Gilaeva**

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia*

Среди микроорганизмов встречаются формы, устойчивые к воздействию стрессовых факторов, таких как ионизирующее излучение, антибиотики, соли токсичных металлов. Резистентность эта обусловлена наличием специальных генов множественной устойчивости, так называемых R-факторов, локализованных в плазмидной ДНК. Плазмиды при помощи транспозонов свободно переносятся между особями бактериальной популяции, производя обмен генетической информацией и, соответственно, обеспечивая устойчивость к стрессовым факторам бактериальной культуры в целом. При воздействии на микроорганизмы неблагоприятных условий включаются специальные биохимические механизмы, нейтрализующие угрозу, представляющие собой накопление токсичных солей и ионов внутри или на поверхности клетки с последующей их нейтрализацией[1].

В оборотной воде ПАО «Нижнекамскнефтехим» на некоторых градириях с 70-х годов прошлого века проводится ингибирование цинк-бихромат-фосфатным реагентом. Поэтому мы предположили, что за эти годы в оборотной системе могла сформироваться микробная популяция, стойкая к этим токсичным металлам.

Из оборотной воды были выделены в чистую культуру 4 штамма бактерий. По комплексу фенотипических признаков (аэробы, грамположительные кокки, собраны в тетрады неправильной формы, размер 0,5-2,0 мкм, используют хемоорганотрофный тип питания, образуют желтые колонии) эти ми-



кроорганизмы были предварительно идентифицированы как представители рода *Micrococcus*.

Как и предполагалось, выделенные нами бактерии проявили очень высокую устойчивость к токсичным металлам. Так, все 4 штамма сохраняли жизнеспособность при концентрации металл-ионов цинка и хрома  $250 \text{ мг/дм}^3$ . При этом известно, что эти токсичные металлы обычно подавляют рост микроорганизмов уже в концентрации  $1\text{--}10 \text{ мг/дм}^3$  [2-4]. Кроме того, как показывают исследования [5], многие микроорганизмы проявляют так называемую полирезистентность, то есть стойкость к целому спектру разных токсичных металлов. Это обусловлено тем, что механизмы защиты от разных тяжелых металлов сходны. Данный факт подтвердили и наши дальнейшие исследования. Выделенные нами бактерии рода *Micrococcus* проявили устойчивость также к ионам меди, кадмия, кобальта и никеля. При концентрации указанных металлов  $50 \text{ мг/дм}^3$  все исследованные штаммы сохраняли жизнеспособность.

Таким образом, впервые из оборотной воды ПАО «Нижнекамскнефтехим» были изолированы микроорганизмы, устойчивые к высоким концентрациям ионов токсичных металлов. При этом они проявили полирезистентность. Благодаря особенностям биохимических механизмов нейтрализации токсичных металл-ионов исследованные штаммы можно использовать для биотехнологической очистки оборотной воды и стоков ПАО «Нижнекамскнефтехим» от целого комплекса тяжелых и токсичных металлов.

#### Литература

1. Бухрин О.В. Механизмы выживания бактерий. Москва, Медицина, 2005, 287 с.
2. Babich H. Differential toxicities of mercury to bacteria and bacteriophages in sea and in lake water// H. Babich, G. Stotzky//Can. Journ. Microbiol. – 1979. - №11. – P. 1252-1257.
3. Bowman J.P. Patterns of tolerance to heavy metals among methane-utilizing bacteria//J.P. Bowman, L.I. Sly, A.C. Hayward//Lett. Appl. Microbiol. – 1990. - №2. – P. 85-87.
4. Langenbach T. Influence of heavy metals of nitrogen fixation and growth of *Asospirillum* strains//T. Langenbach, A. Nascimento, M. Sarpa//Rev. Latinoamer. Microbiol. – 1988. – 2. – P. 139-142.
5. Ташурев О.Б. Характеристика мікробних ценозівант арктичних ґрунто субстратів//О.Б. Ташурев, Г.О. Ташурева, В.М. Войницький // Вісн. КНУіМ. Тараса Шевченка. – 2004 - № 43 – С. 107-109.



## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИФИЦИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОСАДИТЕЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ

М.М. Шилов<sup>1</sup>, А.С. Касаточкин<sup>1</sup>, А.А. Пантелеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> АО «Научно-производственная компания «МЕДИАНА-ФИЛЬТР», г. Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет  
«Московский энергетический институт», г. Москва, Россия

## DEVELOPMENT AND RESEARCH OF INTENSIFIED WATER TREATMENT UNIT BY PRECIPITATION METHOD

M.M. Shilov<sup>1</sup>, A.S. Kasatochkin<sup>1</sup>, A.A. Panteleev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Research and production company «MEDIANA-FILTER», Moscow, Russia

<sup>2</sup> National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow, Russia

Для отработки в опытно-промышленном масштабе технологии интенсифицированной коагуляционной очистки создана опытно-промышленная установка, предназначенная для очистки поверхностных и сточных вод, а также ливневых стоков. Установка имеет проектную производительность до  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Она спроектирована так, что процесс может проводиться либо с рециркуляцией сформированного осадка, либо с использованием мелкозернистого песчаного утяжелителя. Основой для раз-

работки послужили материалы различных литературных источников, оборудование ряда западных компаний, а также данные работ, выполненных на лабораторных и пилотных установках.

В установке реализуется высокоэффективный процесс коагуляционной очистки, основанный на осаждении примесей с коагулированными хлопьями в оптимальных условиях ввода и перемешивания реагентов, для ускорения которого вводится мелкозернистый песок и флокулянт, обеспечивающий формирование крупных тяжелых хлопьев. Хлопья затем отделяются от раствора на тонкослойном отстойнике, что обеспечивает высокую скорость и эффективность процесса.

Наличие крупных хлопьев осадка позволяет существенно увеличить скорость подачи и движения очищаемого раствора, т.е. удельную производительность аппарата.

Принципиальным отличием данной установки от осветлителя типа «Активфло» является то, что для разделения выводимой из отстойника пульпы на микропесок и шлам установлена отмывочная колонна, из которой отмытый песок возвращается в камеру созревания, а шлам удаляется на сброс. Это позволяет существенным образом сократить расход воды на собственные нужды.

Проведены испытания опытно-промышленной установки на Московской ТЭЦ-26 и Череповецкой ТЭЦ ЭВС 2 ПАО «Северсталь». В ходе испытаний установлена максимальная производительность установки для каждого из режимов интенсифицированного осаждения, определены собственные нужды для отмывки песка, а так же параметры введения и смешения реагентов с обрабатываемой водой.

Результаты лабораторных анализов показывают, что использование технологии интенсифицированной коагуляции дает хорошие результаты по очистке воды от органических загрязнений - средний показатель съема органики составил 82%, от растворенного железа - среднее снижение содержания на 84%.

На основании данных полученных в ходе испытаний показана возможность использования технологии интенсифицированной коагуляционной очистки воды, для подачи ее через механические фильтры на ионообменные фильтры глубокого обессоливания или на установку обратного осмоса.

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Н.В. Шурмина, О.А.Богданова, Л.К. Мустафина**

*Институт проблем экологии и недропользования  
Академии наук Республики Татарстан, г. Казань, РФ*

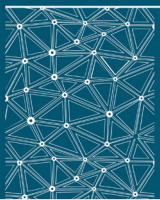
## **ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION IN THE ZONE OF INFLUENCE OF PETROCHEMICAL PRODUCTION**

**N.V. Shurmina, O.A. Bogdanova, L.K. Mustafina**

*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth  
Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia*

Город Нижнекамск по праву можно назвать столицей нефтехимиков, где сосредоточены крупнейшие предприятия нефтеперерабатывающей и химической промышленности, являющиеся и основными источниками эмиссии вредных веществ (главным образом – органических) в окружающую среду. Почвенный покров – устойчивый элемент ландшафта, активно контактирует с другими средами (воздух, вода, атмосферные осадки), что делает его удобным объектом для изучения источников антропогенного воздействия на экосистемы. В отличие от воды и атмосферного воздуха, которые являются миграционными средами, почва выступает наиболее объективным и стабильным индикатором хронических техногенных загрязнений.

Целью работы являлось определение уровня загрязнения почв некоторыми органическими соеди-



нениями (нефтепродукты, фенол, формальдегид) в зоне влияния предприятий нефтехимического и химического цикла Нижнекамского промышленного узла (НПУз) как источника антропогенного воздействия, а также городских почв, с оценкой возможных неблагоприятных последствий для здоровья населения и окружающей среды.

Объектами исследования послужили почвы, отобранные с селитебных территорий и территорий, прилегающих к СЗЗ. Отбор, пробоподготовка и анализ проб осуществлялся в соответствии с утвержденными нормативными документами. Места отбора проб располагались вдоль векторов розы ветров, на разных расстояниях от возможного источника загрязнения. Измерение массовой доли летучих фенолов и формальдегида проводили фотометрическим методом после отгонки с водяным паром, позволяющим определять содержание этих веществ от 0,05 мг/кг. Нефтепродукты определяли методом ИК-спектроскопии, с чувствительностью методики от 50 мг/кг.

В результате проведенных исследований можно констатировать, что содержание формальдегида в верхних почвенных горизонтах в непосредственной близости от предприятий НПУз и в почвах г. Нижнекамске ниже предела обнаружения (0,05 мг/кг) методики и гораздо ниже установленных ПДК (7 мг/кг).

Содержание фенолов варьирует от минимальных значений ниже предела обнаружения (0,05 мг/кг) до максимальных концентраций 0,45 мг/кг. В отсутствие утвержденного ПДК для фенолов в качестве норматива можно использовать величину 0,5 мг/кг, соответствующую естественной фоновой концентрации в незагрязненных почвах.

Содержание нефтепродуктов в большинстве исследуемых проб зафиксировано на уровне предела обнаружения (50 мг/кг) методики. Средняя величина данного показателя составила 140 мг/кг почвы, что говорит о незначительном загрязнении почв нефтепродуктами.

Таким образом, при исследованиях почвенного покрова в зоне влияния предприятий Нижнекамского промышленного узла, хронического загрязнения почв органическими веществами (фенол, формальдегид, нефтепродукты) не зафиксировано, что связано, по-видимому, с их высокими миграционными свойствами и низкой способностью к аккумуляции в почвах.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИТОРА КИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ  
ДЛЯ ПРОЦЕССА ОДНОСТАДИЙНОГО СИНТЕЗА ИЗОПРЕНА**  
Д.И. Хасанова, Л.Я. Гатиятуллина, А.Р. Гильмуллина, З.Г. Латыпова,  
С.Н. Морозова, Е.А. Коврижных

*ПАО «Нижнекамскнефтехим» г. Нижнекамск РТ РФ*

**THE EXAMINATION OF THE INHIBITOR OF ACID CORROSION USED  
IN THE PROCESS OF ONE-STAGE SYNTHESIS OF ISOPRENE**  
D.I. Khasanova, L.Ya. Gatiyatullina, A.R. Gilmullina, Z.G. Latypova,  
S.N. Morozova, E.A. Kovrizhnyh

*PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, TR, RF*

Высоко агрессивные кислоты широко используются в качестве рабочих сред во многих технологических процессах химических и нефтехимических производств, что является частой причиной интенсивного растворения металла оборудования и значительных безвозвратных потерь его [1].

В настоящее время в процессе одностадийного синтеза изопрена на заводе ИМ ПАО «Нижнекамскнефтехим» в качестве катализатора применяется 6% ортофосфорная кислота. При попадании технологических продуктов (углеводородов) в ортофосфорную кислоту среда становится чрезвычайно коррозионно-агрессивной, что снижает пробег реакторов и повышает риск аварийных остановов производства [2].

Основным конструкционным материалом в реакторах синтеза изопрена является сплав Incoloy 825, представляющий собой сплав никеля (38-46%), хрома (19-23%) и железа (28-31%), а также молибдена, титана и меди.

В результате исследований была разработана ингибирующая композиция ОПЦ-2000 на основе водорастворимых солей металлов, используемых в качестве легирующих компонентов наиболее стойких сплавов: никель, молибден, хром.

По результатам электрохимических исследований ингибитор марки ОПЦ-2000 относится к ингибиторам анодного типа.

Результатами коррозионных исследований установлено, что ингибитор ОПЦ-2000 высоко - эффективен в ортофосфорной и в сильноагрессивной серной кислоте (таблица).

Таблица – Сравнительные результаты эффективности ингибитора ОПЦ-2000 в среде фосфорной и серной кислот

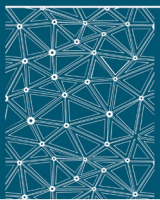
Испытуемая среда	$C_{инг.}$ г/л	Скорость коррозии, мм/год	Эффективность ингибитора, Z, %
6% р-р $H_3PO_4$ (контроль)	-	0,0398	-
+ ОПЦ-2000	5	0,0000	100
	10	0,0000	100
	16	0,0000	100
6% р-р $H_2SO_4$ (контроль)	-	0,4252	-
+ОПЦ-2000	5	0,0000	100
	10	0,0000	100
	16	0,0000	100

Испытания с добавлением технологических продуктов (ТМК и формальдегида) также показали высокую эффективность ингибитора ОПЦ-2000. Оптимальные дозы ингибитора 10-16 г/л.

ОПЦ-2000 обладает высокими диспергирующими свойствами, т.е. после нагрева выпадения солей не происходит, растворы кислот остаются прозрачными.

#### Литература

1. Иванов, Е.С. *Ингибиторы коррозии металлов в кислых средах.* – М.: Металлургия, 1986.
2. Решетников С.М. *Ингибиторы кислотной коррозии металлов.* – Л.: Химия, 1986.



**ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ  
ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ ИНГИБИТОРАМИ МАРОК ОПЦ**  
Д.И. Хасанова, Г.Ф. Гильмутдинова, А.Р. Гильмуллина, Е.А Коврижных  
*ПАО «Нижнекамскнефтехим»*

**ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY TECHNOLOGY OF COOLING  
WATER TREATMENT BY THE INHIBITORS OF OPC TRADE MARK**  
D.I. Khasanova, G.F. Gilmutdinova, A.R. Gilmullina, E.A. Kovrizhnyh  
*PJSC «Nizhnekamskneftekhim»*

В настоящее время в большинстве нефтехимических и нефтеперерабатывающих компаниях РФ в системах оборотного водоснабжения преобладающим остается использование реагентов зарубежных компаний. Этим можно объяснить актуальность и важность задачи создания эффективных, экологически безопасных технологий обработки систем водооборота. В связи с наметившейся тенденцией ограничения применения фосфатов среди ингибиторов коррозии и солеотложений в последнее время особый интерес представляют ингибиторы полимерного типа, которые привлекают низкой токсичностью, доступностью, а также возможностью их полифункционального применения [1,2].

В работе представлены результаты испытаний разработанного нового экологически безопасного ингибитора коррозии и солеотложений. Для систем водооборота с низким и средним солесодержанием исследовался ингибитор марки ОПЦ-800, представляющий собой многокомпонентную композицию на основе водорастворимых полимеров и органических соединений фосфора, в состав которой не входят ортофосфаты. Доза реагента 20-50 мг/дм<sup>3</sup> в зависимости от общего солесодержания оборотной воды. Реагент ОПЦ-800 по классификации ГОСТ 12.1.007-76 относится к IV классу малоопасных веществ.

Электрохимическими исследованиями на потенциостате ПИ 50.1-1 установлено, что введение ингибитора ОПЦ-800 в испытуемую среду приводит к сокращению времени установления стационарного потенциала до 20-30 минут. При этом происходит сдвиг стационарного потенциала углеродистой стали (Ст3) в положительную сторону от (-450) до (-255) мВ (н.в.э), что свидетельствует об уменьшении скорости коррозии за счет протекания адсорбционных процессов, подавляющих преимущественно анодное растворение металла.

Исследуемые композиции оказывают влияние на кинетику обеих электродных реакций. Коррозионную активность воды исследовали по показателю «мгновенная скорость коррозии» с помощью портативного коррозиметра «Эксперт-004», данные которого хорошо согласуются с результатами гравиметрических измерений на образцах-купонах. Низкие значения скорости коррозии купонов (Ст3), установленных в змеевике на линии обратной оборотной воды, в пределах 0,0046-0,011 мм/год свидетельствует об очень высокой эффективности ингибитора ОПЦ-800.

Ингибитор эффективно снижает вероятность солевых отложений, сохраняя стабильность воды в температурном диапазоне от 25 до 75°C. Опытными промышленными испытаниями на системах водооборота ПАО «Нижнекамскнефтехим», ОАО «Танеко» установлена высокая эффективность ингибитора марки ОПЦ-800. При этом наблюдается значительное снижение содержания в сточных водах фосфатов и сульфатов, что позволяет рекомендовать данную разработку к промышленному применению, как экологически безопасную технологию.

Литература

1. Балабан-Ирменин Ю.В., Рудакова Г.Я. *Применение антинакипинов в энергетике низких параметров*. – М.: Новости теплоснабжения, 2011.
2. Коробейникова Е.Ю., Автономова А.Ю. *Гетеролигандное комплексообразование меди с 2-фосфанобутан-1,2,4-трикарбонной кислотой и карбоновыми кислотами в водных растворах // Вестник удмуртского университета. 2012. Вып. 2.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЧИЩЕННОЙ  
СТОЧНОЙ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ****Д.И. Хасанова, Е.А. Коврижных, Г.Ф. Гильмутдинова<sup>1</sup>****М.М. Шилов, А.С. Касаточкин<sup>2</sup>**<sup>1</sup> ПАО «Нижнекамскнефтехим» г. Нижнекамск РТ РФ<sup>2</sup> НПК «Медиана-Фильтр» г. Москва РФ**THE INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF TREATED WASTE  
WATER USE IN THE SYSTEMS OF WATER COOLING****E.A. Kovrizhnyh, D.I. Khasanova, G.F. Gilmutdinova<sup>1</sup>****M.M. Shilov, A.S. Kasatochkin<sup>2</sup>**<sup>1</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, TR, RF<sup>2</sup> SIC «Mediana-Filter», Moscow, RF

В условиях интенсивного развития промышленности вопросы охраны и рационального использования водных ресурсов становятся все более актуальными, и возникает необходимость в бессточных технологиях с повторным использованием очищенных сточных вод [1]. Уменьшить количество воды, потребляемой из реки Кама, и сточных вод, сбрасываемых в водоемы, позволит очистка условно чистых стоков ПАО «Нижнекамскнефтехим» для использования их для подпитки систем оборотного водоснабжения предприятия.

Условно чистые стоки образуются в результате сбора ливневых и продувочных сточных вод, и собираются в буферных прудах реки Тунгуча. С целью очистки условно чистых стоков реки Тунгуча от солей и органических загрязнений НПК «Медиана-фильтр» предложила свою технологию. Пилотные испытания проводились в период пиковых нагрузок с резко изменяющимся качеством воды, т.е. во время капитальных ремонтов заводов (таблица).

Таблица – Показатели качества фильтрата после ультрафильтрации (УФ) и пермеата после обратного осмоса (ОО).

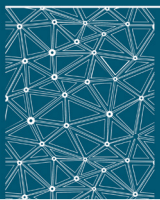
Наименование показателей	р. Тунгуча	УФ	ОО
Водородный показатель рН, ед.	7,6	7,2	7,2
Электропроводность, мкСм/см	1112	126	14
Жесткость, мгэquiv/дм <sup>3</sup>	6,4	5,2	5,2
Щелочность, мгэquiv/дм <sup>3</sup>	3,84	2,1	2,0
Содержание хлоридов, мг/дм <sup>3</sup>	88,4	18,2	1,6
Содержание сульфатов, мг/дм <sup>3</sup>	246,2	16,7	0,3
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	34,8	57,6	отс.

По результатам пилотных испытаний для исследований были подобраны различные составы сред путем сочетания речной воды с водой после ультрафильтрации и обратного осмоса в определенном объемном соотношении.

Высокая эффективность по предотвращению образования солевых отложений отмечается в растворе с соотношением УФ:ОО:РВ равным 1:1:6 в присутствии ингибиторов. Наибольший защитный эффект ингибиторов ОПЦ-800 и ОПЦ-900 при этом достигает 100% при оптимальных дозировках 60 и 15-20 мг/дм<sup>3</sup>, соответственно. В случае применения иных исследованных соотношений необходим значительный перерасход ингибиторов для эффективной защиты теплообменного оборудования от коррозии и накипи, который составит 30% - ОПЦ-800, 65% - ОПЦ-900.

В результате проведенных исследований определено оптимальное соотношение объемов воды после ультрафильтрации и обратного осмоса и речной воды, позволяющее снизить потребление камской речной воды на 20..40% в результате использования условно чистых стоков реки Тунгуча.

Эффективность защиты металла от коррозии (Z) в растворе с соотношением 1:1:6 с добавлением



ингибитора ОПЦ-800 составляет 96%, ингибитора ОПЦ-900 – 93% [2].

Литература

1. Майборода, А.Б.; Катраева, И.В. Доочистка сточных с использованием ультрафильтрации // *Водо-снабжение и санитарная техника*, 2013, №12.

2. ГОСТ 9.502. – 82. Ингибиторы коррозии металлов для водных систем. Методы коррозионных испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1988.



**ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НА ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКЕ  
ООО «ИСТЭКОЙЛ» ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРОЦЕССАМИ  
НИТРИ-, ДЕНИТРИФИКАЦИИ С РАЗДЕЛЕНИЕМ ВОДНО-ИЛОВОЙ СМЕСИ  
НА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАНАХ НА БОС  
ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»**

**И.Ф. Файзуллин<sup>1</sup>, А.А. Локшин<sup>1</sup>, Г.В. Гилаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ООО «Истэкойл», г. Уфа, Россия, 2-ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ

**EXPERIMENTAL-INDUSTRIAL TESTS IN A PILOT PLANT LLC “EASTECOIL” TECHNOLOGY  
OF WASTEWATER TREATMENT WITH NITRIFICATION-, DENITRIFICATION WITH THE  
SEPARATION OF WATER-SLUDGE MIXTURE  
TO ULTRAFILTRATION MEMBRANES IN PJSC NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM**

**I.F. Fayzullin<sup>1</sup>, A.A. Lokshin<sup>1</sup>, G.V. Gilaeva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> LLC “EASTECOIL”, UFA, Russia,

<sup>2</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia

При планировании проведения работ по реконструкции или строительству биологических очистных сооружений на действующем промышленном предприятии, необходимо учитывать значительный ряд факторов. Наиболее полное представление можно получить при проведении опытно-промышленных испытаний (ОПИ) на реальных стоках.

Такие испытания проведены в 2015 г. компанией ООО «Истэкойл» совместно с ПАО «Нижнекамскнефтехим» на БОС на автономной пилотной установке, позволяющей смоделировать и продемонстрировать полный цикл биологической очистки сточных вод с процессами нитри-денитрификации и возможностью химического осаждения фосфатов. Проведенные испытания были направлены на прогнозирование эффективности технологических решений в рамках биологической очистки, внедряемой при реконструкции БОС.

В ходе проведения ОПИ были применены различные методы и режимы работы пилотной установки с введением в технологические потоки органического углерода, дозированием коагулянта, реализацией процессов окисления органических соединений и глубокого удаления азота.

Проведение ОПИ позволило оценить влияние параметров состояния реальных стоков (температура, величина водородного показателя и щелочности, наличие биогенных добавок и веществ-ингибиторов), их цикличность подачи на установку, наличие залповых сбросов на процесс биологической очистки.

Опираясь на результаты проведенных исследований (удельная нагрузка, время пребывания и т.п.), при выборе технологических схем биологической очистки с различными дозами активного ила и способами разделения иловой смеси (вторичные отстойники с дисковыми фильтрами или ультрафильтрационные мембраны) были разработаны две оптимальные технологические схемы:

- 1) модифицированная схема MLE с предвключенной денитрификацией;
- 2) мембранный биореактор (МБР).

Применение указанных схем в совокупности с минимизацией залповых сбросов, оказывающих не-



гативное влияние на активный ил и использование узла глубокой доочистки (сорбционная очистка, каталитическое доокисление, биосорбция с окислением и т.п.) позволит обеспечить гарантированные качественные показатели очищенных сточных вод на уровне ПДК.



**ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПИЛОТНОЙ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДИСКОВОЙ МИКРОФИЛЬТРАЦИИ DYNADISC®  
ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА БИОЛОГИЧЕСКИХ  
ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ»**

**И.Ф. Файзуллин<sup>1</sup>, А.А. Локшин<sup>1</sup>, Г.В. Гилаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ООО «Истэкойл», г. Уфа, Россия

<sup>2</sup> ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ

**CONDUCTING EXPERIMENTAL-INDUSTRIAL TESTS PILOT AUTOMATED PLANT DISK  
MICROFILTRATION DYNADISC® FOR AFTERPURIFICATION OF WASTEWATER AT PJSC  
NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM**

**I.F. Fayzullin<sup>1</sup>, A.A. Lokshin<sup>1</sup>, G.V. Gilaeva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> LLC "EASTECOIL", UFA, Russia

<sup>2</sup> PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia

Концентрация взвешенных веществ – это один из ключевых нормируемых показателей очищенных сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водоемы.

Доочистка биологически очищенных сточных вод, основным процессом которой является фильтрация или процеживание, направлена на удаление взвешенных веществ – остатков активного ила, коллоидов, взвесей и представляет собой не что иное, как одну из последних стадий обработки сточных вод перед их обеззараживанием и сбросом в поверхностные водоемы.

Эффективность того или иного оборудования во многом зависит от конкретных условий его использования и это особенно важно для очистных сооружений большой производительности.

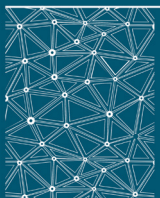
Поскольку современные тенденции выбора технологических процессов и оборудования предполагают проведение опытно-промышленных испытаний до принятия основных решений, специалистами ООО «Истэкойл» совместно с ПАО «Нижнекамскнефтехим» в сентябре 2015 года на биологических очистных сооружениях проведены опытно-промышленные испытания (ОПИ) пилотной автоматизированной установки дисковой микрофильтрации DynaDisc®, предназначенной для доочистки сточных вод.

Использование во время пилотных испытаний фильтрующих мембран с различными размерами пор, изменение объемов нагрузки на пилотную установку, применение различных коагулянтов и постоянный лабораторный контроль за качеством загрязненной промывной воды и очищенных сточных вод позволили определить оптимальные условия и режимы фильтрации.

Кроме того, в ходе ОПИ опытным путем было определено, что при использовании процесса микрофильтрации обеспечивается эффект очистки от взвешенных веществ более чем на 80 %, а это существенно превышает эффект очистки сточных вод от взвешенных веществ на применяемых в настоящее время на БОС гравийных фильтрах. Одновременно, в ходе ОПИ, было выявлено, что введение коагулянтов для удаления присутствующих в исследуемых сточных водах фосфорсодержащих соединений в процессе микрофильтрации нецелесообразно, так как это приводит к ухудшению качества очищенных стоков по другим показателям.

Полученные результаты проведенных опытно-промышленных испытаний, с высокой долей точности помогут рассчитать сооружения доочистки сточных вод при разработке проектной документации на их реконструкцию.





**ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТА-НЕФТЕДЕСТРУКТОРА  
«АРКОЙЛ» НА ПРИМЕРЕ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ**

**А.А. Ильин<sup>1</sup>, А.Х.- М. Кочкаров<sup>1</sup>, Г.А. Жариков<sup>2</sup>, М.Г. Жариков<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ООО «Нижегородский институт прикладных технологий», г. Нижний Новгород

<sup>2</sup> ФГБУН «Научно-исследовательский центр токсикологии и гигиенической  
регламентации биопрепаратов» ФМБА РФ, Московская область, п. Большевик

**INDUSTRIAL APPLICATION OF A BIOLOGICAL PRODUCT-NEFTEDESTRUCTOR  
"ARCOLE" IN THE CASE OF OIL POLLUTION**

**A.A. Ilyin<sup>1</sup>, A.H. - M. Kochkarov<sup>1</sup>, G.A. Zharikov<sup>2</sup>, M.G. Zharikov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> LLC "Nizhny Novgorod Institute of applied technologies", Nizhny Novgorod

<sup>2</sup> Federal state budget institution "research center for toxicology and hygienic regulation of  
biopreparations" of Federal medico-biological Agency of the Russian Federation,  
Moscow region, village Bolshevik

Проведена переработка 120000 м<sup>3</sup> нефтешламов из накопителя МНПЗ «Капотня» с использованием нового, высокоэффективного микробиологического препарата «Аркойл». В результате деструкции получается нетоксичный субстрат, пригодный для отсыпки дорог и рекультивации свалок.

Ключевые слова: нефтешламы, микроорганизмы-деструкторы, биоремедиация.

Добыча и переработка нефти в России, так и за рубежом, сопряжена с высоким загрязнением окружающей среды. На сегодняшний день нет более насущной и актуальной проблемы, чем разработка эффективных и экологически безопасных технологий восстановления окружающей среды от нефтепродуктов. Эти вещества устойчивы к деградации, аккумулируются в почве и обладают токсическими, мутагенными и канцерогенными свойствами. Наиболее полно требованиям экологичности отвечают технологии биоремедиации почв с использованием специальных штаммов микроорганизмов-деструкторов [1].

В ходе многоплановых исследований получена ассоциация из 5 природных штаммов микроорганизмов-деструкторов, обладающих высокой эффективностью деструкции нефтешламов, безопасных для теплокровных животных. На их основе получен и зарегистрирован новый биопрепарат «Аркойл», разработана технология его применения в полевых условиях [2].

С использованием биопрепарата «Аркойл» проведена переработка нефтешламов из накопителя Московского нефтеперерабатывающего завода «Капотня». Работы проводили круглогодично на специально оборудованной площадке с подогревом в течение 3 лет. Общий объем переработанных нефтешламов составил 120000 м<sup>3</sup>. В результате деструкции получается нетоксичный субстрат, пригодный для отсыпки дорог и рекультивации свалок.

Таким образом, биопрепарат «Аркойл» показал свою высокую эффективность по деструкции нефтешламов и рекомендуется для дальнейшего промышленного применения.

Литература

1. Бельков В.В. Биоремедиация: принципы, проблемы, подходы // Биотехнология. – 1995 -№ 3-С. 20-27.
2. Токаев Р.Б., Жариков Г.А., Тихонов И.В., Кочкаров А.Х.-М., Ларин А.А., Ильин А.А., Жариков М.Г. Промышленная переработка нефтешламов МНПЗ «Капотня» с применением биопрепарата «Аркойл» // Биотехнология: состояние и перспективы развития, Москва, 2015, материалы 8 международного конгресса С. 49-50.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРИВЕТСТВИЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ».....	3
--	---

**ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ**

ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ». ПРОИЗВОДСТВО И ИННОВАЦИИ.....	4
--	---

**И.Г. Ахметов, А.Г. Сахабутдинов, И.Г. Шарифуллин**

*ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия*

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ НЕФТЕХИМИИ НА КИСЛОТНЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....	5
--	---

**П.Н. Боруцкий**

*ООО «Научно-производственная фирма «ОЛКАТ», г. Санкт-Петербург, Россия*

ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИИ В МИРЕ, В РОССИИ, В СИБУРЕ.....	6
---	---

**С.С. Галибеев**

*ООО «СИБУР», г. Москва, Россия*

ИННОВАЦИИ И ЭВОЛЮЦИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ. СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧНЫХ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ КОНЦЕПЦИЙ.....	7
---	---

**А. Долл, Г. Мецарош**

*ThyssenKrupp Industrial Solutions AG, Германия*

ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ РОССИИ.....	8
---	---

**В.М. Капустин**

*ОАО «ВНИПИнефть»*

ОБ ОПЫТЕ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ФГБОУ ВПО «КНИТУ» ДЛЯ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ» .....	9
---	---

**А.М. Кочнев, А.О. Эбель**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия*

КАТАЛИЗАТОРЫ НЕФТЕХИМИИ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА.....	10
---	----

**А.А. Ламберов**

*Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия*

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АН РТ В ОБЛАСТИ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ.....	11
---	----

**А.М. Мазгаров**

*ОАО «ВНИИУС», АН РТ*

МЕТОДИКА И ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ПИЛОТНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....	11
--	----

**А.А. Пантелеев, А.В. Жадан, А.А. Фомин, Д.А. Шаповалов**

*ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет*

*«Московский энергетический институт», г. Москва, Россия*

*АО «Научно-производственная компания «МЕДИАНА-ФИЛЬТР», г. Москва, Россия*

РЕСУРСО- И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И НЕФТЕХИМИИ.....	12
--	----

**В.Н. Пармон, А.С. Носков**

*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

ТЕХНОЛОГИИ И КАТАЛИЗАТОРЫ КОМПАНИИ LYONDELLBASELL: МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ЧЕРЕЗ ИННОВАЦИИ.....	13
---	----

**Й. Патер**

*LyondellBasell, Феррара, Италия*

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ – ОСНОВНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДО 2040 ГОДА.....	14
--	----

**М. Хили**

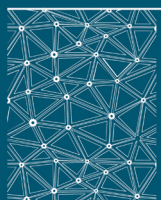
*ЭксонМобил, США*

КООПЕРИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ФЕНОЛА, АЦЕТОНА И ПРОПИЛЕНОКСИДА.....	15
--	----

**Х. Э. Харлампиди**

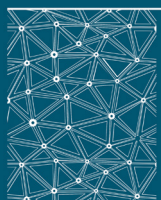
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,*

*Казань, Россия*



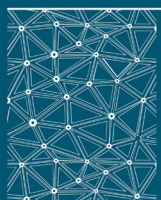
<b>ТОНКИЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НА ЗАКАЗ. ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....</b>	<b>16</b>
<b>Б. Шульце</b> <i>ОРГАНИКА Фейнхими ГмбХ, г. Вольфен, Германия</i>	
<b>СЕКЦИЯ "ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ"</b>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВ.....</b>	<b>17</b>
<b>Д.Р. Алекбаев, Н.В. Савин, А.Я. Самуилов, Я.Д. Самуилов</b> <i>ФГБОУ «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Российская Федерация.</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ПРОСТЕЙШЕГО СТАБИЛИЗАТОРА – ФЕНОЛА, НА ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВ.....</b>	<b>18</b>
<b>Д.Р. Алекбаев, Н.В. Савин, А.Я. Самуилов, Я.Д. Самуилов</b> <i>ФГБОУ «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Российская Федерация</i>	
<b>МОДИФИКАТОРЫ НА БАЗЕ ФОСФОЛИПИДНОГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ РЕЗИН НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ПОЛИИЗОПРЕНА.....</b>	<b>18</b>
<b>А.А. Аристова, А.П. Рахматуллина</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>МИНЕРАЛОНАПОЛНЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИПРОПИЛЕНОВ.....</b>	<b>19</b>
<b>Д.А. Балькаев, О.Н. Беззаметнов, Г.Г. Булатова, И.О. Штель, Л.М. Амирова</b> <i>Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПРОПИЛЕНА В ПРИСУТСТВИИ ТИТАНМАГНИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА НА МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИПРОПИЛЕНА.....</b>	<b>20</b>
<b>А.З. Батыршин, И.И. Салахов, М.А. Мацько, В.А. Захаров, С.А. Сергеев</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ НАНЕСЕННЫХ ХРОМОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ГАЗОФАЗНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЭНД.....</b>	<b>21</b>
<b>А.А.Баулин, Б.Н.Бобров</b> <i>Открытое акционерное общество «Пластполимер», Санкт-Петербург, Российская Федерация Казанское публичное акционерное общество «Органический синтез», г. Казань, Российская Федерация</i>	
<b>ПРОБЛЕМА КАТАЛИЗАТОРОВ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ ПЭНД И ПП.....</b>	<b>22</b>
<b>А.А. Баулин</b> <i>Открытое акционерное общество «Пластполимер», Санкт-Петербург, Российская Федерация</i>	
<b>НОВЫЕ ТРОЙНЫЕ (СО)ПОЛИМЕРНЫЕ ПРОДУКТЫ НА ОСНОВЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ КАРБОНАТОВ.....</b>	<b>23</b>
<b>И.Л. Беилин, Й.И. Килеева</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>ТРЕХСЛОЙНОЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ: КОМПОНЕНТЫ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СИСТЕМЫ.....</b>	<b>24</b>
<b>В.В. Белоусов, Ю.Б. Хейфец</b> <i>ЗАО «ЗМ Россия» Москва, Россия</i>	
<b>ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ АКРИЛОНИТРИЛА В БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОМ КАУЧУКЕ И СВОЙСТВАМИ ЕГО СМЕСИ С ПОЛИПРОПИЛЕНОМ, ВУЛКАНИЗИРОВАННОЙ ОРГАНИЧЕСКИМ ПЕРОКСИДОМ В ПРИСУТСТВИИ ОЛИГОЭФИРАКРИЛАТА.....</b>	<b>25</b>
<b>Г.Б. Бобров, А.Е. Заикин</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	

<b>ОПЫТ ОСВОЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ КАУЧУКОВ НА ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКЕ</b> <b>ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ».....</b>	<b>26</b>
<b>А.М. Вагизов, Р.Р. Галимов, В.А. Филимонов, В.А. Шепелин, И.Г. Ахметов, А.Г. Сахабутдинов</b> <i>ПАО Нижнекамскнефтехим, г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ПОЛИМЕРНЫЕ ПРОЦЕССИНГОВЫЕ ДОБАВКИ: ВЛИЯНИЕ НА РЕОЛОГИЮ</b> <b>И ЭКСТРУЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛИНЕЙНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА.....</b>	<b>27</b>
<b>Р.И. Васильев, Т.В. Макаров</b> <i>ЗАО «ЗМ Россия», Москва, Россия</i>	
<b>РАЗВИТИЕ РЕЛАКСАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНОЙ</b> <b>СТРУКТУРЫ АКТУАЛЬНЫХ МАРКОВ ПОЛИЭТИЛЕНОВ.....</b>	<b>28</b>
<b>И.В. Волков, В.И. Кимельблат</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>АНТИФРИКЦИОННАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....</b>	<b>29</b>
<b>Р.Н. Гадельшин, Г.Р. Гиматдинова, А.Р. Курбангалеева, Ю.Н. Хакимуллин, В.М. Войлошников, М.В. Ежов, В.Р. Петров</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», ООО «Вестро», Казань, Россия</i>	
<b>ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....</b>	<b>30</b>
<b>Р.М. Гадельшин, Р.Р. Солдатова, А.Н. Петрова, Р.К. Ибрагимов, Д.А. Ибрагимова</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, РФ</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ИЗОЦИАНАТА НА СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВОГО ЛАКОВОГО</b> <b>ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ</b> <b>ОКСИЭТИЛИРОВАННОГО ДИФЕНИЛОЛПРОПАНА.....</b>	<b>31</b>
<b>Н.В. Галкина, Л.А. Абрамова, И.Н. Бакирова</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ БАРЬЕРНОГО СЛОЯ НА ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ</b> <b>И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ</b> <b>ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....</b>	<b>32</b>
<b>Р.М. Гарипов, А.И. Загидуллин, А.И. Хасанов, С.Ю. Софьина, Н.Е. Темникова, С.Н. Русанова, П.Ю. Демеев</b> <i>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ДИСПЕРСИЙ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В РАСТВОРАХ</b> <b>НЕОНОЛОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ.....</b>	<b>33</b>
<b>А.Р. Гатауллин, С.А. Богданова, Ю.Г. Галяметдинов</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i>	
<b>ВЗРЫВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ШИН</b> <b>И РТИ ВЫШЕДШИХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....</b>	<b>34</b>
<b>И.Р. Гатауллин, С.Ф. Мухарлямов, Н.А. Мукменева</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ АЛКОГОЛЯТЫ – МОДИФИКАТОРЫ БУТИЛЛИТИЯ.....</b>	<b>35</b>
<b>В.С. Глуховской, Ю.А. Литвин, В.В. Ситникова, Е.В. Блинов, А.М. Вагизов, И.Г. Ахметов, А.Г. Сахабутдинов</b> <i>Воронежский филиал ФГУП «НИИСК», г. Воронеж, Россия ПАО Нижнекамскнефтехим, г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫПЕНИВАЮЩЕГОСЯ И УДАРОПРОЧНОГО</b> <b>ПОЛИСТИРОЛОВ МЕТОДОМ АНИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.....</b>	<b>36</b>
<b>В.С. Глуховской, Е.В. Блинов</b> <i>Воронежский филиал ФГУП «НИИСК», г. Воронеж, Россия</i>	



<b>НАНОСТРУКТУРНЫЕ ВОДНЫЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ДИСПЕРСИИ ИЗ ПОЛИЭФИРОВ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН – ОСНОВА ИННОВАЦИОННЫХ ЭКОЛОГИЧНЫХ ПОКРЫТИЙ И КЛЕЕВ.....</b>	<b>37</b>
<b>К.В. Голованова, Л.А. Зенитова, А.А. Табачков, Н.И. Розова</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ВОЛЛАСТОНИТ – ЭФФЕКТИВНЫЙ МОДИФИКАТОР КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПВХ-ЛИНОЛЕУМА.....</b>	<b>38</b>
<b>Е.М. Готлиб, Р.В. Кожевников, Д.Ф. Садыкова, Е.С. Ямалеева</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Республика Татарстан, Россия</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕРМОУСАДОЧНЫХ ПЛЕНОК ПОСЛЕ КОРОННОЙ ОБРАБОТКИ.....</b>	<b>39</b>
<b>А.Ю. Григорьев, А.А. Ефремова, Р.М. Гарипов</b> <i>Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет, г. Казань, Российская Федерация</i>	
<b>СИНТЕЗ И ГАЗОТРАНСПОРТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРОВ, ВЫПУСКАЕМЫХ НА ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ».....</b>	<b>40</b>
<b>И.М. Давлетбаева, А.М. Гумеров, И.И. Зарипов, Р.Р. Шарифуллин</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет», Казань ФГБОУ ВПО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ, Казань ПАО «Нижнекамскнефтехим» г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИС-БУТАДИЕНОВЫХ КАУЧУКОВ ПО ДАННЫМ ГПХ И ЯМР.....</b>	<b>41</b>
<b>Р.Р. Давлетбаев</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим» г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИИЗОПРЕНА ПУТЁМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МОНОМЕРА В МАССЕ (В ОТСУТСТВИЕ РАСТВОРИТЕЛЯ).....</b>	<b>42</b>
<b>В.В. Елфимов, Ю.П. Юленец, П.В. Елфимов, А.Р. Аветисян</b> <i>ФГУП «НИИСК», г. Санкт-Петербург, Россия СПбГТИ(ТУ), г. Санкт-Петербург, Россия</i>	
<b>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТЕКТОРНЫХ РЕЗИН, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАУЧУКОВ РАСТВОРНОЙ И ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.....</b>	<b>43</b>
<b>М.А. Журихина, Л.А. Корыстина, А.И. Рахматуллин, С.В. Туренко</b> <i>АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия ООО «НИОСТ», г. Томск, Россия</i>	
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПРОТЕКТОРНОЙ РЕЗИНЫ «ЗЕЛеноЙ» ШИНЫ.....</b>	<b>44</b>
<b>А.Л. Зотов, В.П. Дорожкин, Е.Г. Мохнаткина</b> <i>ПАО «Нижнекамскшина», г. Нижнекамск, Россия Нижнекамский химико-технологический институт, г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>СВОЙСТВА РЕЗИН НА ОСНОВЕ ЭМУЛЬСИОННЫХ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫХ КАУЧУКОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫМИ ПОЛИМЕРНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ.....</b>	<b>45</b>
<b>М.А. Ибрагимов, З.А. Сайгитбаталова, А.П. Рахматуллина</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ГЕРМЕТИКОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО БУТИЛКАУЧУКА.....</b>	<b>46</b>
<b>И.В. Имамутдинов, Р.Ю. Галимзянова, Ю.Н. Хакимуллин</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ НЕОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА.....</b>	<b>47</b>
<b>Р.А. Ихсанов, В.В. Янов, А.Ф. Галиуллин</b> <i>ФГБОУ ВПО «КНИТУ», Технопарк КНИТУ Казань, Россия</i>	

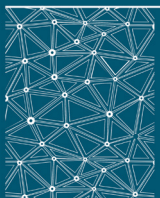
<b>ВЛИЯНИЕ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА САЖЕНАПОЛНЕННОЙ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ.....</b>	<b>48</b>
<b>Д.М. Кадиров, Е.С. Нефедьев, М.К. Кадиров, Р.С. Яруллин</b> <i>ФГБОУ ВПО Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань</i> <i>ФГБУН Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань</i> <i>ОАО "Татнефтехиминвест-холдинг", г. Казань, РФ</i>	
<b>БИНАРНЫЕ СМЕСИ ЭТИЛЕН-<math>\alpha</math>-ОЛЕФИНОВЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРОВ УДАРОПРОЧНОСТИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ РЕАКЦИОННОЙ ЭКСТРУЗИИ.....</b>	<b>49</b>
<b>Ю.М. Казаков, А.М. Волков, И.Г. Рыжикова, Н.А. Бауман, С.И. Вольфсон</b> <i>ООО «НИОСТ»» г. Томск, РФ</i> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, РФ</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА СВОЙСТВА УДАРОПРОЧНЫХ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ЭЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ БИМОДАЛЬНЫМИ СМЕСЯМИ СКЭПТ В ПРОЦЕССЕ РЕАКЦИОННОЙ ЭКСТРУЗИИ.....</b>	<b>50</b>
<b>Ю.М. Казаков, А.М. Волков, И.Г. Рыжикова, Н.А. Бауман, С.И. Вольфсон</b> <i>ООО «НИОСТ»» г. Томск, РФ</i> <i>Казанский государственный технологический университет, г. Казань, РФ</i>	
<b>КОНТРОЛЬ ДЕСТРУКЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ ЭКСТРУЗИОННЫХ МАРОК ПОЛИЭТИЛЕНОВ.....</b>	<b>51</b>
<b>В.И. Кимельблат, И.В. Волков</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>УСТАНОВКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СУСПЕНЗИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА.....</b>	<b>52</b>
<b>А.М. Кирюхин, Д.Н. Мунасыпов, А.С. Алябьев</b> <i>ООО «НТЦ Салаватнефтеоргсинтез», г.Салават, Россия</i>	
<b>СОТОВЫЕ ПАНЕЛИ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, АРМИРОВАННОГО СТЕКЛОРОВИНГОМ И МОДИФИЦИРОВАННОГО ФУЛЛЕРЕНАМИ И НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА КРЕМНИЯ.....</b>	<b>53</b>
<b>Е.А. Кияненко, Л.А. Зенитова, М.Г. Кузьмин</b> <i>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК ЭМУЛЬСИОННОГО ТИПА.....</b>	<b>54</b>
<b>С.С. Кожабеков, Г.К. Кусаинова, В.М. Таукенова</b> <i>АО "Казахстанско-Британский технический университет", Республика Казахстан, г. Алматы</i>	
<b>ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ СИЛИКАГЕЛЯ, ЦЕОЛИТА И АЛЮМОГЕЛЯ КАК ОСНОВНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....</b>	<b>56</b>
<b>И.В. Кожевникова, Т.Р. Сафиуллина, Л.А. Зенитова</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО КНИТУ, г. Нижнекамск, РФ</i> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, РФ</i>	
<b>ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....</b>	<b>57</b>
<b>О.А. Комолова</b> <i>ООО «Изоляционные полимерные материалы», Санкт-Петербург, Россия.</i>	
<b>ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ИЗОПРЕНА НА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ТЕТРАХЛОРИД ТИТАНА – ТРЕТ-БУТИЛХЛОРИД.....</b>	<b>58</b>
<b>Н.А. Коровина, В.А. Розенцвет, В.Г. Козлов, О.А. Стоцкая</b> <i>Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия</i>	
<b>ПРОДУКТЫ ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПАО "СИБУР ХОЛДИНГ".....</b>	<b>59</b>
<b>Л.А. Корыстина, М.А. Журихина, А.И. Рахматуллин, С.В. Багряшов, А.С. Лынова, К.Л. Наделяев</b> <i>АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия</i> <i>АО «Красноярский завод синтетического каучука», г. Красноярск, Россия</i>	



<b>ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АНТИОКСИДАНТА НА СВОЙСТВА КАУЧУКОВ ЭМУЛЬСИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.....</b>	<b>60</b>
<b>Л.А. Корыстина, М.А. Журихина, И.Ю. Струкова, П.А. Челноков</b> <i>АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА.....</b>	<b>60</b>
<b>А.И. Краснов, П.И. Федотов, А.А. Меркин, Т.И. Видяева, И.В. Кучуров, С.Г. Злотин</b> <i>ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова», г. Дзержинск, Россия</i> <i>ФГБУН Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, г. Москва, Россия</i>	
<b>МОДИФИКАЦИЯ КАУЧУКОВ ГИДРОФИЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ.....</b>	<b>61</b>
<b>О.Н. Кузнецова, К.А. Разломалин, А.Д. Хусаинов, А.К. Сахапова</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет</i> <i>ТатНИПИнефть, г. Бугульма, Россия</i>	
<b>ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГОЙ ЖИДКОСТИ В НЕСИММЕТРИЧНОМ КАНАЛЕ.....</b>	<b>62</b>
<b>Э.Р. Кутузова, С.А. Кутузов, Ф.Х. Тазюков</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,</i> <i>г. Казань</i>	
<b>РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕУСТОЙЧИВОГО ТЕЧЕНИЯ ЭКСТРУДАТА.....</b>	<b>63</b>
<b>А.Г. Кутузов, Г.С. Кутузова, М.А. Рузанова, С.А. Кутузов</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт КНИТУ-КХТИ</i>	
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА СТЕАРАТОВ ДВУХВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ.....</b>	<b>64</b>
<b>Н.А. Лебедев, Р.Х. Валеев, Н.П. Куршакова, Л.В. Наумова,</b> <b>Э.О. Эспиналь-Рахманкина, К.М. Кубанов, О.В. Софронова, Э.А. Горелова</b> <i>ООО «НПО Нефтепромхим», г. Казань, РФ</i> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ</i> <i>ООО НТЦ «Кама», г. Нижнекамск, РФ</i>	
<b>ЭМУЛЬГИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СУЛЬФОСУКЦИНАТОВ ЭТАНОЛАМИДОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ.....</b>	<b>65</b>
<b>Д.В. Ляпун, А.А. Кружилин, А.С. Перегудова</b> <i>АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия</i> <i>ФГБОУ ВПО Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия</i>	
<b>АНАЛИЗ И РЕГУЛИРОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛИОЛЕФИНОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА СОВРЕМЕННЫХ НАНЕСЕННЫХ ТИТАН-МАГНИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ .....</b>	<b>66</b>
<b>М. А. Мацько, С.А. Сергеев, Г.Д. Букатов, Т.Б. Микенас, А.А. Барабанов, Л. Г. Ечевская, В.А. Захаров</b> <i>ФГБУН Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск, Россия</i>	
<b>НИОСТ, НАПРАВЛЕНИЕ ПО ХИМИИ И ПЕРЕБОТКЕ ПОЛИМЕРОВ: ИНСТРУМЕНТЫ РАЗВИТИЯ МАРОЧНОГО АССОРТИМЕНТА ПОЛИОЛЕФИНОВ.....</b>	<b>67</b>
<b>В.И. Машуков</b> <i>ООО «НИОСТ», г. Томск, Россия</i>	
<b>НОВЫЕ МОДИФИКАЦИИ ТИТАН-МАГНИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ГАЗОФАЗНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ЭТИЛЕНА.....</b>	<b>68</b>
<b>Т.Б. Микенас, В.Е. Никитин, В.А. Захаров, М.А. Мацько, М.И. Николаева,</b> <b>Л.Г. Ечевская, Н.М. Шайдуллин</b> <i>Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск, Россия</i> <i>ООО «ТИНОЛ», г. Новосибирск, Россия</i> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Республика Татарстан, Россия</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ НАПОЛНЕНИЯ ПЛАСТИФИКАТОРАМИ РАЗНОЙ ПРИРОДЫ ПРОТЕКТОРА ЛЕГКОВОЙ НЕШИПУЕМОЙ ПОКРЫШКИ.....</b>	<b>69</b>
<b>Д.Г. Мингазова, Н.Е. Макарова, А.М. Мохнаткин, В.П. Дорожкин, Е.Г. Мохнаткина</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт, г. Нижнекамск, Россия</i> <i>Управляющая компания «Татнефть-Нефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	

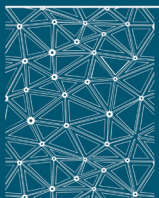


<b>ВУЛКАНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖИДКИХ ТИОКОЛОВ.....</b>	<b>70</b>
<b>В.С. Минкин, П.П. Суханов, Б.Н. Иванов, А.Р. Ефимова</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ УЛУЧШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КАУЧУКОВ ДЛЯ ШИН.....</b>	<b>71</b>
<b>Е.Г. Мохнаткина, Р.Р. Миндубаев, А.М. Мохнаткин, В.П. Дорожкин</b> <i>Нижнекамский Химико-Технологический Институт, г. Нижнекамск, Россия Управляющая Компания «Татнефть-Нефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ОДНОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА СВОЙСТВА ВУЛКАНИЗАТОРОВ РАЗЛИЧНЫХ КАУЧУКОВ.....</b>	<b>71</b>
<b>А.Р. Мухтаров, А.М. Мохнаткин, В.П. Дорожкин, Е.Г. Мохнаткина, В.Е. Мурадян</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт, г. Нижнекамск, Россия Управляющая компания «Татнефть-нефтехим», г. Нижнекамск, Россия Международный научный центр по теплофизике и энергетике, г. Новосибирск, Россия</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ.....</b>	<b>72</b>
<b>М.Р. Назипов, С.Д. Короткова</b> <i>ПАО «Казаньоргсинтез», Казань, Россия</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТИЛБЕНЗИЛИРОВАННЫХ АНТИОКСИДАНТОВ В РЕЗИНЕ НА ОСНОВЕ БУТИЛКАУЧУКА.....</b>	<b>73</b>
<b>А.Д. Насертдинова, А.Д. Хусаинов, Е.Н. Черезова</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУБЧАТЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТИТАНОВЫХ И НЕОДИМОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗА 1,4-ЦИС-ПОЛИИЗОПРЕНА.....</b>	<b>74</b>
<b>И.Ш. Насыров, Д.А. Жаворонков, В.Ю. Фаизова, Е.М. Захарова, В.П. Захаров</b> <i>ОАО «Синтез-Каучук», Стерлитамак, Россия Уфимский институт химии РАН, Уфа, Россия Башкирский государственный университет, Уфа, Россия</i>	
<b>О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИАГЛОМЕРАТОРА КАУЧУКОВ «КВАНТИСЛИП МАРКИ БМ-2Р» В ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕТИЧЕСКОГО ИЗОПРЕНОВОГО КАУЧУКА.....</b>	<b>75</b>
<b>И.Ш. Насыров, В.Ю. Фаизова, Д.А. Жаворонков, С.М. Кавун, А.С. Меджибовский, А.С. Колокольников, Д.Н. Роскач, В.Ф. Степичева</b> <i>ОАО «Синтез-Каучук», Стерлитамак, Россия; ООО «НПП КВАЛИТЕТ», Москва, Россия; ЧАО «РОСАВА», Украина</i>	
<b>ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ.....</b>	<b>76</b>
<b>А.В. Нестеров, Е.С. Филатов</b> <i>АО "Меттлер Толодо Восток", г. Казань, Россия</i>	
<b>ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИЦИЙ, НАПОЛНЕННЫХ КОРОТКИМИ ВОЛОКНАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА 1010.....</b>	<b>77</b>
<b>А.А. Никифоров, Р. Ринберг, Л. Кролл, Н.А. Охотина, С.И. Вольфсон</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия Хемницкий технологический университет, г. Хемниц, Германия</i>	
<b>МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПРОДУКТОВ ПОЛИМЕРНОЙ КАТАЛИЗАТОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРОНОГО ЦЕНТРА "АНАЛИТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ" КФУ.....</b>	<b>78</b>
<b>Ю.Н. Осин, В.В. Сальников, В.Г. Евтюгин, В.В. Воробьев</b> <i>Казанский (Приволжский) федеральный университет, МДЦ АМ, г. Казань</i>	



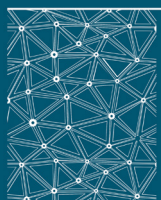
<b>ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ ВУЛКАНИЗАТЫ НА ОСНОВЕ СМЕСИ КАУЧУКОВ РАЗЛИЧНОЙ ПОЛЯРНОСТИ И ПОЛИПРОПИЛЕНА.....</b>	<b>79</b>
<b>О.А. Панфилова, И.И. Вахитов, Р. Р. Миннегалиев, С. И. Вольфсон, Р. К. Сабиров, Н. А. Охотина</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань</i>	
<b>ПРОИЗВОДНЫЕ ФУРАНА КАК МОДИФИКАТОРЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СБК МЕТОДОМ АНИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.....</b>	<b>80</b>
<b>Н. Патулярд</b> <i>Пеннакем ЛЛС, г. Мемфис, США</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕР-ПОЛИОЛОВ В ГЕРМЕТИКАХ НА ОСНОВЕ СИЛАНТЕРМИНИРОВАННЫХ ПОЛИУРЕТАНОВ.....</b>	<b>81</b>
<b>И.А. Петлин, А.Г. Минсафина, В.Ф. Еганов, Ю.Н. Хакимуллин</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i> <i>ЗАО «Химтраст», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ФОСФОР - И СЕРАСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ЗАТРУДНЕННЫХ ФЕНОЛОВ – ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....</b>	<b>82</b>
<b>А.Л. Писцова, Е.М. Зуевская, Л.П. Шамсутдинова, Р.К. Исмагилов, М.Б. Газизов</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА И ДОЗИРОВОК МАСЕЛ-ПЛАСТИФИКАТОРОВ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА СВОЙСТВА РАСТВОРНОГО БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА, РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ И РЕЗИН НА ЕГО ОСНОВЕ.....</b>	<b>83</b>
<b>И.С. Плеханова, В.Н. Борисенко, И.Г. Ахметов</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССИНГОВЫХ ДОБАВОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ В ПАО «КАЗАНЬОРГСИНТЕЗ».....</b>	<b>84</b>
<b>М.А. Пыренкова, Е.В. Марянина, Б.Н. Бобров, Р.А. Сафаров, Р.И. Васильев</b> <i>ПАО «Казаньоргсинтез», г. Казань, Россия</i> <i>ЗАО ЗМ, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЛИПРОПИЛЕН МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....</b>	<b>85</b>
<b>Э.Р. Рахматуллина, Р.Ю. Галимзянова, Ю.Н. Хакимуллин</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>НОВЫЕ КАУЧУКИ И ТЭП ПАО «СИБУР ХОЛДИНГ».....</b>	<b>86</b>
<b>А.И. Рахматуллин, М.А. Каюмова, А.С. Лынова, М.В. Никулин, Е.А. Глебова</b> <i>АО «Воронежсинтезкаучук», г. Воронеж, Россия;</i> <i>ООО «СИБУР», г. Москва, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СИНТЕЗА ПОЛИУРЕТАНОВ НА ОСНОВЕ ЦИКЛОАЛИФАТИЧЕСКОГО ДИИЗОЦИАНАТА И ОЛИГОКАРБОНАТДИОЛОВ.....</b>	<b>87</b>
<b>Э.А. Резванова</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань</i>	
<b>СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВЫХ АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СМОЛ НА ОСНОВЕ ИЗОПРЕНА.....</b>	<b>88</b>
<b>В.А. Розенцвет</b> <i>Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия</i>	
<b>КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОДБОРУ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ЛАНТАНОИДСОДЕРЖАЩИХ ЭМИТТЕРОВ.....</b>	<b>89</b>
<b>К.А. Романова, Ю.Г. Галяметдинов</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Российская Федерация</i>	

<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ УДАРОПРОЧНОСТИ АБС-ПЛАСТИКОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАУЧУКОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ.....</b>	<b>90</b>
<b>А.Г. Садриева, О.М. Трифонова, И.Г. Ахметов</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Республика Татарстан, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИСИЛОКСАНОВЫХ РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА СВОЙСТВА СИЛИКОНОВЫХ ГЕРМЕТИКОВ.....</b>	<b>91</b>
<b>Р.А. Садыков, А.П. Рахматуллина, В.М. Войлошников</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i> <i>ООО «Весто», Казань, Россия</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРОТЕКТОРНОЙ РЕЗИНЫ, НАПОЛНЕННОЙ ТЕХНИЧЕСКИМ УГЛЕРОДОМ И КРЕМНЕЗЁМОМ.....</b>	<b>92</b>
<b>М.В. Салаев, А.М. Мохнаткин, В.П. Дорожкин, Е.Г. Мохнаткина</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт, г. Нижнекамск, Россия</i> <i>Управляющая компания «Татнефть-нефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ПОЛИЭТИЛЕН МАРКИ РЕ 6146КМ ДЛЯ НАРУЖНОГО АНТИКОРРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕ- И ГАЗОПРОВОДОВ.....</b>	<b>93</b>
<b>И.И. Салахов, Н.М. Шайдуллин, В.Р. Латфуллин, Фатыхов М.Г., А.Г. Сахабутдинов</b> <i>ПАО "Нижнекамскнефтехим", Нижнекамск, Россия</i>	
<b>УЛУЧШЕНИЕ СТОЙКОСТИ К РАСТРЕСКИВАНИЮ ПОЛИЭТИЛЕНА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛПАЧКОВ И КРЫШЕК.....</b>	<b>94</b>
<b>И.И. Салахов, М.Г. Фатыхов, В.Р. Латфуллин, Т.Н. Сулова</b> <i>ПАО "Нижнекамскнефтехим", Нижнекамск, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ МЕТОДИКИ ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ПЛАСТИКОВ.....</b>	<b>95</b>
<b>В.В. Сальников, Ю.Н. Осин, В.Г. Евтюгин, В.В. Воробьев, О.М. Трифонова</b> <i>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия</i> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», Нижнекамск, Россия</i>	
<b>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭПОКСИДИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ТРЕБУЕМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.....</b>	<b>96</b>
<b>А.В. Сергиевский, П.И. Федотов, Т.И. Видяева, А.И. Краснов</b> <i>ФКП «Завод имени Я.М. Свердлова», г. Дзержинск, Россия</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....</b>	<b>97</b>
<b>Д.В. Сугоняко, Л.А. Зенитова, А.А. Фарвазева</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИОЛЕФИНОВ.....</b>	<b>98</b>
<b>Д.В. Сугоняко, Нгуен Дуй Хунг, Нго Хонг Нгиа, Л.А. Зенитова</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРИРОВАНИЯ В ГЕТЕРОЦЕПНЫХ ОЛИГОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ.....</b>	<b>99</b>
<b>П.П. Суханов, В.С. Минкин</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, РФ</i>	
<b>АНАЛИЗ СОВМЕСТИМОСТИ СМЕСЕЙ ЛИНЕЙНЫХ ПОЛИМЕРОВ ПО ЗНАЧЕНИЯМ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.....</b>	<b>100</b>
<b>П.П. Суханов, М.Ю. Перухин, П.П. Крыницкий, Т.В. Игнашина, А.П. Суханов</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, РФ</i>	
<b>МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛИЗАТОРА АГИДОЛА-70.....</b>	<b>101</b>
<b>Р.Г. Тагашева, Д.Р. Гатауллина, И.Ф. Зарипова, С.В. Бухаров</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» Казань, Российская Федерация</i>	



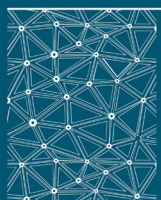
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ N-ФЕНИЛМАЛЕИНИМИДА И БУТИЛМЕТАКРИЛАТА В РАСТВОРЕ.....</b>	<b>102</b>
<b>Н.Е. Темникова, В.А. Данилов, О.А. Колямшин, И.И Бойко</b> <i>Казанский национальный технологический университет, Казань, Россия</i> <i>Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова, Чебоксары, Россия</i>	
<b>СТЕКЛОВАНИЕ, КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ И ПЛАВЛЕНИЕ ЦИС-БУТАДИЕНОВЫХ КАУЧУКОВ.....</b>	<b>103</b>
<b>Е.В.Темникова</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ УДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА СТОЙКОГО К РАСТРЕСКИВАНИЮ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>104</b>
<b>Е.Н. Ткачева, О.М. Трифонова, И.Г. Ахметов</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НЕОДИМОВЫХ ЦИС-1,4-ПОЛИБУТАДИЕНОВ ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ.....</b>	<b>105</b>
<b>А.С. Тукеева, К.М. Кубанов, И.Г. Ахметов</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ТЕРМООБРАБОТАННЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ.....</b>	<b>106</b>
<b>И.З. Файзуллин, А.С. Филиппов, А.З. Файзуллин, С.И. Вольфсон, И.Н. Мусин</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>СИНТЕЗ НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....</b>	<b>107</b>
<b>Л.А. Фатыхова, С.М. Романова</b> <i>ФГБОУ ВПО Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет, Казань, Россия</i>	
<b>ОСВОЕНИЕ НОВЫХ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ МАРОК СОПОЛИМЕРОВ ПРОПИЛЕНА С ЭТИЛЕНОМ.....</b>	<b>108</b>
<b>М.Г. Фатыхов, И.И. Салахов, А.З. Батыршин, Э.Р. Забродина, В.Р. Латфуллин, А.Г. Сахабутдинов</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАУЧУКА МАРКИ СКДН НА КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ ШИН.....</b>	<b>109</b>
<b>Г.Н. Федорова, Э.А. Горелова, А.А. Махотин, Л.Ф. Волкова</b> <i>ООО «Научно-технический центр «Кама», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВ – ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ПЭВП ОАО «ГАЗПРОМ НЕФТЕХИМ САЛАВАТ».....</b>	<b>110</b>
<b>Э.Д. Федорова, А.М. Кирюхин</b> <i>ООО «НТЦ Салаватнефтеоргсинтез», г. Салават, Россия</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ РАСТВОРНОГО КАУЧУКА НА СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ .....</b>	<b>111</b>
<b>Н.В. Хайруллина, Э.А. Горелова, А.А. Махотин</b> <i>ООО «Научно-технический центр «Кама», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ТЕМПЕРАТУРА СТЕКЛОВАНИЯ И МИКРОСТРУКТУРА ИЗОПРЕНОВЫХ КАУЧУКОВ.....</b>	<b>111</b>
<b>М.Н.Хасанов</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ БУТАДИЕНА-1,3 И СТИРОЛА В ПРИСУТСТВИИ ИНИЦИИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ Н-БУТИЛЛИТИЯ И АМИНОСОДЕРЖАЩЕГО МОДИФИКАТОРА.....</b>	<b>113</b>
<b>Г.Р. Хусаинова, А.М. Вагизов, Р.Р. Давлетбаев, Е.В. Моисеева</b> <i>ПАО Нижнекамскнефтехим, г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ВЫДЕЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКАУЧУКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ВО ВЬЕТНАМСКОМ НАТУРАЛЬНОМ ЛАТЕКСЕ.....</b>	<b>114</b>
<b>Чан Хыу Тхань, А.П. Рахматуллина</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	

<b>ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ И СТРУКТУРЫ АЛКИЛХЛОРИДОВ НА ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗОБУТИЛЕНА С ИЗОПРЕНОМ ПРИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ СОКАТАЛИЗАТОРОВ.....</b>	<b>115</b>
<b>С.М. Челнокова, Е.А. Маркина, О.В. Софронова, К.М. Кубанов, Л.И. Абельхасанова</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», Нижнекамск, Россия</i>	
<b>СИНТЕЗ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 2,6-ДИ(3,3',5,5'-ДИ-ТРЕТ-БУТИЛ-4,4'-ОКСИБЕНЗИЛ)-ЦИКЛОГЕКСАН-1-ОНА ДЛЯ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ КАУЧУКОВ И ПОЛИОЛЕФИНОВ.....</b>	<b>116</b>
<b>Е.Н. Черезова, С.Ш. Сайгитбаталова</b> <i>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИОКСИМОВ.....</b>	<b>117</b>
<b>И.Ф. Шаймухаметова, О.Н. Голодков, С.А. Богданова, Г.П. Белов</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i> <i>Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОАКТИВНЫХ ФУНКЦИОНАЛИЗАТОРОВ ПОЛИМЕРОВ.....</b>	<b>118</b>
<b>Р.Р. Шарифуллин, Е.В. Куск, П.В. Чирков</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ПОЛИДИЦИКЛОПЕНТАДИЕНА.....</b>	<b>118</b>
<b>И.Г. Шарифуллин, И.Г.Ахметов, К.М. Кубанов, О.В. Софронова, А.С. Тукеева, Е.Н. Ткачева, В.А.Филимонов</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПОЛИМЕРОВ ПУТЕМ РЕГУЛИРУЕМОЙ ДЕСТРУКЦИИ КАУЧУКОВ СКД-Л, СКДИ-15, СКИ</b>	
<b>Т.Н. Шехавцова, Г.В. Шаталов, В.Н. Папков, А.С.Паневин.....</b>	<b>119</b>
<i>ФГБОУ ВПО «Воронежский Государственный Университет», г. Воронеж, Россия</i> <i>Воронежский филиал научно-исследовательского института синтетического каучука им. акад.С.В.Лебедева, г. Воронеж, Россия</i>	
<b>СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ГЕЛЕЙ С АНТИОКСИДАНТАМИ.....</b>	<b>121</b>
<b>Ю.А. Шигабиева, Е.А. Аблинова, С.А. Богданова, Л.Н. Залялютдинова</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i>	
<b>БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА И НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА.....</b>	<b>122</b>
<b>В. В. Янов, Е.А. Алексеев, Л.А. Зенитова</b> <i>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» г. Казань, Россия</i>	
<b>СЕКЦИЯ "ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ"</b>	
<b>ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРОВ ГИДРОПЕРОКСИДОВ ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛА И ЭТИЛБЕНЗОЛА.....</b>	<b>123</b>
<b>В.И. Анисимова, И.А. Суворова, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампиди</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i>	
<b>СПОСОБ ПАССИВАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МОНОМЕРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ</b>	
<b>Л.З. Ахмадеева, О.М. Трифонова.....</b>	<b>124</b>
<i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	



<b>ДЕЗАКТИВАЦИЯ <math>AlCl_3</math> СОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА ОЛЕФИНАМИ ЭПОКСИДИРОВАННЫМ СОЕВЫМ МАСЛОМ.....</b>	<b>125</b>
<b>Э. Ш. Байгускарова, Р.А. Ахмедьянова, Д.Г. Милославский</b> <i>ФГБОУ ВПО Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА ДЕГИДРИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА.....</b>	<b>126</b>
<b>Г.Э. Бекмухамедов, С.Р. Егорова, А.А. Ламберов, К.С. Борецкий, Р.И. Вагизов, Р.В. Ермолаев</b> <i>ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИКЛОПЕНТАНА ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА БЕНЗИНА.....</b>	<b>127</b>
<b>М.В. Березкина, Р.Р. Гильмуллин</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ОКСИДА ПРОПИЛЕНА В ПРИСУТСТВИИ ДМЦ КАТАЛИЗАТОРА.....</b>	<b>128</b>
<b>А.С. Биктимерова, Н.С. Габдулхакова, Р.Р. Шарифуллин</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОРАТОВ В ЦИРКУЛИРУЮЩЕМ ПОТАШНОМ РАСТВОРЕ.....</b>	<b>128</b>
<b>Е.В. Блинова, Л.Я. Гатиятуллина</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕСТНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ И ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДА С ЦЕЛЬЮ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФАТА АММОНИЯ.....</b>	<b>129</b>
<b>Р.И. Бобровский, В.А. Будник, А.А. Абдуллаев, А.А. Горбачев</b> <i>ООО «НТК Салават», г. Салават, Россия ОАО «Газпром нефтехим Салават», г. Салават, Россия</i>	
<b>ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ АЛЮМООКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЕГИДРАТАЦИИ.....</b>	<b>130</b>
<b>В.А. Васильев, А.В. Опаркин, Э.А. Каралин, Х.Э. Харлампыди</b> <i>Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛО- И МАССОБМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ ОТ КОЛИЧЕСТВА ЯРУСОВ ГОРЕЛОК НАСТИЛЬНОГО ПЛАМЕНИ.....</b>	<b>132</b>
<b>Д.Б. Вафин, А.В. Садыков</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»</i>	
<b>ГИДРОКОНВЕРСИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ.....</b>	<b>133</b>
<b>А.А. Габдуллин, Н.Л. Солодова</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРОКСИДА ЦИКЛОГЕКСАНОНА.....</b>	<b>134</b>
<b>А.А. Гайфуллин, С.Н. Тунцева, Р.А. Гайфуллин, А.И. Бадтрдинова Х.Э. Харлампыди</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i>	
<b>СВЕРХКРИТИЧЕСКАЯ ФЛЮИДНАЯ ЭКСТРАКЦИОННАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ КАТАЛИЗАТОРА ПРОЦЕССА ДЕГИДРАТАЦИИ МЕТИЛФЕНИЛКАРБИНОЛА.....</b>	<b>135</b>
<b>А. Т. Галимова, Э.А. Хисамов, А.А. Сагдеев</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ АПГРЕЙДИНГА ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ.....</b>	<b>136</b>
<b>Э.А. Галиуллин, Р.З. Фахрутдинов, М.И. Фарахов</b> <i>ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г. Казань, РФ ООО «ИВЦ Инжехим», г. Казань, РФ</i>	

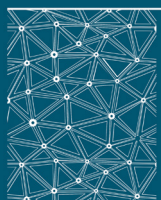
<b>НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ КЛАПАННЫХ ТАРЕЛОК ДЛЯ МАССООБМЕННЫХ АППАРАТОВ.....</b>	<b>137</b>
<b>Е.В. Ганиев, Е.А. Николаев, Д.О. Чернышев</b> <i>ООО "Зульцер Хемтех" г. Серпухов, Россия</i>	
<b>КРИТЕРИИ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СРЕДНЕГО УРОВНЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....</b>	<b>138</b>
<b>А.В. Герасимов, Кирпичников</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>АДСОРБЕНТЫ С НАНОСТРУКТУРНЫМ ЗАЩИТНЫМ СЛОЕМ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ.....</b>	<b>139</b>
<b>А.В. Глухов, В.А. Глухов</b> <i>Акционерное общество Торговый Дом «РЕАЛ СОРБ», г. Ярославль, Россия</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕАКЦИЙ СПИРТОВ С ИЗОЦИАНАТАМИ.....</b>	<b>140</b>
<b>Д.О. Гнездилов, А.Я. Самуилов, Н.Н. Шишкина, Я.Д. Самуилов</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация</i>	
<b>ПРОМЫШЛЕННЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНАТОВ КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....</b>	<b>141</b>
<b>Е.З. Голосман, В.Н. Ефремов</b> <i>ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР", г. Новомосковск, Россия НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Новомосковск, Россия</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ БЕНЗИНА – РАСТВОРИТЕЛЯ РЕЗИНЫ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ.....</b>	<b>143</b>
<b>О.М. Горелова, Л.Ф. Комарова</b> <i>ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫХ ПРИМЕСЕЙ НА РАБОТУ АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА ПРИ ДЕГИДРИРОВАНИИ ИЗОБУТАНА.....</b>	<b>144</b>
<b>С.В. Гурьянова, Р.Р. Гильмуллин</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск</i>	
<b>ПРОИЗВОДСТВО КАТАЛИЗАТОРОВ НА ЗАО "ЭЛЕКТРОКЕРАМИКА" И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО РАЗВИТИЯ.....</b>	<b>145</b>
<b>Р. В. Держинский</b> <i>ЗАО «ЭЛЕКТРОКЕРАМИКА», г. Раменское, Московская область, Россия</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНО-ПЛЕНОЧНЫХ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ В МАССООБМЕННЫХ АППАРАТАХ.....</b>	<b>146</b>
<b>О.С. Дмитриева, А.В. Дмитриев</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», Казань, Россия</i>	
<b>«БАЛТИЙСКАЯ МАНУФАКТУРА» - РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ПРЕКУРСОРОВ ДЛЯ НЕФТЕХИМИИ И ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ.....</b>	<b>147</b>
<b>С.Н. Дорохов</b> <i>ООО НПФ «Балтийская мануфактура», г. Санкт-Петербург, Россия</i>	
<b>ВЯЗКОСТНЫЕ ПРИСАДКИ ДЛЯ НЕФТЕЙ И ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....</b>	<b>148</b>
<b>Г.И. Дусметова, А.В. Шарифуллин, Л.Р. Байбекова</b> <i>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионально- го образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»</i>	
<b>УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ.....</b>	<b>149</b>
<b>А.С. Дыкман, Д.С. Орлов, А.С. Красильников, А.С. Огородников</b> <i>ООО «НПО ЕВРОХИМ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация</i>	



<b>СИНТЕЗ МОЛИБДЕНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОПЕРОКСИДА ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛА И ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА.....</b>	<b>150</b>
<b>Г.Г. Елиманова, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампи</b> <i>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионально- го образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»</i>	
<b>ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕПЛОИНТЕГРАЦИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ.....</b>	<b>151</b>
<b>И.И. Емельянов, Н.Н. Зиятдинов, Г.М. Островский</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ОЛИГОМЕРИЗАЦИЯ <math>\alpha</math>-ОЛЕФИНОВ <math>C_8</math> С ПРИМЕНЕНИЕМ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ХЛОРЗАМЕЩЕННЫХ АЛКИЛАЛЮМИНИЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....</b>	<b>152</b>
<b>И.Р. Зарипов, М.Д. Саяхов, В.А. Шепелин</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ</i>	
<b>ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНО-ВОЛНОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....</b>	<b>153</b>
<b>М.Э. Зарифьянова, С.Е. Угловский, С.Д. Вафина</b> <i>НТЦ ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг», Казань, Россия ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i>	
<b>НИОСТ, НАПРАВЛЕНИЕ ПО НЕФТЕ- И ГАЗОХИМИИ: ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ.....</b>	<b>154</b>
<b>Р.А. Зотов</b> <i>ООО «НИОСТ», г. Томск, Россия</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ АСФАЛЬТО-СМОЛО-ПАРФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.....</b>	<b>155</b>
<b>Р.К. Ибрагимов, И.А. Иванова, Д.А. Ибрагимова</b> <i>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»</i>	
<b>ОЦЕНКА ФАЗОВОГО РАВНОВЕСИЯ ПАРАФИНОВ И АСФАЛЬТЕНОВ В НЕФТЯНЫХ СИСТЕМАХ.....</b>	<b>156</b>
<b>И.А. Иванова, В.Н. Краев, Р.К. Ибрагимов, Д.А. Ибрагимова</b> <i>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»</i>	
<b>СИНТЕЗ АЦЕТАЛЕЙ 4-(ДИБРОММЕТИЛ)БЕНЗОЛКАРБАЛЬДЕГИДА И ИХ СВОЙСТВА.....</b>	<b>157</b>
<b>С.Ю. Иванова, М.Б. Газизов, Л.Р. Багаува, Р.Ф. Каримова, К.С. Газизова</b> <i>«Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, РФ</i>	
<b>БЕЗОПАСНЫЙ ИОННЫЙ НАГРЕВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ.....</b>	<b>158</b>
<b>Я.В.Ившин</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ООО «ИСХЗК» КНТ ГРУПП В ОБЛАСТИ АДСОРБЕНТОВ И КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ.....</b>	<b>159</b>
<b>Р.С. Илибаев, И.Х. Аллагузин, А.Б. Бодрый, Б.И. Кутепов, И.Н. Павлова</b> <i>ООО «Ишимбайский Специализированный Химический Завод Катализаторов» ФГБУН Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ АНТИДЕТОНАТОРОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ.....</b>	<b>160</b>
<b>И.И. Исхакова, Г.Ю. Климентова, А.Ф. Хайдаров</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>НИОСТ, НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБУРА ПО ХИМИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>161</b>
<b>Ю.М. Казаков</b> <i>ООО «НИОСТ», г. Томск, РФ</i>	

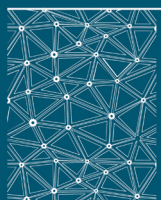


<b>ДЕГИДРИРОВАНИЕ ИЗОПЕНТАНА НА ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМОХРОМОВОГО КАТАЛИЗАТОРА .....</b>	<b>163</b>
<b>Л.И. Калимуллин, Л.З. Касьянова, И.И. Сафаргалиев</b> <i>Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия</i> <i>ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод», г. Стерлитамак, Россия</i>	
<b>КОМПЛЕКСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ СЛОЖНОСОСТАВНЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ОТХОДА ПРОЦЕССА ЭПОКСИДИРОВАНИЯ ПРОПИЛЕНА.....</b>	<b>164</b>
<b>Р.А. Каюмов, Ф.М. Гумеров, Р.А. Усманов, А.А. Сагдеев</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г. Нижнекамск</i> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», РФ</i>	
<b>ДМС-ПОЛИЭФИРЫ: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА.....</b>	<b>165</b>
<b>Н.П. Короткова, Е.А. Антипова, А.А. Листвина</b> <i>ООО "НПП "Макромер им. В.С. Лебедева", Владимир, Россия</i>	
<b>ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ ПРОПУСКАНИЯ НЕПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ГАЗОВОЙ И ЖИДОЙ ФАЗАХ.....</b>	<b>166</b>
<b>Д.В. Косенков, В.В. Сагадеев, В.А. Аляев</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>СИНТЕЗ ДИВИНИЛА ИЗ ЭТАНОЛА: ИННОВАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ ПРОЦЕССА.....</b>	<b>167</b>
<b>Г.Р. Котельников, В.Б. Сиднев, В.П. Беспалов</b> <i>ОАО НИИ «Ярсинтез», г. Ярославль, Россия</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ПРОПИЛЕНА ДЕГИДРИРОВАНИЕМ ПРОПАНА НА НОВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ ОАО НИИ «ЯРСИНТЕЗ».....</b>	<b>167</b>
<b>Г.Р. Котельников, Д.В. Качалов, В.П. Беспалов, А.С. Шуткин</b> <i>ОАО НИИ «Ярсинтез», г. Ярославль, Россия</i>	
<b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАКТОРА ДЕГИДРИРОВАНИЯ ПАРАФИНОВ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ КАТАЛИЗАТОРА.....</b>	<b>168</b>
<b>В.А. Курбатов</b> <i>Российская Академия Естественных Наук, г. Москва, Россия</i>	
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБОГИДРАЗИДА В КОТЛОВОЙ ВОДЕ.....</b>	<b>169</b>
<b>Э.Г. Латыпова, Л. Я. Гатиятуллина, Г.Ф. Гильмутдинова</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫДЕЛЕНИЯ НАФТАЛИНОВОЙ ФРАКЦИИ ИЗ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА И ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТОГО НАФТАЛИНА.....</b>	<b>170</b>
<b>М.В. Михайлов, А.В. Ковешников, Г.А. Носов</b> <i>ООО «ВНИИОС-наука», г. Москва, Россия,</i> <i>Московский технологический университет (МИТХТ), г. Москва, Россия</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ЭРИОНИТНОГО КАТАЛИЗАТОРА НА УСТАНОВКАХ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РЕФОРМИНГА.....</b>	<b>171</b>
<b>А.А. Михайловский</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,</i> <i>Казань, Российская Федерация</i>	
<b>ПЕРЕРАБОТКА ДИМЕТИЛФЕНИЛКАРБИНОЛА В РАМКАХ ТЕХНОЛОГИИ СНРО.....</b>	<b>172</b>
<b>Н.Ф. Муртазин, А.В. Опаркин, Э.А. Каралин, Х.Э. Харлампи</b> <i>Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет, Казань, Россия</i>	
<b>ГАЗИФИКАЦИЯ КОКСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЖЕЛЕЗОКСИДНЫХ СИСТЕМАХ.....</b>	<b>173</b>
<b>И.Р. Набиуллин, Л.Р. Латыпова, М.В. Назаров, Р.Р. Гильмуллин</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i> <i>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМОХИМИИ ДЛЯ СИНТЕЗА МОНОМЕРОВ.....</b>	<b>174</b>
<b>Н.Н. Набиуллин, Р.З. Фахрутдинов, М.Ф. Шаехов, И.Ш. Абдуллин, Н.Л. Солодова,</b> <b>Л.И. Галиев, Э.А. Гиззатуллин</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань</i>	



<b>РАЗРАБОТКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО КАТАЛИЗАТОРА ГИДРИРОВАНИЯ АЦЕТИЛЕНА В ЭТАН-ЭТИЛЕНОВОЙ ФРАКЦИИ.....</b>	<b>175</b>
<b>М.В. Назаров, И.Р. Ильясов, А.А. Ламберов</b> <i>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭПОКСИДИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....</b>	<b>176</b>
<b>А.И. Насыров, Е.М. Петрова, Д.Г. Милославский, Р.А. Ахмедьянова</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация</i>	
<b>РАЗЛОЖЕНИЕ ГИДРОПЕРОКСИДА КУМИЛА В ПРИСУТСТВИИ ГОМОГЕННОГО МОЛИБДЕНОВОГО КАТАЛИЗАТОРА.....</b>	<b>177</b>
<b>Н.М. Нуруллина, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампи</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛОВ II ГРУППЫ В РЕАКЦИЯХ РАЗЛОЖЕНИЯ ГИДРОПЕРОКСИДА ТРЕТИЧНОГО БУТИЛА.....</b>	<b>178</b>
<b>Н.М. Нуруллина, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампи</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>КИНЕТИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И РЕСУРСНЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАТАЛИЗАТОРА В РЕАКТОРЕ ВЫТЕСНЕНИЯ С НЕПОДВИЖНЫМ СЛОЕМ.....</b>	<b>179</b>
<b>А.В. Опаркин, Э.А. Каралин, С.Б. Павлов, Н.Ф. Муртазин, Д.М. Аппакова, Д.В. Ксенофонтов, Н.П. Мирошкин, Х.Э. Харлампи</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i> <i>ОАО «ТАНЕКО», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ СИСТЕМ СОЗДАНИЯ ВАКУУМА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ.....</b>	<b>180</b>
<b>Э.В. Осипов, Э.Ш. Теляков, Р.М. Латыпов</b> <i>ОАО «ТАИФ-НК», г. Нижнекамск, РФ</i> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, РФ</i>	
<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВАКУУМА НА СТЕПЕНЬ КОНВЕРСИИ И СЕЛЕКТИВНОСТИ ПРИ ДЕГИДРИРОВАНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ.....</b>	<b>181</b>
<b>С.И. Поникаров, А.А. Назаров, Д.Н. Первов</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ГЛИКОЛЕВЫЙ КАТАЛИЗАТОР ПРОЦЕССА ЭПОКСИДИРОВАНИЯ ОЛЕФИНОВ.....</b>	<b>182</b>
<b>Т.Л. Пучкова, С.Н. Тунцева</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ЦИКЛОКАРБОНАТОВ ГЛИЦЕРОЛИЗОМ МОЧЕВИНЫ.....</b>	<b>183</b>
<b>Н.В. Савин, Д.Р. Алекбаев, А.Я. Самуилов, Я.Д. Самуилов</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Российская Федерация</i>	
<b>РЕГЕНЕРАЦИЯ ПАЛЛАДИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА LD-265 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДНЫХ СРЕД.....</b>	<b>183</b>
<b>К.А. Сагдеев, Т.М. Галимов, А.А. Сагдеев</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г. Нижнекамск</i>	
<b>ПЛОТНОМЕР ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....</b>	<b>184</b>
<b>Д.И. Сагдеев, М.Г. Фомина, А.Х. Садыков, В.А. Аляев</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	

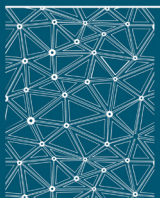
<b>МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ «СОСТАВ-СВОЙСТВО» ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>185</b>
<b>Д.И. Сагдеев, М.Г. Фомина, Е.С. Воробьев, В.А.Аляев</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ВЫХОД ПРОДУКТА В ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА.....</b>	<b>186</b>
<b>А.В. Садыков</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»</i>	
<b>КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТЫХ ПОЛИЭФИРОВ С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО СПЕКТРОМЕТРА.....</b>	<b>187</b>
<b>Х.М. Салихов, М.Х. Салахов, Л.Р. Тагиров, Н.Д. Стоянов, С.С., Молчанов, А.В. Черняев, С.А. Долгачева, Ю.Г. Малинин</b> <i>Институт перспективных исследований, Академия Наук Республики Татарстан, г. Казань, РФ ООО «ЛЕД Микросенсор НТ», г. Санкт-Петербург, РФ</i>	
<b>МИКРОЭМУЛЬСИОННЫЕ САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ СТРУКТУРЫ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....</b>	<b>189</b>
<b>Н.В. Саутина, Л. М. Мингазова, А.И. Рыбакова, Ю.Г. Гәляметдинов</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>ОЛИГОМЕРИЗАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ФРАКЦИИ C<sub>4</sub> НА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....</b>	<b>190</b>
<b>И.И. САФАРГАЛИЕВ, Л.И. КАЛИМУЛЛИН, Л.З. КАСЬЯНОВА</b> <i>ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод», г. Стерлитамак, Россия</i>	
<b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....</b>	<b>191</b>
<b>П.Н. Селиванов, О.Ю. Сладовская</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>ИЗМЕРЕНИЕ ОСНОВНОГО ВЕЩЕСТВА И ГЛИЦЕРИНА В МОНОСТЕАРАТЕ ГЛИЦЕРИНА МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ.....</b>	<b>192</b>
<b>Е.В. Соколова, Я.М. Султанова</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>СВЕРХКРИТИЧЕСКАЯ ВОДА КАК СРЕДА ДЛЯ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ.....</b>	<b>194</b>
<b>Р.Р. Солдатова, Р.М. Гадельшин, А.Н. Петрова</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, РФ</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПАДА АССОЦИАТОВ ГИДРОПЕРОКСИДА ИЗОПРОПИЛБЕНЗОЛА.....</b>	<b>195</b>
<b>И.А. Суворова, В.И. Анисимова, Н.Н. Батыршин, Х.Э. Харлампи</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический</i>	
<b>МОЛИБДЕНОВЫЙ КАТАЛИЗАТОР ЭПОКСИДИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПЕРОКСИДА ЦИКЛОГЕКСАНОНА.....</b>	<b>196</b>
<b>С.Н.Тунцева, А.А.Гайфуллин, Н.В.Полушина, Р.А.Гайфуллин, Х.Э.Харлампи</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ БЫСТРОГО АБЛЯЦИОННОГО ПИРОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ДОРОЖНОГО БИТУМА .....</b>	<b>197</b>
<b>Г.М. Файзрахманова, С.А. Забелкин</b> <i>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионально- го образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	



<b>ОЧИСТКА МАСЛОСодержащих систем полимер-неорганическими гибридами.....</b>	<b>198</b>
<b>Т.С. Фалалеева, В.Е. Проскурина, Ю.Г. Галяметдинов</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>РЕГЕНЕРАЦИЯ ИОННО-ОБМЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТОДОМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ФЛЮИДНОГО CO<sub>2</sub>-ЭКСТРАКЦИОННОГО ПРОЦЕССА.....</b>	<b>199</b>
<b>М.Р. Хазипов, Т.Ф. Муртазин, А.А. Сагдеев</b> <i>Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ» г. Нижнекамск</i>	
<b>ПОИСК АЛЬТЕРНАТИВНЫХ АНТИДЕТОНАТОРОВ.....</b>	<b>200</b>
<b>А.Ф. Хайдаров, Г.Ю. Климентова, Р.Н. Бурангулова</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА АНТИСТАТИЧЕСКИХ ПРИСАДОК ДЛЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА.....</b>	<b>201</b>
<b>А.Ф. Хайдаров, Г.Ю. Климентова, В.Ю. Маврин</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>КОМПЛЕКС ПОЛУЧЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ АО «ТАНЕКО».....</b>	<b>202</b>
<b>И.Ф. Халилов, И.И. Салахов, А.В. Зурбашев, Ф.С. Гильманов, А.В. Козин</b> <i>АО «ТАНЕКО», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>РЕАЛИЗАЦИЯ ЕРС ПРОЕКТОВ В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МЕЖДУНАРОДНО-РОССИЙСКИЕ КОМАНДЫ, КАК УСПЕШНЫЙ ФАКТОР ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТОВ ЕРС(М) ПО НЕФТЕХИМИИ В РОССИИ И СНГ.....</b>	<b>203</b>
<b>А.И. Цариковский</b> <i>ООО «ТиссенКрупп Индастриал Солюшнс», г. Дзержинск, Россия</i>	
<b>СИНТЕЗ КАТАЛИЗАТОРА И ЕГО СВОЙСТВА В РЕАКЦИИ ГАЗОФАЗНОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА ЭТИЛЕНОМ.....</b>	<b>204</b>
<b>Д.А.Шавалеев, А.С. Эрштейн, О.С. Травкина, Р.А. Басимова, М.Л. Павлов, И.М. Герзелиев</b> <i>ОАО «Салаватнефтехимпроект», г. Салават, Россия</i> <i>Институт нефтехимии и катализа РАН, г. Уфа, Россия</i> <i>ООО «НТЦ Салаватнефтеоргсинтез», г. Салават, Россия</i> <i>Институт нефтехимического синтеза РАН, г. Москва, Россия</i>	
<b>ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА АО «ТАНЕКО».....</b>	<b>205</b>
<b>Р.З. Шайхутдинов, М.К. Гильмутдинов</b> <i>АО «ТАНЕКО», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ЭПОКСИДИРОВАНИЯ ПРОПИЛЕНА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИЗАТОРА.....</b>	<b>206</b>
<b>Р.Р. Шарифуллин, Е.В. Куск</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ С ВЫДЕЛЕНИЕМ ГАЗОВ - СЫРЬЯ НЕФТЕХИМИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «ГАЗПРОМ НЕФТЕХИМ САЛАВАТ».....</b>	<b>207</b>
<b>Юрьев М.Ю., Будник В.А., Абдуллаев А.А.</b> <i>ООО «НТК Салават», г. Салават, Россия</i> <i>ОАО «Газпром нефтехим Салават», г. Салават, Россия</i>	
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ УЗЛА ПОЛУЧЕНИЯ ПАРА РАЗБАВЛЕНИЯ ЭТИЛЕНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....</b>	<b>208</b>
<b>А.А. Якупов, Д.И. Хасанова</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИ-<math>\alpha</math>-ОЛЕФИНОВЫХ МАСЕЛ ОЛИГОМЕРИЗАЦИЕЙ ОКТЕНА-1 В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ.....</b>	<b>209</b>
<b>А.Р. Якупова, Д.В. Сагитова, Р.А. Ахмедьянова, К.Е. Буркин, М.С. Ахмедьянов, Д.Г. Милославский</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия</i>	

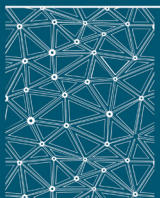
**СЕКЦИЯ "ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ"**

- МОДЕРНИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....210**  
И.Ш. Абдуллин, Р.Г. Ибрагимов, О.В. Вишневская, В.В. Вишневский, Н.В. Осипов  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия*
- ПРИМЕНЕНИЕ БИОСОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ НЕФТИ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....211**  
А.А. Алексеева, С.В. Степанова  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Российская Федерация*
- ЭКСТРАКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ОКСИЭТИЛИРОВАННЫХ ИЗОНОНИЛФЕНОЛОВ.....212**  
В.П.Архипов  
*Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Российская Федерация*
- ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОПУТНОЙ СЕРЫ В ТЕХНОЛОГИИ СУЛЬФИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....213**  
Л.Р. Бараева, А.И. Туктарова, Р.Т. Ахметова, А.Ю. Ахметова  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия*
- РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ БУРОВЫХ ШЛАМОВ И НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА.....214**  
Е.С. Белик, Т.Н. Морозова, Л.В. Рудакова, И.С. Глушанкова  
*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия*
- БИОСОРБЕНТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.....215**  
Е.С. Белик, Т.Н. Морозова  
*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия*
- УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ЖИДКОГО ТОПЛИВА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ.....216**  
С.В. Буренков, С.А. Забелкин, А.Н. Грачёв  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Казанский национальный исследовательский технологический университет» г. Казань, Российская Федерация*
- РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В СИСТЕМЕ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЦИКЛОНОВ.....217**  
С.И. Валеев, В.А. Булкин  
*Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация*
- ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ.....218**  
А.А.Вершинин, А.М.Петров, И.В.Князев, Ф.М.Абдуллина  
*Институт проблем экологии и недропользования АН РТ г. Казань, Россия*
- МЕТОД ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧНОГО ТОПЛИВА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....219**  
А. Р. Галимова  
*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ), г. Казань, РФ*
- ПОЛИМЕР-ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД.....220**  
А.А. Гараев, В.Е. Проскурина, Ю.Г. Галяметдинов  
*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия*



<b>ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ» ОТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА.....</b>	<b>221</b>
<i>Г.В. Гилаева, О.А. Платонова, Л.А. Климова, В.Н. Никонорова ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ АО «МосводоканалНИИпроект», Москва, Россия</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....</b>	<b>222</b>
<i>О.М. Горелова, М.А. Полетаева ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Россия</i>	
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ ВХР ТЕПЛОСИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РЕАГЕНТОВ МАРКИ АМИНАТ.....</b>	<b>223</b>
<i>О.В. Гусева ООО «НПФ Траверс»</i>	
<b>ОЧИСТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА МДФ.....</b>	<b>224</b>
<i>Е.А. Данилова, Г.В. Маврин, Д.А. Харлямов ФГБОУ ВПО Казанский Федеральный Университет, г. Набережные Челны, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ РАСТВОРАМИ КИСЛОТ НА НЕФТЕЕМКОСТЬ ОПИЛОК ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД.....</b>	<b>225</b>
<i>Т.Р. Денисова, И.Г. Шайхиев, И.Я. Сиппель Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережные Челны, Россия</i>	
<b>ОЧИСТКА СЕРНИСТО-ЩЕЛОЧНОГО СТОКА МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ.....</b>	<b>226</b>
<i>Л.Р. Зиганшина, Т.С. Ситмуратов, О.Г. Мукбиль, Д.П. Лукина, А.Р. Шангараева, А.А. Петухов, Е.И. Григорьев ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия</i>	
<b>ЛИКВИДАЦИЯ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА И ОТХОДОВ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ВЬЕТНАМА.....</b>	<b>227</b>
<i>М.А. Иванова, Л.А. Зенитова ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Республика Татарстан, Россия</i>	
<b>ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННОЙ ДЁРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ.....</b>	<b>228</b>
<i>Ю.А. Игнатъев, Э.Р. Зайнулгабидинов, А.М. Петров Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия</i>	
<b>ПРОЯВЛЯЮЩЕ-ФИКСИРУЮЩИЙ СОСТАВ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ПЛЁНОК ПРИ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКЕ СВАРНЫХ ШВОВ.....</b>	<b>229</b>
<i>О.А. Исхаков Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>ПОДАВЛЕНИЕ ВУАЛИ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ПРОЯВЛЕНИИ И ФИКСИРОВАНИИ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛЁНКИ.....</b>	<b>230</b>
<i>О.А. Исхаков Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....</b>	<b>231</b>
<i>Р.Я. Исхакова, Г.М. Зарипова ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»</i>	

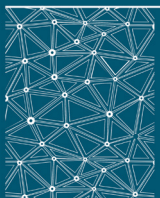
<b>ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА.....</b>	<b>232</b>
<b>Л.К.Каримуллин, А.М.Петров, Т.В.Кузнецова</b> <i>Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, Россия</i>	
<b>ДЕЗИНФЕКЦИЯ ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ СТОЧНЫХ ВОД АКТИВНЫМ ИЛОМ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДАМ.....</b>	<b>233</b>
<b>В. В. Кирсанов</b> <i>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия</i>	
<b>О ТЕРМИНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ БИОСФЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ.....</b>	<b>234</b>
<b>В.В. Кирсанов</b> <i>ФГБОУ ВПО Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия</i>	
<b>НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ГРАДАЦИИ НЕШТАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ И ПРЕДЛАГАЕМАЯ ШКАЛА ОЦЕНОК.....</b>	<b>235</b>
<b>В.В.Кирсанов</b> <i>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образова- ния Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия</i>	
<b>ЗАВИСИМОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ОСНОВНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В НИЖНИХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ И ПОЧВЕ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСАДКОВ И ХАРАКТЕРА ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ.....</b>	<b>236</b>
<b>В. В. Кирсанов</b> <i>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия</i>	
<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....</b>	<b>237</b>
<b>В.В. Кирсанов</b> <i>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия</i>	
<b>ЗАВИСИМОСТЬ БИОДЕСТРУКЦИИ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИНГРЕДИЕНТОВ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ В АЭРОТЕНКЕ.....</b>	<b>238</b>
<b>В.В. Кирсанов</b> <i>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия</i>	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАГРУЗКИ ПО ХПК КАК МЕРЫ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОСТУПАЮЩИХ В БИОРЕАКТОР ХИМЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....</b>	<b>239</b>
<b>В.В. Кирсанов</b> <i>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА РЕГЕНЕРАЦИОННОЙ ЗОНЫ В АЭРОТЕНКЕ НА ПОЛНОТУ БИОДЕСТРУКЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....</b>	<b>240</b>
<b>В.В. Кирсанов</b> <i>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия</i>	



<b>ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ОТ КОЭФФИЦИЕНТА РЕЦИРКУЛЯЦИИ АКТИВНОГО ИЛА.....</b>	<b>241</b>
<b>В.В. Кирсанов</b> <i>Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия</i>	
<b>ИНГИБИРОВАНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ В КОТЛЕ УТИЛИЗАТОРЕ ПО ГАЗОВОМУ ТРАКТУ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ.....</b>	<b>242</b>
<b>В.А.Корыстов, В.А.Будник, А.А.Абдуллаев, М.Ю.Юрьев</b> <i>ООО «НТК Салават», Россия, г. Салават, ОАО «Газпром нефтехим Салават», г. Салават, Россия</i>	
<b>ЧИСЛЕННОСТЬ И СОСТАВ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ПРИ РАЗНОМ ОСТАТОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ.....</b>	<b>243</b>
<b>Т.В. Кузнецова, А.М. Петров, Р.Ч. Юраниец-Лужаева</b> <i>Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, Россия</i>	
<b>СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ЗАМКНУТЫХ ВОДОЕМОВ.....</b>	<b>244</b>
<b>Л.К. Мустафина, И.И. Шакирова, Р.Ч. Юраниец-Лужаева, О.Ю. Тарасов</b> <i>Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, г. Казань, РФ</i>	
<b>МЕТОД РАСЧЕТА ИНТЕГРАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ, ВНОСИМОЙ АБОНЕНТАМИ НА БОС ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ».....</b>	<b>245</b>
<b>Л.Ф. Мухтарова</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ</i>	
<b>ПРОДУКТЫ ПИРОЛИЗА ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ.....</b>	<b>246</b>
<b>И.А. Насыров, Г.В. Маврин</b> <i>Набережночелнинский институт (филиал) ФГБОУ ВПО КФУ, г. Набережные Челны, Россия</i>	
<b>АДСОРБЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....</b>	<b>247</b>
<b>Л.А. Николаева, М.А. Голубчиков</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»</i>	
<b>ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....</b>	<b>248</b>
<b>В.Н. Никонорова, Г.В. Гилаева, Л.Ф. Мухтарова</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ</i>	
<b>УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕКАМСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА.....</b>	<b>249</b>
<b>Г.Р. Патракова, И.И. Яббаров</b> <i>НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г. Нижнекамск, Россия</i>	
<b>ИНЕРТНЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ РАСТВОРИТЕЛИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА И ЭКСТРАКЦИИ.....</b>	<b>250</b>
<b>Н. Патулярд</b> <i>Пеннакем ЛЛС, г. Мемфис, США</i>	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ В ЦИКЛЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....</b>	<b>250</b>
<b>О.А. Платонова, Л.А. Климова</b> <i>АО «МосводоканалНИИпроект», Москва, Россия</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>251</b>
<b>В.Е. Проскурина, Е.С. Шаброва, Ю.Г. Галяметдинов</b> <i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань</i>	
<b>О НЕКОТОРЫХ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВАХ, ОКАЗЫВАЮЩИХ СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС БИООБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД.....</b>	<b>252</b>
<b>О.С. Рощина, С.В. Фридланд</b> <i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	



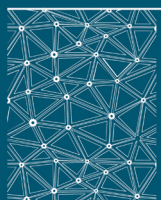
<b>ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ.....</b>	<b>253</b>
<b>С.Н. Савельев, А.В. Савельева, С.В. Фридланд</b>	
<i>ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Российская Федерация</i>	
<b>АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.....</b>	<b>254</b>
<b>Р.А. Сафьянова, С.В. Лапшина, Г.С. Ананьева</b>	
<i>ПАО «Казаньоргсинтез», Казань, Россия</i>	
<b>ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....</b>	<b>255</b>
<b>В.Б. Смирнов, А.А. Пантелеев, В.В. Бобинкин, С.Ю. Ларионов, Б.Е. Рябчиков, Д.А. Шаповалов</b>	
<i>Научно-производственная компания «Медиана-Фильтр», г. Москва</i>	
<i>Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»</i>	
<b>УГЛУБЛЁННЫЙ РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ШИННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ОДИН ИЗ ЭТАПОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОТВЕТСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В НИЖНЕКАМСКОМ НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ КЛАСТЕРЕ.....</b>	<b>256</b>
<b>А.А. Терёхин, И.Н. Бакирова, Н.А. Яминова, Г.Р. Карамова</b>	
<i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия</i>	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕНТРАТА ОТРАБОТАННОЙ ЭМУЛЬСИИ «ИНКАМ-1» В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ.....</b>	<b>257</b>
<b>Д.Д. Фазуллин, Г.В. Маврин</b>	
<i>ФГБОУ ВПО Казанский Федеральный Университет, г. Набережные Челны, Россия</i>	
<b>ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....</b>	<b>258</b>
<b>А.И. Фоменко</b>	
<i>ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет», г. Череповец, Россия</i>	
<b>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОВТОРНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ. СОЗДАНИЕ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ .....</b>	<b>259</b>
<b>А.А. Фомин</b>	
<i>АО «НПК МЕДИАНА-ФИЛЬТР» г. Москва, Россия</i>	
<b>СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ МЕМБРАНЫ ЭМО-Н 45-300.....</b>	<b>260</b>
<b>Е.А.Харитонов, Д.Д. Фазуллин, Г.В. Маврин</b>	
<i>ФГБОУ ВПО Казанский Федеральный Университет, г. Набережные Челны, Россия</i>	
<b>ОЦЕНКА РИСКА УГРОЗЫ ЗДОРОВЬЮ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПОПАДАНИИ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ.....</b>	<b>261</b>
<b>А.Ш. Шаймарданова, С.В. Степанова, И.Г. Шайхиев</b>	
<i>ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г. Казань, Российская Федерация</i>	
<b>ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ЭМУЛЬСИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....</b>	<b>262</b>
<b>И.Г. Шайхиев, В.О. Дряхлов, Т.И. Шайхиев, А.В. Федотова, М.Ю. Алексеева</b>	
<i>Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия</i>	
<b>ПОЛИРЕЗИСТЕНТНЫЕ К ТОКСИЧНЫМ МЕТАЛЛАМ МИКРООРГАНИЗМЫ ИЗ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ».....</b>	<b>263</b>
<b>С.О. Шилин, М.К. Гарифутдинов, Д.И. Хасанова, Г.В. Гилаева</b>	
<i>ПАО «Нижнекамскнефтехим», Нижнекамск, Российская Федерация</i>	
<b>РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИФИЦИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОСАДИТЕЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ.....</b>	<b>264</b>
<b>М.М. Шилов, А.С. Касаточкин, А.А. Пантелеев</b>	
<i>АО «Научно-производственная компания «МЕДИАНА-ФИЛЬТР», г. Москва, Россия</i>	
<i>ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», г. Москва, Россия</i>	



<b>ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....</b>	<b>265</b>
<b>Н.В. Шурмина, О.А. Богданова, Л.К. Мустафина</b> <i>Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, г. Казань, РФ</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИТОРА КИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ ДЛЯ ПРОЦЕССА ОДНОСТАДИЙНОГО СИНТЕЗА ИЗОПРЕНА.....</b>	<b>266</b>
<b>Д.И. Хасанова, Л.Я. Гатиятуллина, А.Р. Гильмуллина, З.Г. Латыпова, С.Н. Морозова, Е.А. Коврижных</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим» г. Нижнекамск РТ РФ</i>	
<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ ИНГИБИТОРАМИ МАРОК ОПЦ.....</b>	<b>268</b>
<b>Д.И. Хасанова, Г.Ф. Гильмутдинова, А.Р. Гильмуллина, Е.А. Коврижных</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим»</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЧИЩЕННОЙ СТОЧНОЙ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ.....</b>	<b>269</b>
<b>Д.И. Хасанова, Е.А. Коврижных, Г.Ф. Гильмутдинова, М.М. Шилов, А.С. Касаточкин</b> <i>ПАО «Нижнекамскнефтехим» г. Нижнекамск РТ РФ НПК «Медиана-Фильтр г. Москва РФ</i>	
<b>ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ НА ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКЕ ООО «ИСТЭКОЙЛ» ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРОЦЕССАМИ НИТРИ-, ДЕНИТРИФИКАЦИИ С РАЗДЕЛЕНИЕМ ВОДНО-ИЛОВОЙ СМЕСИ НА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАНАХ НА БОС ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ».....</b>	<b>270</b>
<b>И.Ф. Файзуллин, А.А. Локшин, Г.В. Гиляева</b> <i>ООО «Истэкойл», г. Уфа, Россия, 2-ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ</i>	
<b>ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПИЛОТНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДИСКОВОЙ МИКРОФИЛЬТРАЦИИ DYNADISC® ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ПАО «НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ».....</b>	<b>271</b>
<b>И.Ф. Файзуллин, А.А. Локшин, Г.В. Гиляева</b> <i>ООО «Истэкойл», г. Уфа, Россия ПАО «Нижнекамскнефтехим», г. Нижнекамск, РФ</i>	
<b>ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТА-НЕФТЕДЕСТРУКТОРА «АРКОЙЛ» НА ПРИМЕРЕ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.....</b>	<b>272</b>
<b>А.А. Ильин, А.Х.- М. Кочкаров, Г.А. Жариков, М.Г. Жариков</b> <i>ООО «Нижегородский институт прикладных технологий», г. Нижний Новгород ФГБУН «Научно-исследовательский центр токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов» ФМБА РФ, Московская область, п. Большевик</i>	

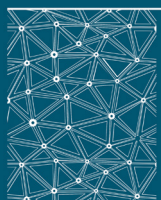
**CONTENTS**

<b>Greeting from General Director of PJSC «Nizhnekamskneftekhim» .....</b>	<b>3</b>
<b>PLENARY REPORTS</b>	
<b>POLYMER MATERIALS OF PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM». PRODUCTION AND INNOVATION.....</b>	<b>4</b>
<b>I.G. Akhmetov, A.G. Sakhabutdinov</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>PRODUCTION OF PETROCHEMICALS USING ACID AND METAL-BASED CATALYSTS.....</b>	<b>5</b>
<b>P.N. Borutskiy</b> <i>JSC «OLKAT», St. Petersburg, Russian Federation</i>	
<b>VECTORS OF DEVELOPMENT IN CHEMICAL INDUSTRY: GLOBALLY, IN RUSSIA, AT SIBUR.....</b>	<b>6</b>
<b>S.S. Galibeev</b> <i>SIBUR LLC, Moscow, Russia</i>	
<b>INNOVATION AND EVOLUTION IN PROCESS TECHNOLOGY. CREATING ENVIRONMENTAL FRIENDLY AND ENERGY SAVING CONCEPTS.....</b>	<b>7</b>
<b>A. Doll, G. Meszaros</b> <i>ThyssenKrupp Industrial Solutions AG, Germany</i>	
<b>PROBLEMS OF MODERNIZATION AND RECONSTRUCTION OF PETROCHEMICAL PLANTS IN RUSSIA.....</b>	<b>8</b>
<b>V.M. Kapustin</b> <i>JSC «VNIPIneft»</i>	
<b>KNRTU EXPERIENCE IN TRAINING SPECIALISTS FOR PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM».....</b>	<b>9</b>
<b>A.M. Kochnev, A.O. Ebel</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>PETROCHEMICAL CATALYSTS. THEORY AND PRACTICE.....</b>	<b>10</b>
<b>A.A. Lamberov</b> <i>Kazan Federal University, Kazan, Russia</i>	
<b>THE ACTIVITIES OF ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN IN THE FIELD OF OIL AND GAS PROCESSING AND PETROCHEMISTRY.....</b>	<b>11</b>
<b>A.M. Mazgarov</b> <i>JSC «VNIIUS», Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan</i>	
<b>THE METHODOLOGY AND REQUIREMENTS FOR CONDUCTING PILOT TESTS ON INDUSTRIAL PLANTS.....</b>	<b>11</b>
<b>A.A. Panteleev, A.V. Jadan, A.A. Fomin, D.A. Shapovalov</b> <i>National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow, Russia Research and production company «MEDIANA-FILTER», Moscow, Russia</i>	
<b>RESOURCE AND ENERGY EFFICIENT CATALYSTS USED FOR REFINING AND PETROCHEMISTRY.....</b>	<b>12</b>
<b>V.N. Parmon, A.S. Noskov</b> <i>Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, Novosibirsk, Russia</i>	
<b>MAXIMIZE VALUE THROUGH INNOVATION: LYONDELLBASELL'S TECHNOLOGY AND CATALYSTS.....</b>	<b>13</b>
<b>J. Pater</b> <i>LyondellBasell, Ferrara, Italy</i>	
<b>FORECAST ENERGY DEVELOPMENT – KEY PROSPECTS TO THE YEAR 2040.....</b>	<b>14</b>
<b>M. Healey</b> <i>ExxonMobil Chemical, USA</i>	
<b>CO-PRODUCTION OF PHENOL, ACETONE AND PROPYLENE OXIDE.....</b>	<b>15</b>
<b>Kh. E. Kharlampidi</b> <i>FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia</i>	



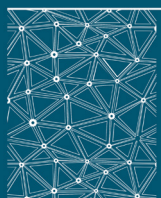
<b>CUSTOM ORGANIC SYNTHESIS. PRACTICAL EXPERIENCE OF FORMATION AND DEVELOPMENT PROSPECTS.....</b>	<b>16</b>
<b>B. Schulze</b> <i>ORGANICA Feinchemie GmbH, Wolfen, Germany</i>	
<b>SECTION "CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF POLYMER MATERIALS"</b>	
<b>STUDYING THERMAL DECOMPOSITION PROCESS OF POLYURETHANE.....</b>	<b>17</b>
<b>D.R. Alekbaev, N.V. Savin, A.Ya. Samuilov, Ya.D. Samuilov</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation.</i>	
<b>INFLUENCE OF THE ELEMENTARY STABILIZER – PHENOL, ON THERMAL DECOMPOSITION OF POLYURETHANE.....</b>	<b>18</b>
<b>D.R. Alekbaev, N.V. Savin, A.Ya. Samuilov, Ya.D. Samuilov</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>MODIFIERS ON THE BASIS OF PHOSPHOLIPIDS CONCENTRATE FOR RUBBERS ON THE BASIS SYNTHETIC POLYISOPRENE.....</b>	<b>18</b>
<b>A.A. Aristova, A.P. Rakhmatullina</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>MINERAL FILLED POLYMER COMPOSITES BASED ON POLYPROPYLENE.....</b>	<b>19</b>
<b>D.A. Balkaev, G.G. Bulatova, O.N. Bezzametnov, I.O. Shtel, L.M. Amirova</b> <i>Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia</i> <i>Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev, Kazan, Russia</i>	
<b>THE INFLUENCE OF CONDITIONS OF PROPYLENE POLYMERIZATION IN THE PRESENCE OF TITANIUM-MAGNESIUM CATALYST ON MOLECULAR CHARACTERISTICS OF POLYPROPYLENE.....</b>	<b>20</b>
<b>A.Z. Batyrshin, I.I. Salakhov, M.A. Matsko, V.A. Zakharov, S.A. Sergeev</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i> <i>Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, Novosibirsk, Russia</i>	
<b>DEVELOPMENT AND APPLICATION OF EFFECTIVE SUPPORTED CHROMIC CATALYSTS IN GAS-PHASE PRODUCTION OF LPPE.....</b>	<b>21</b>
<b>A.A. Baulin, B.N. Bobrov</b> <i>Plastpolymer Joint Stock Company, Saint Petersburg, Russian Federation</i> <i>Kazan Public Joint Stock Company "Organichesky sintez", Kazan, Russian Federation</i>	
<b>PROBLEM OF CATALYSTS IN DOMESTIC LPPE AND PP MANUFACTURES.....</b>	<b>22</b>
<b>A.A. Baulin</b> <i>Plastpolymer Joint Stock Company, Saint Petersburg, Russian Federation</i>	
<b>NEW TRIPLE (CO) POLYMER PRODUCTS BASED ON CYCLIC CARBONATE.....</b>	<b>23</b>
<b>I.L. Beilin, I.I. Kileeva</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>THREE LAYER POLYETHYLENE COATING FOR CORROSION PROTECTION OF PIPELINES: COMPONENTS AND KEY PROPERTIES OF THE SYSTEM.....</b>	<b>24</b>
<b>V.V. Belousov, J.B. Kheifets</b> <i>CJSC «3M Russia» Moscow, Russia</i>	
<b>CORRELATION BETWEEN ACRYLONITRILE CONCENTRATION IN BUTADIENE NITRILE RUBBER AND PROPERTIES OF ITS BLEND WITH POLYPROPYLENE THAT VULCANIZED VIA ORGANIC PEROXIDE IN THE PRESENCE OF OLYGOETHERACRYLATE.....</b>	<b>25</b>
<b>G.B. Bobrov, A.E. Zaikin</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>EXPERIENCE DEVELOPMENT OF NEW RUBBER TYPES PRODUCTION ON THE PILOT PLANT OF PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM».....</b>	<b>26</b>
<b>A.M. Vagizov, R.R. Galimov, V.A. Filimonov, V.A. Shepelin, I.G. Akhmetov, A.G. Sakhabutdinov</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	

<b>POLYMER PROCESSING ADDITIVES: EFFECT ON RHEOLOGY AND EXTRUSION PROPERTIES OF LINEAR POLYETHYLENE.....</b>	<b>27</b>
<b>R.I. Vasiliev, T.V. Makarov</b>	
<i>CJSC 3M Russia, Moscow, Russia</i>	
<b>THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR ASSESSING THE RELAXATION OF THE MACROMOLECULAR STRUCTURE OF CURRENT BRANDS POLYETHYLENES.....</b>	<b>28</b>
<b>I.V. Volkov, V.I. Kimelblat</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>ANTI-FRICTION ADDITIV FOR POLYMERIC COMPOSITE.....</b>	<b>29</b>
<b>R.N. Gadelshin, G.R. Gimatdinova, A.R. Kurbangaleeva, Y.N. Khakimullin, V.M. Voyloshnikov, M.V. Yezhov, W.R. Petrov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, «Vesta», Kazan, Russia</i>	
<b>HIGH QUALITY POLYMER-BITUMEN CONSTRUCTION MATERIALS.....</b>	<b>30</b>
<b>R.M. Gadelshin, R.R. Soldatova, A.N. Petrova, R.K. Ibragimov, D.A. Ibragimova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, RF</i>	
<b>INFLUENCE OF ISOCYANATE STRUCTURE ON PROPERTIES OF POLYURETHANE VARNISH COATING BASED ON ETHOXYLATED BISPHENOL.....</b>	<b>31</b>
<b>N.V. Galkina, L.A. Abramova, I.N. Bakirova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>IMPACT OF BARRIER LAYER THICKNESS ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MULTILAYER POLYMER FILM MATERIALS.....</b>	<b>32</b>
<b>R.M. Garipov, A.I. Zagidullin, A.I. Khasanov, S.Y. Sofyina, N.E. Temnikova, S.N. Rusanova, P.Y. Demeev</b>	
<i>Kazan National Research Technological University</i>	
<b>THE PRODUCTION OF CARBON NANOTUBES DISPERSIONS IN NEONOL SOLUTIONS FOR MODIFYING OF POLYMER COMPOSITES.....</b>	<b>33</b>
<b>A.R. Gataullin, S.A. Bogdanova, Yu.G. Galyametdinov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>EXPLOSION TECHNOLOGY - METHODS FOR RUBBER PROCESSING AND RUBBER GOODS OUT OF OPERATION.....</b>	<b>34</b>
<b>I.R. Gataullin, S.A. Mucharlyamov, N.A. Mukmeneva</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>POLYMETALL ALCOGOLATES AS BUTYLLITHIUM MODIFICATORS.....</b>	<b>35</b>
<b>V.S. Glukovskoy, Y.A. Litvin, V.V. Sitnikova, E.V. Blinov, A.M. Vagizov, I.G. Akhmetov, A.G. Sakhabutdinov</b>	
<i>FGUP «NIISK» Voronezh branch, Voronezh, Russia</i>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>TECHNOLOGY OF FOAMED AND STRIKE-STABLE POLYSTYRENES OBTAINING BY ANIONIC POLYMERIZATION METHOD.....</b>	<b>36</b>
<b>V.S. Glukhovskoy, E.V. Blinov</b>	
<i>FGUP «NIISK» Voronezh branch, Voronezh, Russia</i>	
<b>NANOSTRUCTURED WATER BASED PUD FROM POLYETHERS PRODUCED BY ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN - THE FOUNDATION OF INNOVATIVE ECO-FRIENDLY COATINGS AND ADHESIVES.....</b>	<b>37</b>
<b>K. Golovanova, L. Zenitova, A. Tabachkov, N. Rozova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>WOLLASTONITE - EFFECTIVE MODIFIER OF COMPOSITIONS IN THE PRODUCTION OF PVC-LINOLEUM.....</b>	<b>38</b>
<b>E.M. Gotlib, R.V. Kozhevnikov, D.F. Sadykova, E.S. Yamaleeva</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation</i>	
<b>STUDY OF SURFACE OF THE MULTILAYER HEAT-SHRINKABLE FILMS AFTER CORONA TREATMENT.....</b>	<b>39</b>
<b>A.U. Grigoryev, A.A. Efremova, R.M. Garipov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	



<b>SYNTHESIS AND GAS TRANSPORTATION PROPERTIES OF POLYMERS BASED ON POLYESTERS PRODUCED AT PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM».....</b>	<b>40</b>
<b>Davletbaeva I.M., Gumerov A.M., Zaripov I.I., Sharifullin R.R.</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation PJSC "Nizhnekamskneftekhim" Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>THE MOLECULAR PARAMETERS OF CIS-POLYBUTADIENE RUBBERS BY GPC AND NMR DATA.....</b>	<b>41</b>
<b>Davletbaev R.R.</b> <i>PJC "Nizhnekamskneftekhim", Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGY FOR POLYISOPRENE PRODUCTION BY BULK POLYMERIZATION (WITHOUT SOLVENT).....</b>	<b>42</b>
<b>V.V. Elfimov, Yu.P. Yulenets, P.V. Elfimov, A.R. Avetisyan</b> <i>Scientific Research Institute of Synthetic Rubber, Saint Petersburg, Russia St. Petersburg State Technological University, Saint Petersburg, Russia</i>	
<b>COMPARATIVE EVALUATION OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THE TREAD RUBBER BASED ON SOLUTION AND EMULSION POLYMERIZATION RUBBERS.....</b>	<b>43</b>
<b>M.A. Zhurikhina, L.A. Korystina, A.I. Rakhmatullin, S.V. Turenko</b> <i>"Voronezhskintezkauchuk" SC, Voronezh, Russia "NIOST" LLC, Tomsk, Russia</i>	
<b>OPTIMIZATION OF TREAD COMPOUND COMPOSITION FOR A «GREEN» TIRE.....</b>	<b>44</b>
<b>A.L. Zotov, V.P. Dorozhkin, E.G. Mokhnatkina</b> <i>PJSC «Nizhnekamskshina», Nizhnekamsk, Russia Nizhnekamsk institute of chemical technology, Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>PROPERTIES OF RUBBERS ON THE BASE OF EMULSION STYRENE-BUTADIENE RUBBER MODIFIED BY FUNCTIONALIZED POLYMERIC FILLERS.....</b>	<b>45</b>
<b>M.A. Ibragimov, Z.A. Saigitbatalova, A.P. Rakhmatullina</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>INFLUENCE OF THE FILLERS ON PROPERTIES OF SEALANT BASED ON MODIFIED BUTYL RUBBER.....</b>	<b>46</b>
<b>I.V. Imamutdinov, R.Y. Galimzyanova, Y.N. Khakimullin</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF PRODUCTION TECHNOLOGY WITH THE ADDITION OF IRRESPONSIBLE PURPOSE OF SECONDARY POLYETHYLENE.....</b>	<b>47</b>
<b>R.A. Ichsanov, V.V. Janov, A.F. Galliullin</b> <i>Kazan National Research Technological University, KNRTU of Technopark, Kazan, Russia</i>	
<b>INFLUENCE OF SWCNTS ON ELECTRICAL AND PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF CARBON BLACK FILLED POLYMER COMPOSITIONS.....</b>	<b>48</b>
<b>D.M. Kadirov, E.S. Nefedyev, M.K. Kadirov, R.S. Yarullin</b> <i>Kazan State Technological University, Kazan, RF AE Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry of Kazan Scientific Center of RAS, Kazan, RF Tatneftekhiminvest-Holding, Kazan, RF</i>	
<b>BINARY BLENDS OF ETHYLENE-<math>\alpha</math>-OLEFIN ELASTOMERS AS IMPACT MODIFIERS OF POLYPROPYLENE COMPOSITIONS OBTAINED BY REACTIVE EXTRUSION PROCESS.....</b>	<b>49</b>
<b>Yu.M. Kazakov, A.M. Volkov, I.G. Ryzhikova, N.A. Bauman, S.I.Volfson</b> <i>NIOST LLC, Tomsk, Russia; Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>THE INFLUENCE OF MODIFICATION SYSTEM FORMULATION ON THE PROPERTIES OF IMPACT RESISTANT POLYPROPYLENE COMPOSITIONS, PLASTICISED BY BIMODAL MIXTURES OF EPDM DURING REACTIVE EXTRUSION PROCESS.....</b>	<b>50</b>
<b>Yu.M. Kazakov, A.M. Volkov, I.G. Ryzhikova, N.A. Bauman, S.I.Volfson</b> <i>NIOST LLC, Tomsk, Russia; Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	

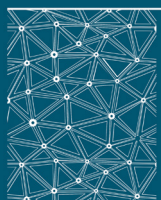
<b>CONTROL OF THE DEGRADATION AND STABILIZATION OF POLYETHYLENE FOR EXTRUSION.....</b>	<b>51</b>
<b>V.I. Kimelblat, I.V. Volkov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>THE UNIT FOR PREPARATION CATALYST FOR ETHYLENE POLYMERIZATION IN SLURRY PROCESS.....</b>	<b>52</b>
<b>A.M. Kiryukhin, D.N. Munasypov, A.S. Alyabyev</b>	
<i>JSC «STC Salavatnefteorgsintez», Salavat, Russian Federation</i>	
<b>HONEYCOMB PANELS BASED ON POLYMERIC COMPOSITE MATERIAL REINFORCED WITH GLASS FIBER ROVINGS AND MODIFIED FULLERENES AND NANOPARTICLES OF SILICON OXIDE.....</b>	<b>53</b>
<b>E.A. Kiyanenko, L.A. Zenitova, M.G. Kuzmin</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>THE DEVELOPMENT OF POLYMERIC POUR POINT DEPRESSANTS OF EMULSION TYPE.....</b>	<b>54</b>
<b>S.S. Kozhabekov, G.K. Kusainova, V.M. Taukenova</b>	
<i>JSC "Kazakh-British Technical University", Almaty, Republic of Kazakhstan</i>	
<b>INDUSTRIAL WASTE SILICA, ZEOLITE AND ALUMINA GEL AS THE MAIN COMPONENTS POLYURETHANE COMPOSITES.....</b>	<b>56</b>
<b>I.V. Kozhevnikova, T.R. Safullina, L.A. Zenitova</b>	
<i>Nizhnekamsk Chemical-Technological Institute, Nizhnekamsk, RF</i>	
<i>Kazan State Technological University, Kazan, RF</i>	
<b>INNOVATIVE TECHNOLOGY OF INDUSTRY ANTI-CORROSION POLYMER MATERIALS.....</b>	<b>57</b>
<b>Komolova O.A.</b>	
<i>Ltd Insulating polymeric materials, Saint Petersburg, Russia</i>	
<b>POLYMERIZATION OF ISOPRENE WITH TITANIUM TETRACHLORIDE – TERT-BUTYL CHLORIDE CATALYTIC SYSTEM.....</b>	<b>58</b>
<b>N.A. Korovina, V.A. Rozentsvet, V.G. Kozlov, O.A. Stotskaya</b>	
<i>Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti, Russia</i>	
<b>The products of emulsion polymerization of PJSC "SIBUR HOLDING".....</b>	<b>59</b>
<b>L.A. Korystina, M.A. Zhurikhina, A.I. Rahmatullin, S.V. Bagryashov, A.S. Lynova, K.L. Nadelyaev</b>	
<i>"Voronezhskintezkauchuk" SC, Voronezh, Russia</i>	
<i>"KZSK" SC, Voronezh, Russia</i>	
<b>EFFECT OF ANTIOXIDANT ON THE PROPERTIES OF EMULSION RUBBERS.....</b>	<b>60</b>
<b>L.A. Korystina, M.A. Zhurikhina, I.Y. Strukova, P.A. Chelnokov</b>	
<i>"Voronezhskintezkauchuk" SC, Voronezh, Russia</i>	
<b>MODIFICATION OF RUBBERS BY HYDROPHILIC COMPOUNDS.....</b>	<b>61</b>
<b>Kuznetsova O.N., Razlomalin K.A., Khusainov A.D., Sakhapova A.K.</b>	
<i>Kazan National Research Technological University</i>	
<i>TatNIPIneft, Bugulma, Russia</i>	
<b>VISCOELASTIC FLUID FLOW THROUGH AN ASYMMETRIC CHANNEL.....</b>	<b>62</b>
<b>E.R. Kutuzova, S.A. Kutuzov, F.Kh. Tazyukov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>SOLUTION OF THE PROBLEM OF EXTRUDATE UNSTABLE FRICTION.....</b>	<b>63</b>
<b>A.G. Kutuzov, G.S. Kutuzova, M.A. Ruzanova, S.A. Kutuzov</b>	
<i>KNRTU-KCTI Nizhnekamsk Institute for Chemical Technology</i>	
<b>DEVELOPMENT OF IMPORT SUBSTITUTING PRODUCTION TECHNOLOGY OF DIVALENT METALS STEARATES FOR PETROCHEMICAL PLANTS.....</b>	<b>64</b>
<b>N.A. Lebedev, R.H. Valeev, N.P. Kurshakova, L.V. Naumova, E.O. Espinal-Rakhmankina</b>	
<b>K.M. Kubanov, O.V. Sofronova, E.A. Gorelova</b>	
<i>"NPO Neftepromhim", Kazan, RF</i>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, RF</i>	
<i>STC "Kama", Nizhnekamsk</i>	



<b>EMULCIFYING ABILITY OF SULFOSUCCINATES ETHANOLAMIDES OF FATTY ACIDS.....</b>	<b>65</b>
<b>D.V. Lyapun, A.A.Kruzhilin, A.S.Peregudova</b> <i>"Voronezhskintezkauchuk" SC, Voronezh, Russia</i> <i>Voronezh State University, Voronezh, Russia</i>	
<b>ANALYSIS AND REGULATION OF MOLECULAR STRUCTURE OF POLYOLEFINS OBTAINED OVER MODERN SUPPORTED TITANIUM-MAGNESIUM CATALYSTS.....</b>	<b>66</b>
<b>M.A. Matsko, S.A. Sergeev, G.D. Bukatov, N.B. Mikenas, A.A.Barabanov, L.G. Echevskaya, V.A. Zakharov</b> <i>Boreskov Institute of Catalysis SB RAS, Novosibirsk, Russia</i>	
<b>NIOST: POLYMER CHEMISTRY AND PROCESSING. TOOLS FOR DEVELOPMENT OF POLYOLEFINS PRODUCT PORTFOLIO.....</b>	<b>67</b>
<b>V.I. Mashukov</b> <i>NIOST LLC, Tomsk, Russia</i>	
<b>NEW MODIFICATIONS OF TITANIUM-MAGNESIUM CATALYSTS FOR GAS PHASE ETHYLENE POLYMERIZATION.....</b>	<b>68</b>
<b>T.B.Mikenas, V.E. Nikitin, V.A. Zakharov, M.A.Matsko, M.I. Nikolaeva, L.G. Echevskaya, N.M. Shaidullin</b> <i>Boreskov Institute of Catalysis of RAS, Novosibirsk, Russia</i> <i>ООО «TINOL», Novosibirsk, Russia</i> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Republic of Tatarstan, Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>THE STUDY OF CONTENT OF PLASTICIZERS OF DIFFERENT NATURE STUDLESS TREAD OF THE AUTOMOBILE TIRES.....</b>	<b>69</b>
<b>D.G. Mingazova, N.E. Makarova, A.M. Mokhnatkin, V.P. Dorozhkin, E.G. Mokhnatkina</b> <i>Nizhnekamsk institute of chemical technology, Nizhnekamsk, Russia</i> <i>The Management company "Tatneft-Neftekhim", Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>VULCANIZATION OF INDUSTRIAL LIQUID THIOKOLS.....</b>	<b>70</b>
<b>V.S. Minkin, P.P. Sukhanov, B.N. Ivanov, A.R. Efimova</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>KEY ASPECTS OF IMPROVEMENT OF RUBBER CONSUMER PROPERTIES FOR TIRES.....</b>	<b>71</b>
<b>E.G. Mokhnatkina, R.R. Mindubaev, A.M. Mokhnatkin, V.P. Dorozhkin</b> <i>Nizhnekamsk Institute Of Chemical Technology, Nizhnekamsk, Russia</i> <i>The Management Company "Tatneft-Neftekhim", Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>THE INFLUENCE OF SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBES ON THE PROPERTIES OF VARIOUS VULCANIZED RUBBERS.....</b>	<b>71</b>
<b>A.R. Mukhtarov, A.M. Mokhnatkin, V.P. Dorozhkin, E.G. Mokhnatkina, V.E. Muradyan</b> <i>Nizhnekamsk institute of chemical technology, Nizhnekamsk, Russia</i> <i>The management company "Tatneft-neftekhim", Nizhnekamsk, Russia</i> <i>Carbon Nanomaterials for the global industry, Novosibirsk, Russia</i>	
<b>APPLICATION OF DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY FOR STUDIES OF THE STRUCTURE OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE.....</b>	<b>72</b>
<b>M.R. Nazipov, S.D. Korotkova</b> <i>PJSC «Kazanorgsintez», Kazan, Russia</i>	
<b>STUDY OF EFFICIENCY OF METHYLBENZYLATED PHENOLS ANTIOXIDANTS IN RUBBERS BASED ON BUTYL RUBBER.....</b>	<b>73</b>
<b>A.D. Nasertdinova, A.D. Khusainov, E.N. Cherezova</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>THE USE OF TUBULAR TURBULENT DEVICES FOR PREPARATION OF TITANIUM AND NEODYMIUM CATALYSTS FOR THE SYNTHESIS OF 1,4-CIS-POLYISOPRENE.....</b>	<b>74</b>
<b>I.Sh. Nasyrov, D.A. Zhavoronkov, V.Yu. Faizova, E.M. Zakharova, V.P. Zakharov</b> <i>«Sintez-Kauchuk» Public Joint-Stock Company, Sterlitamak, Russia;</i> <i>Ufa institute of Chemistry RAS, Ufa, Russia;</i> <i>Bashkir State University, Ufa, Russia</i>	

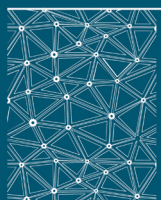


<b>ADVANTAGES IN THE USE OF «QUANTISLIP BM-2R» AS THE ANTI-AGLOMERATOR IN SYNTHETIC ISOPRENE RUBBER TECHNOLOGY.....</b>	<b>75</b>
I.Sh. Nasyrov, V.Yu. Faizova, D.A. Zhavoronkov, S.M. Kavun, A.S. Medzhibovsky, A.S. Kolokolnikov, D.N. Roskach, V.F. Stepicheva <i>SC «Sintez-Kauchuk», Sterlitamak, Russia;</i> <i>LLC «Qualitet R&amp;D», Moscow, Russia;</i> <i>PJSC «ROSAVA», Ukraine</i>	
<b>IDENTIFICATION OF THERMOPLASTIC POLYMERS: MELTING ANALYSES BY DSC.....</b>	<b>76</b>
A.V. Nesterov, E.S. Filatov <i>JSC "Mettler Toledo East", Kazan, Russia</i>	
<b>METHODS OF ANALYTICAL MICROSCOPY IN DIAGNOSTICS OF PRODUCTS OF THE POLYMERIC CATALYTIC INDUSTRY ON THE EXAMPLE OF THE INTERDISCIPLINARY CENTER FOR ANALYTICAL MICROSCOPY (KFU).....</b>	<b>78</b>
Yu.N. Osin, V.V. Salnikov, V.G. Evtygin, V.V. Vorobiev <i>Kazan, Kazan (Privolzhsky) Federal University, MDC AM</i>	
<b>THERMOPLASTIC VULCANIZATES OF BLENDS OF POLYPROPYLENE AND VARIOUS-POLAR RUBBERS. ....</b>	<b>79</b>
O.A. Panfilova, I.I. Vakhitov, R.R. Minnegaliev, S.I. Volfson, R.K. Sabirov, N.A. Okhotina <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>FURAN DERIVATIVES USED AS MODIFIERS IN PRODUCTION OF SBR BY ANIONIC POLYMERIZATION.....</b>	<b>80</b>
N. Patulard <i>Pennakem LLC, Memphis, USA</i>	
<b>STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING OF THE POLYMER-POLYOLS IN SEALANTS BASED ON SILANE-TERMINATED POLYURETHANES.....</b>	<b>81</b>
I.A. Petlin, A.G. Minsafina, V.F. Eganov, Y.N. Khakimullin <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i> <i>ZAO «Himtrust», Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>SYNTHESIS AND PROPERTIES OF PHOSPHORUS - AND SULPHURCONTAINING DERIVATES OF STERICALLY HINDERED PHENOLS - POTENTIAL STABILIZERS OF POLIMER PRODUCTS.....</b>	<b>82</b>
A.L. Pistsova, E.M. Zuevskaaya, L.P. Shamsutdinova, R.K. Ismagilov, M.B. Gazizov <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TYPE AND DOSAGE OF OIL-PLASTICIZERS WITH LOW PAHS ON PROPERTIES OF SOLUTION STYRENE-BUTADIENE RUBBER AND RUBBER COMPOSITIONS.....</b>	<b>83</b>
I.S. Plekhanova, V.N. Borisenko, I.G. Akhmetov <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>APPLICATION PROCESSING ADDITIVES IN THE PRODUCTION OF POLYETHYLENE LOW PRESSURE IN THE PJSC «KAZANORGSINTEZ».....</b>	<b>84</b>
M.A. Pyrenkova, E.V. Markina, B.N. Bobrov, R.A. Safarov, R.I. Vasiliev <i>PJSC "Kazanorgsintez", Kazan, Russia</i> <i>3M Company, Russia</i>	
<b>EFFECTS OF RADIATION EXPOSURE TO POLYPROPYLENE MEDICAL.....</b>	<b>85</b>
E.R. Rakhmatullina, R.Y. Galimzyanova, Y.N. Khakimullin <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>NEW RUBBERS AND TPES OF PJSC "SIBUR HOLDING".....</b>	<b>86</b>
A.I. Rakhmatullin, M.A. Kayumova, A.S. Lynova, M.V. Nikulin, E.A. Glebova <i>"Voronezhskintezkauchuk" SC, Voronezh, Russia</i> <i>«Sibur» LLC, Moscow, Russia</i>	
<b>DEVELOPMENT OF METHODS OF SYSTHESIS POLYURETANES BASED ON CYCLOALIPHATIC DIISOCYANATS AND OLIGOCARBONAT DIOLS.....</b>	<b>87</b>
Rezvanova E.A. <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	



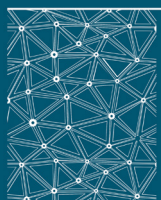
<b>SYNTHESIS AND PROPERTIES OF NEW ALIPHATIC HYDROCARBON RESINS ON THE BASE OF ISOPRENE.....</b>	<b>88</b>
<b>V.A. Rozentsvet</b> <i>Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti, Russia</i>	
<b>QUANTUM-CHEMICAL APPROACH TO SELECTION OF POLYMERS FOR LANTHANIDE-CONTAINING EMITTERS.....</b>	<b>89</b>
<b>K.A. Romanova, Yu.G. Galyametdinov</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>THE INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING IMPACT STRENGTH OF ABS-PLASTICS BY USING RUBBERS OF DIFFERENT NATURE.....</b>	<b>90</b>
<b>A.G. Sadrieva, O.M. Trifonova, I.G. Akhmetov</b> <i>Research &amp; Development Center, PJSC «Nizhnekamskneftekhim»</i>	
<b>INFLUENCE OF MODIFIERS BASED ON PRODUCTS OF POLYSILOXANE RUBBER WASTE DEGRADATION ON PROPERTIES OF SILICONE SEALANTS.....</b>	<b>91</b>
<b>R.A. Sadykov, A.P. Rakhmatullina, V.M. Voiloshnikov</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia LTD «Vesto», Kazan, Russia</i>	
<b>THE STUDY OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF THE TREAD RUBBER FILLED WITH CARBON BLACK AND SILICA.....</b>	<b>92</b>
<b>M.V. Salaev, A.M. Mokhnatkin, V.P. Dorozhkin, E.G. Mokhnatkina</b> <i>Nizhnekamsk institute of chemical technology, Nizhnekamsk, Russia Management company "Tatneft-neftekhim", Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>POLYETHYLENE PE6146KM GRADE FOR EXTERNAL ANTI-CORROSION COATING OF OIL AND GAS PIPELINES.....</b>	<b>93</b>
<b>I.I. Salakhov, N.M. Shaidullin, V.R. Latfullin, M.G. Fatykhov, A.G. Sakhabutdinov</b> <i>PJSC "Nizhnekamskneftehim", Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>IMPROVEMENT OF CRACKING RESISTANCE OF POLYETHYLENE USED FOR PRODUCTION OF CAPS AND CLOSURES.....</b>	<b>94</b>
<b>I.I. Salakhov, M.G. Fatykhov, V.R. Latfullin, T.N. Suslova</b> <i>PJSC "Nizhnekamskneftehim", Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>DEVELOPMENT AND TESTING OF THE METHOD OF STYRENE PLASTIC ELECTRON-MICROSCOPIC ANALYSIS.....</b>	<b>95</b>
<b>Salnikov V.V., Osin Yu.N., Evtygin V.G., Vorobiev V.V., Trifonova O.M.</b> <i>Kazan (Privolzhsky) Federal University, Kazan, Russia PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>ADVANCED TECHNOLOGIES FOR PRODUCTION OF EPOXIDIZED VEGETABLE OILS WITH DESIRED CHARACTERISTICS.....</b>	<b>96</b>
<b>A.V. Sergievsky, P.I. Fedotov, T.I. Vidyaeva, A.I. Krasnov</b> <i>FSE «Sverdlov Plant», Dzerzhinsk, Russia</i>	
<b>STUDY OF PROPERTIES OF THE ORGANIC SILICA.....</b>	<b>97</b>
<b>D.V. Sugonyako, L.A. Zenitova, A.A. Farvazeva</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>USE OF ORGANIC ORIGIN SILICA AS A FILLER FOR POLYOLEFINIC COMPOSITES.....</b>	<b>98</b>
<b>D.V. Sugonyako, Nguyen Duy Hung, Ngo Hong Nghia, L.A. Zenitova</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>STRUCTURIZATION PROCESSES IN HETEROCHAIN OLYGOMERIC COMPOSITIONS.....</b>	<b>99</b>
<b>P.P. Sukhanov, V.S. Minkin</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>ANALYSIS OF THE COMPATIBILITY OF LINEAR POLYMER MIXTURES BY THE VALUES OF THEIR PHYSICOMECHANICAL PARAMETERS.....</b>	<b>100</b>
<b>P.P. Sukhanov, M.Yu. Perukhin, P.P. Krynitkiy, T.V. Ignashina, A.P. Sukhanov</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	

<b>THE METHOD OF AGIDOL-70 STABILIZER PRODUCTION.....</b>	<b>101</b>
<b>R.G. Tagasheva, D.R. Gataullina, I.F. Zaripova, S.V. Bukharov</b>	
<i>FGBO VPO «Kazan National Research Technological University», Kazan, Russian Federation</i>	
<b>STUDY OF COPOLYMERIZATION OF N-PHENYL MALEIMIDE AND BUTYL METHACRYLATE IN A SOLUTION.....</b>	<b>102</b>
<b>N.E.Temnikova, V.A.Danilov, O.A.Kolyamshin, I.I.Boyko</b>	
<i>Kazan national research technological university, Kazan, Russia</i>	
<i>Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia</i>	
<b>GLASS TRANSITION, CRYSTALLIZATION AND MELTING OF CIS-POLYBUTADIENE RUBBERS.....</b>	<b>103</b>
<b>E.V.Temnikova</b>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF HIGH IMPACT POLYSTYRENE RESISTANT TO ENVIRONMENTAL STRESS CRACKING.....</b>	<b>104</b>
<b>E.N. Tkacheva, O.M. Trifonova, I.G. Akhmetov</b>	
<i>PJSC «Nizhneamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>COMPARATIVE PROPERTIES OF NEODYMIUM CIS-1,4-POLYBUTADIENE WORLD LEADING PRODUCER.....</b>	<b>105</b>
<b>Tukeeva A.S., Kubanov K.M., Akhmetov I.G.</b>	
<i>PJSC "Nizhnekamskneftekhim", Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>PREPARATION AND PROPERTIES OF WOOD-POLYMER COMPOSITES WITH THE HEAT TREATED FILLER.....</b>	<b>106</b>
<b>I.Z. Fayzullin, A.S. Filippov, A.Z. Fayzullin, S.I. Volfson, I.N. Musin</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>SYNTHESIS OF NEW POLIMERIC COMPOUNDS.....</b>	<b>107</b>
<b>L.A. Fatykhova, S.M. Romanova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>THE DEVELOPMENT OF NEW IMPORT-SUBSTITUTING GRADES OF ETHYLENE-PROPYLENE COPOLYMERS.....</b>	<b>108</b>
<b>M.G. Fatykhov, I.I. Salakhov, A.Z. Batyrshin, E.R. Zabrodina, V.R. Latfullin, A.G. Sakhabutdinov</b>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>STUDY OF INFLUENCE OF HIGH CIS-ND RUBBER MOLECULAR CHARACTERISTICS OPTIMIZATION ON THE ROLLING RESISTANCE COEFFICIENT OF TIRES.....</b>	<b>109</b>
<b>Fedorova G.N., Gorelova E.A., Makhotin A.A., Volkova L.F.</b>	
<i>Scientific and Technical Center Kama, OOO (LLC), Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>INVESTIGATION OF LOW-MOLECULAR POLYETHYLENS – CO-PRODUCTS OF HDPE PRODUCTION AT THE JSC GAZPROM NEFTEKHIM SALAVAT.....</b>	<b>110</b>
<b>Z.D. Fedorova, A.M. Kiryukhin</b>	
<i>«Scientific and Technical Center of Salavatnefteorgsintez» Ltd Co., Salavat, Russia</i>	
<b>STUDY OF INFLUENCE OF S-SBR PRODUCTION METHOD ON THE PROPERTIES OF RUBBER COMPOUNDS.....</b>	<b>111</b>
<b>N.V. Khairullina, E.A. Gorelova, A.A. Makhotin</b>	
<i>Scientific and Technical Center Kama, OOO (LLC), Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>GLASS TRANSITION TEMPERATURE AND MICROSTRUCTURE OF ISOPRENE RUBBERS.....</b>	<b>111</b>
<b>M.N.Khasanov</b>	
<i>PJSC «Nizhneamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>REGULARITIES OF BUTADIENE-1,3 AND STYRENE COPOLYMERIZATION PROCESS IN THE PRESENCE OF N-BUTYLLITHIUM AND AMINE-CONTAINING MODIFIER.....</b>	<b>113</b>
<b>G.R. Khusainova, A.M. Vagizov, R.R. Davletbaev, E.V.Moiseeva</b>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>ISOLATION AND RESEARCH OF NON-RUBBER COMPONENTS IN THE VIETNAMESE NATURAL RUBBER LATEX.....</b>	<b>114</b>
<b>Tran Huu Thanh, A.P. Rakhmatullina</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	



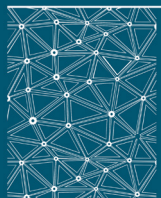
<b>THE INFLUENCE OF ALKYL HALOGEN NATURE AND STRUCTURE ON THE PARAMETERS OF ISOBUTYLENE AND ISOPRENE COPOLYMERIZATION AT THEIR USING AS COCATALYST.....</b>	<b>115</b>
<b>Chelnokova S.M., Markina E.A., Sofronova O.V., Kubanov K.M., Abelkhasanova L.I.</b>	
<i>PJSC "Nizhnekamskneftekhim", Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>SYNTHESIS AND USE OF</b>	
<b>2,6-BIS(3,3',5,5'-DI-TERT-BUTYL-4,4'-HYDROXY-BENZYL)-CYCLOHEXAN-1-ONE</b>	
<b>FOR ANTIOXIDATIVE STABILIZATION OF RUBBERS AND POLYOLEFINS.....</b>	<b>116</b>
<b>E.N. Cherezova, S.Sh. Saigitbatalova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>POLYOXIMS SURFACE ENERGY CHARACTERISTICS.....</b>	<b>117</b>
<b>I.Ph. Shaimukhametova, O.N. Golodkov, S.A. Bogdanova, G.P. Belov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<i>Institute of Problems of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Russian Federation</i>	
<b>THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING HIGHLY</b>	
<b>ACTIVE FUNCTIONALIZATOR FOR POLYMERS.....</b>	<b>117</b>
<b>R.R. Sharifullin, E.V. Kusk, P.V. Chirkov</b>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>PRODUCTION OF LOW MOLECULAR WEIGHT POLYMERS BY</b>	
<b>CONTROLLED DEGRADATION OF SKID-L, SKDI-15, SKI.....</b>	<b>119</b>
<b>Shekhavtsova T.N., Shatalov G.V., Papkov V.N., Panevin A.S.</b>	
<i>Voronezh State University, Voronezh, Russia</i>	
<i>Voronezh Department of S.V.Lebedev Research Institute of Synthetic Rubber, Voronezh, Russia</i>	
<b>STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ANTIOXIDANT-CONTAINED POLYMER GELS.....</b>	<b>121</b>
<b>Y.A. Shigabieva, E.A. Ablinova, S.A. Bogdanova, L.N. Zalyalutdinova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>BIODEGRADABLE POLYMERIC COMPOSITIONS BASED ON POLYETHYLENE NATURAL RUBBER.....</b>	<b>122</b>
<b>V.V. Janov, E.A. Alekseev, L.A. Zenitova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia.</i>	
<b>SECTION "CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF PETROCHEMICAL AND REFINERY PROCESSES"</b>	
<b>IR-SPECTROSCOPIC</b>	
<b>STUDIES SOLUTIONS HYDROPEROXIDE ISOPROPYLBENZENE AND ETHYLBENZENE.....</b>	<b>123</b>
<b>V.I. Anisimova, I.A.Suvorova, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi</b>	
<i>FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia</i>	
<b>THE METHODS OF PASSIVATION OF PROCESSING EQUIPMENT FOR MONOMERS PRODUCTION.....</b>	<b>124</b>
<b>L.Z. Akhmadeeva, O.M. Trifonova</b>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>DEACTIVATION OF <math>AlCl_3</math> CONTAINING CATALYTIC COMPLEX</b>	
<b>FOR ALKYLATION BENZENE BY OLEFINS BY EPOXIDIZED SOYBEAN OIL.....</b>	<b>125</b>
<b>I.Sh. Bayguskarova, R.A. Akhmed'yanova, D.G. Miloslavskiy</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>EFFECT OF OXIDATIVE REGENERATION CONDITIONS ON THE ACTIVITY REDUCTION</b>	
<b>OF ALUMINA-CHROMIA CATALYST FOR ISOBUTANE DEHYDROGENATION.....</b>	<b>126</b>
<b>G.E. Bekmukhamedov, S.R. Egorova, A.A. Lamberov, K.S. Boretsky, R.I. Vagizov, R.V. Ermolaev</b>	
<i>Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>TECHNOLOGY OF CYCLOPENTANE PRODUCTION FROM FRACTION</b>	
<b>OF PYROLYSIS GASOLINE.....</b>	<b>127</b>
<b>M.V. Berezkina, R.R. Gilmullin</b>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	

<b>INVESTIGATION OF KINETIC PARAMETERS OF PROPYLENE OXIDE POLYMERIZATION IN THE PRESENCE OF DOUBLE METAL-CYANIDE CATALYST.....</b>	<b>128</b>
<b>A.S. Biktimerova, N.S. Gabdulkhakova, R.R. Sharifullin</b>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>DETERMINATION OF BORATES IN THE CIRCULATION SOLUTION OF POTASSIUM CARBONATE.....</b>	<b>128</b>
<b>E.V. Blinova, L.Y. Gatiyatullina</b>	
<i>PJSC "Nizhnekamskneftekhim", Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>TECHNOLOGY OF COMBINED RECOVERY OF GASES FROM ELEMENTAL SULFUR AND CARBAMIDE PRODUCTION FOR THE PURPOSE OF AMMONIUM SULFATE PRODUCTION.....</b>	<b>129</b>
<b>Bobrovskiy R.I., Budnik V.A., Abdullaev A.A., Gorbachev A.A.</b>	
<i>LLC "Science &amp; Technology Company Salavat"</i>	
<i>JSC "Gazprom neftekhim Salavat"</i>	
<b>ELEMENTAL COMPOSITION OF SURFACE OF THE INDUSTRIAL ALUMINA CATALYST FOR DEHYDRATION.....</b>	<b>130</b>
<b>V.A. Vasilyev, A.V. Oparkin, E.A. Karalin, Kh.E. Kharlampidi</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>DEPENDENCE OF WARM AND MASS-EXCHANGED PARAMETERS OF THE TUBULAR FURNACE FROM QUANTITY OF TORCHES OF THE NASTILNY FLAME.....</b>	<b>132</b>
<b>D.B.Vafin, A.V.Sadykov</b>	
<i>Nizhnekamsk Institute of Chemical Technology (Branch) FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University"</i>	
<b>HYDROCONVERSION OF HEAVY OIL RESIDUES.....</b>	<b>133</b>
<b>Gabdullin A.A., Solodova N.L.</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>OBTAINING THE PEROXIDE OF CYCLOHEXANONE.....</b>	<b>134</b>
<b>A.A. Gayfullin, S.N. Tountseva, R.A. Gayfullin, A.I. Badrtdinova, Kh.E. Kharlampidi</b>	
<i>FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia</i>	
<b>SUPERCRITICAL FLUID EXTRACT REGENERATION OF CATALYST FOR METHYL PHENYL CARBINOLS DEHYDRATION.....</b>	<b>135</b>
<b>A. Galimova, E. Khisamov, A. Sagdeev</b>	
<i>Nizhnekamsk Chemical Technological Institute (branch institute) of the Kazan National Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>HEAVY OIL UPGRADING TECHNOLOGY.....</b>	<b>136</b>
<b>E.A. Galiullin, R.Z. Fakhrutdinov, M.I. Farakhov</b>	
<i>FSEI of HPO "KNRTU", Kazan, RF</i>	
<i>LLC "EIC Ingehim", Kazan, RF</i>	
<b>NEW GENERATION OF VALVE TRAYS FOR MASS-TRANSFER APPARATUS.....</b>	<b>137</b>
<b>Ganiev E.V., Nikolaev E.A., Chernyshev D.O.</b>	
<i>LLC "Sulzer Chemtech", Serpukhov, Russia</i>	
<b>CRITERIA FOR THE CHOICE OF MEANS OF THE AVERAGE LEVEL OF THE DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS.....</b>	<b>138</b>
<b>Gerasimov A.V., Kirpichnikov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>NANOSTRUCTURED LAYER ADSORBENTS FOR PETROCHEMISTRY AND REFINING.....</b>	<b>139</b>
<b>A. Glukhov, V. Glukhov</b>	
<i>Stock company Trade House "REAL SORB", Yaroslavl, Russia</i>	
<b>INVESTIGATIONS OF KINETIC PARAMETERS OF REACTION ISOCYANATE WITH ALCOHOL.....</b>	<b>140</b>
<b>D.O. Gnezdilov, Ia.D. Samuilov, A.Ia. Samuilov, N.N. Shishkina</b>	
<i>Kazan Nation Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>INDUSTRIAL CATALYSTS BASED ON CALCIUM ALUMINATES FOR INDUSTRIAL PROCESSES AND ENVIRONMENTAL PROTECTION.....</b>	<b>141</b>
<b>E.Z. Golosman, V.N. Efremov</b>	
<i>Novomoskovsk Institute of the Nitrogen Industry («NIAP-KATALIZATOR»), Novomoskovsk, Russia</i>	
<i>NI RCTU D.I. Mendeleev, Novomoskovsk, Russia</i>	



<b>STUDY OF PRODUCTION OF PETROLEUM (RUBBER SOLVENT) FROM DIFFERENT TYPES OF HYDROCARBON DEPOSITS.....</b>	<b>143</b>
<b>O.M.Gorelova, L. F. Komarova</b> <i>Altai State Technical University n.a. I.I.Polzunov, Barnaul, Russia</i>	
<b>THE INFLUENCE OF HALOGENATED IMPURITIES ON PERFORMANCE OF CHROMIA-ALUMINA CATALYST IN THE PROCESS OF ISOBUTANE DEHYDROGENATION.....</b>	<b>144</b>
<b>Guryanova S.V., Gilmullin R.R.</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>CATALYST PRODUCTION AT CJSC "ELEKTROCERAMICS" AND THE POSSIBILITY OF ITS DEVELOPMENT.....</b>	<b>145</b>
<b>R.V. Dzerzhinskiy</b> <i>CJSC "ELEKTROCERAMICS", Ramenskoe, Moscow Region, Russia</i>	
<b>THE USE OF JET-FILM CONTACT DEVICES IN MASS-EXCHANGE APPARATUSES.....</b>	<b>146</b>
<b>O.S. Dmitrieva, A.V. Dmitriev</b> <i>FGBOU VPO «Kazan State Power Engineering University», Kazan, Russia</i>	
<b>"BALTIC ENTERPRISE" – THE RUSSIAN PRODUCER OF PRECURSORS FOR THE PETROCHEMICAL AND OIL REFINING PROCESSES.....</b>	<b>147</b>
<b>S.N. Dorokhov</b> <i>Baltic Enterprise, Saint-Petersburg, Russia</i>	
<b>VISCOUS ADDITIVE FOR OIL AND HEAVY OILS.....</b>	<b>148</b>
<b>G.I. Dusmetova, A.V. Sharifullin, L.R. Baibekova</b> <i>Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Kazan National Research Technological University»</i>	
<b>GENERAL PURPOSE INDUSTRIAL TECHNOLOGY OF REFINING OXYGEN-CONTAINING WASTES OF PETROCHEMICAL PROCESSES.....</b>	<b>149</b>
<b>A.S. Dykman, D.S. Orlov, A.S. Krasilnikov, A.S. Ogorodnikov</b> <i>"SPS EUROCHIM" Ltd. Saint-Petersburg, Russian Federation</i>	
<b>SYNTHESIS OF MOLYBDENUM COMPLEXES BASED ON ISOPROPYLBENZENE HYDROPEROXIDE AND HYDROGEN PEROXIDE.....</b>	<b>150</b>
<b>G.G. Yelimanova, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi</b> <i>Kazan national research technological university</i>	
<b>ABOUT ONE APPROACH TO OPTIMAL HEAT INTEGRATION OF THE PETROCHEMICAL AND REFINING INDUSTRIES.....</b>	<b>151</b>
<b>I.I. Emelyanov, N.N. Ziyatdinov, G.M. Ostrovskii</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>OLIGOMERIZATION OF C8 ALPHA-OLEFIN USING TWO-COMPONENT CATALYTIC SYSTEM BASED ON CHLORINE SUBSTITUTED ORGANOALUMINIUM COMPOUNDS.....</b>	<b>150</b>
<b>I.R. Zaripov, M.D. Sayakhov, V.A. Shepelin</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>INTENSIFICATION OF THE PROCESSES OF PRODUCTION AND PROCESSING OF THE NATURAL BITUMEN USING PULSE-WAVE TECHNOLOGIES.....</b>	<b>153</b>
<b>S.E. Uglovsky, M.Z. Zarifyanova, S.D. Vafina</b> <i>STC of JSC "Tatneftekhiminvest-holding", Kazan, Russia FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia</i>	
<b>NIOST: MAIN DIRECTIONS PETROCHEMISTRY AND CHEMICAL UTILIZATION OF NATURAL GAS.....</b>	<b>154</b>
<b>R.A. Zotov</b> <i>LLC "NIOST", Tomsk, Russia</i>	
<b>STUDYING OF THE SOLUBILITY OF ASPHALT-RESIN-PARAFFIN DEPOSITS.....</b>	<b>155</b>
<b>Ibragimov R.K., Ivanova I.A., Ibragimova D.A.</b> <i>Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Kazan national research technological University"</i>	

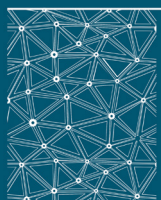
<b>ASSESSMENT OF PARAFFIN AND ASPHALTENE PHASE EQUILIBRIUM IN PETROLEUM SYSTEMS.....</b>	<b>156</b>
<b>Ivanova I.A., Kraev V.N., Ibragimov R.K., Ibragimova D.A.</b>	
<i>Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Kazan national research technological University"</i>	
<b>SYNTHESIS OF 4-(DIBROMOMETHYL)BENZENECARBALDEHYDE ACETALS AND THEIR PROPERTIES.....</b>	<b>157</b>
<b>S.Yu. Ivanova, M.B. Gazizov, L.R. Bagauva, R.F. Karimova, K.S. Gazizova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>SAFE IONIC HEATING OF OIL AND OIL PRODUCTS.....</b>	<b>158</b>
<b>Ya.V.Ivshin</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>THE NEW DEVELOPMENTS LLC "ISCP", KNT GROUP IN THE FIELD OF ADSORBENTS AND CATALYSTS FOR PETROCHEMICAL INDUSTRIES.....</b>	<b>159</b>
<b>Ilibaev R.S., Allaguzin I.H., Bodriy A.B., Kutepov B.I., Pavlova I.N.</b>	
<i>LLC "Ishimbai Specialized Chemical Plant of Catalysts"</i>	
<i>FSBIS Institute of petrochemistry and catalysis RAS, Ufa</i>	
<b>THE STUDY OF THE PROPERTIES OF POTENTIAL ANTIKNOCK AUTOMOTIVE GASOLINE.....</b>	<b>160</b>
<b>I.I. Iskhakova, G.Y.Klimentova, A.F. Khaidarov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>NIOST, RESEARCH CENTER OF SIBUR IN CHEMICAL TECHNOLOGIES. MAIN AREAS OF ACTIVITY.....</b>	<b>161</b>
<b>Yu.M. Kazakov</b>	
<i>NIOST LLC, Tomsk, Russia</i>	
<b>DEHYDROGENATION OF ISOPENTANE ON A SURFACE OF THE ALUMINIUM-CHROMIC CATALYST.....</b>	<b>163</b>
<b>Kalimullin L.I., Kas'yanova L.Z., Safargaliev I.I.</b>	
<i>Ufa State Oil Technical University, Ufa, Russian Federation</i>	
<i>JSC «Sterlitamak Petrochemical Plant», Sterlitamak, Russian Federation</i>	
<b>FULLY UTILIZATION OF THE PLURAL COMPOSITION OF THE WASTE AS AN EXAMPLE OF WASTE PROPYLENE EPOXIDATION PROCESS.....</b>	<b>164</b>
<b>R.A. Kayumov, F.M. Gumerov, R.A.Usmanov, A.A. Sagdeev</b>	
<i>Nizhnekamsk Chemical Technological Institute (branch institute) of the Kazan National Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia</i>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>DMC-POLYETHERS: SYNTHESIS AND PROPERTIES.....</b>	<b>165</b>
<b>Korotkova N.P., Antipova E.A., Listvina A.A.</b>	
<i>V.S. Lebedev scientific-manufacturing company "Macromer" Ltd., Vladimir, Russia</i>	
<b>INFRARED TRANSMISSION SPECTRA OF HYDROCARBONS IN THE GAS AND LIQUID PHASES.....</b>	<b>166</b>
<b>D.V. Kosenkov, V.V. Sagadeev, V.A. Alyaev</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>ONE OF THE INNOVATIVE ALTERNATIVE PROCESSES OF SYNTHESIS DIVINYL FROM ETHANOL.....</b>	<b>167</b>
<b>Kotelnikov G.R., Sidnev V.B., Bernalov V.P.</b>	
<i>JSC RI "Yarsintez", Yaroslavl, Russian Federation</i>	
<b>THE PRODUCTION OF PROPYLENE BY DEHYDROGENATION OF PROPANE ON NEW CATALYSTS FROM JSC RI «YARSINTEZ».....</b>	<b>167</b>
<b>Kotelnikov G.R., Kachalov D.V., Bernalov V.P., Shutkin A.S.</b>	
<i>JSC RI "Yarsintez", Yaroslavl, Russian Federation</i>	
<b>MATHEMATICAL MODEL OF REACTOR FOR DEHYDROGENATION PARAFFINS IN FLUID BED OF CATALYST.....</b>	<b>168</b>
<b>Kurbatov V.A.</b>	
<i>Russian Academy of Natural Sciences, Moscow, Russian Federation</i>	
<b>DETERMINATION OF KARBOHYDRAZID IN BOILER WATER.....</b>	<b>169</b>
<b>Latypova Z.G., Gatiyatullina L.Y., Gilmutdinova G.F.</b>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	



<b>PROSPECTS OF NAPHTHALENE FRACTION SEPARATION FROM HEAVY PYROLYSIS OIL AND PRODUCTION OF PURE NAPHTHALENE.....</b>	<b>170</b>
<b>M. V. Mikhailov, A. V. Koveshnikov, G. A. Nosov</b> <i>LLC "VNIIOS-science" Moscow, Russia, 2 – Moscow University of technology (MITHT), Moscow, Russia</i>	
<b>USE OF THE ERIONITNY CATALYST ON CATALYTIC REFORMING UNITS.....</b>	<b>171</b>
<b>A.A. Mikhaylovskiy</b> <i>FSBEI HPE «Kazan national research technological university», Kazan, Russian Federation</i>	
<b>PROCESSING OF DIMETHYL PHENYL CARBINOL AS PART OF CHPO TECHNOLOGY.....</b>	<b>172</b>
<b>N.F. Murtazin, A.V. Oparin, E.A. Karalin, Kh.E. Kharlampidi</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>GASIFICATION OF COKE DEPOSITS ON THE IRON OXIDE SYSTEM'S.....</b>	<b>173</b>
<b>Nabiullin I.R., Latypova L.R., Nazarov M.V., Gilmullin R.R.</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russian Federation Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>PLASMACHEMISTRY APPLICATION IN MONOMERS SYNTHESIS.....</b>	<b>174</b>
<b>Nabiullin N. N., Fakhрутдинov R. Z., Shaekhov M. F., Abdullin I. Sh., Solodova N. L., Galiev L. I., Gizzatullin E. A.</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>DEVELOPMENT OF DOMESTIC CATALYST FOR ACETYLENE HYDROGENATION IN ETHANE-ETHYLENE FRACTION.....</b>	<b>175</b>
<b>Nazarov M.V., Ilyasov I.R., Lamberov A.A.</b> <i>Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia</i>	
<b>THE IMPROVEMENT OF THE EFFECTIVENESS OF EPOXIDATION OF VEGETABLE OILS WITH ULTRASONIC POWER.....</b>	<b>176</b>
<b>Nasyrov A.I., Petrova E.M., Miloslavsky D.G., Akhmed'yanova R.A.</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>CUMENE HYDROPEROXIDE DECOMPOSITION IN THE PRESENCE OF HOMOGENEOUS MOLYBDENUM CATALYST.....</b>	<b>177</b>
<b>N.M. Nurullina, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>CATALYTIC ACTIVITY OF GROUP II METAL COMPOUNDS IN THE TERT-BUTYL HYDROPEROXIDE DECOMPOSITION.....</b>	<b>178</b>
<b>N.M. Nurullina, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>KINETIC EXPERIMENT AND CATALYST LIFE TEST IN FIXED BED DISPLACEMENT REACTOR.....</b>	<b>179</b>
<b>Oparin A.V., Karalin E.A., Pavlov S.B., Murtazin N.F., Appakova D.M., Ksenofontov D.V., Miroshkin N.P., Kharlampidi Kh.E.</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia; 2JSC «Taneco», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>IMPROVEMENT OF DESIGN OF SYSTEMS FOR VACUUM GENERATION IN TECHNOLOGICAL UNITS.....</b>	<b>180</b>
<b>E.V. Osipov, E.Sh. Telyakov, R.M. Latypov</b> <i>PSC «TAIF-NK», Nizhnekamsk, Russian Federation Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>THE EXPERIMENTAL UNIT FOR STUDY OF THE INFLUENCE OF VACUUM ON THE DEGREE OF CONVERSION AND SELECTIVITY IN THE DEHYDROGENATION OF HYDROCARBONS.....</b>	<b>181</b>
<b>Ponikarov S.I., Nazarov A.A., Pervov D.N.</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>CYCLIC CARBONATES FORMATION FROM GLYCEROL AND UREA.....</b>	<b>183</b>
<b>N.V. Savin, D.R. Alekbaev, A.Ya. Samuilov, Ya.D. Samuilov</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	



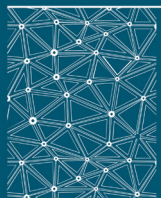
<b>THE REGENERATION OF PALLADIUM CATALYSTS LD-265 USING SUPERCRITICAL FLUID SUBSTANCE.....</b>	<b>183</b>
<b>Sagdeev K.A., Galimov T.M., Sagdeev A.A.</b>	
<i>Nizhnekamsk Chemical Technological Institute (branch institute) of the Kazan National Research Technological University, Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>DENSIMETER FOR PETROCHEMICALS.....</b>	<b>184</b>
<b>D.I. Sagdeev, M.G. Fomina, A.Kh. Sadykov, V.A. Alyaev</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>THE CONSTRUCTION METHOD OF MODEL FUNCTIONS "COMPOSITION - PROPERTY" FOR MULTICOMPONENT HYDROCARBON MIXTURES.....</b>	<b>185</b>
<b>D.I.Sagdeev, M.G.Fomina, E.S.Vorobyev, V.A.Alyaeu</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>INFLUENCE OF REGIME PARAMETERS ON THE PRODUCT YIELD IN THE TUBULAR FURNACE OF HYDROGEN PRODUCTION.....</b>	<b>186</b>
<b>A.V. Sadykov</b>	
<i>Nizhnekamsk Institute of Chemical Technology (Branch) of VPO "Kazan National Research Technological University "</i>	
<b>CONTROL OF POLYETHER PROPERTIES USING INFRARED LED SPECTROMETER.....</b>	<b>187</b>
<b>Salikhov Kh.M., Salakhov M.Kh., Stoyanov N.D., Molchanov S.S., Chernyaev A.V., Dolgacheva S.A., Malinin Yu.G., Tagirov L.R.</b>	
<i>Institute for Advanced Studies, Academy of Tatarstan, Kazan, Russia LED Microsensor Ltd, St. Petersburg, Russia</i>	
<b>SELF ASSEMBLED MICROEMULSION STRUCTURES USED IN PETROCHEMICAL INDUSTRY.....</b>	<b>189</b>
<b>Sautina N.V., Mingazova L.M., Rybakova A.I., Galyametdinov Yu.G.</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>THE OLIGOMERIZATION OF C4 HYDROCARBONS FRACTION OVER ZEOLITE CATALYSTST.....</b>	<b>190</b>
<b>Safargaliev I.I., Kalimullin L.I., Kas'yanova L.Z.</b>	
<i>JSC "Sterlitamak Petrochemical Plant", Sterlitamak, Russian Federation</i>	
<b>EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE PROCESSES IN OIL REFINERY PRODUCTION.....</b>	<b>191</b>
<b>P.N. Selivanov, O.Yu. Sladovskaya</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>MEASURING OPERATION OF THE BASIC SUBSTANCE AND THE GLYCERINE IN THE MONOSTEARATE OF THE GLYCERINE USING THE METHOD OF THE CAPILLARY CHROMATOGRAPHY.....</b>	<b>192</b>
<b>E.V.Sokolova, I.M.Sultanova</b>	
<i>PJSC Nizhnekamskneftekhim, Nizhnekamck, Russia</i>	
<b>SUPERCRITICAL WATER AS AN AGENT FOR HIGH VISCOSITY OIL UPGRADING.....</b>	<b>194</b>
<b>R.R. Soldatova, R.M. Gadelshin, A.N. Petrova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, RF</i>	
<b>STUDY OF KINETICS OF HYDROPEROXIDE ISOPROPYLBENZENE ASSOCIATES DECAY.....</b>	<b>195</b>
<b>I.A.Suvorova, V.I. Anisimova, N.N. Batyrshin, Kh.E. Kharlampidi</b>	
<i>FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia</i>	
<b>MOLYBDENUM CATALYST FOR EPOXIDATION BASED ON CYCLOHEXANOL PEROXIDE.....</b>	<b>196</b>
<b>S.N. Tuntseva, A.A. Gayfullin, N.V. Polushina, R.A. Gayfullin, Kh.E. Kharlampidi</b>	
<i>FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia</i>	
<b>APPLICATION OF LIQUID PRODUCTS FROM ABLATIVE PYROLYSIS OF WOOD IN MODIFICATION OF ROAD BITUMEN.....</b>	<b>197</b>
<b>G.M. Fayzrakhmanova, S.A. Zabelkin</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>TREATMENT OF OIL-CONTAINING SYSTEMS BY POLYMER-INORGANIC HYBRIDS.....</b>	<b>198</b>
<b>T.S. Falaleeva, V.E. Proskurina, Yu.G. Galyametdinov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	



<b>THE REGENERATION OF ION-EXCHANGE CATALYST USING SUPERCRITICAL FLUID CO<sub>2</sub>-EXTRACTION PROCESS.....</b>	<b>199</b>
<b>Hazipov M.R., Murtazin T.F., Sagdeev A.A.</b> <i>Nizhnekamsk Chemical Technological Institute (branch institute) of the Kazan National Research Technological University, Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>THE SEARCH FOR ALTERNATIVE ANTIKNOCK AGENTS.....</b>	<b>200</b>
<b>A.F. Khaidarov, G.Y.Klimentova, R. N. Burangulova</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>DEVELOPMENT OF ANTISTATIC ADDITIVES FOR DIESEL FUEL.....</b>	<b>201</b>
<b>A.F. Khaidarov, G.Y.Klimentova, V.Y. Mavrin</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>COMPLEX FOR PRODUCTION OF AROMATIC HYDROCARBONS IN JSC «TANECO».....</b>	<b>202</b>
<b>I.F. Khalilov, I.I. Salakhov, A.V. Zurbashev, F.S. Gilmanov, A.V. Kozin</b> <i>JSC «TANECO», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>INTEGRATED INTERNATIONAL-RUSSIAN TEAMS AS A SUCCESS FACTOR FOR EPC (M) PROJECT EXECUTION IN PETROCHEMICALS IN RUSSIA AND CIS.....</b>	<b>203</b>
<b>A.I. Tsarikovski</b> <i>ООО «ThyssenKrupp Industrial Solutions» (RUS), Dzerzhinsk, Russian Federation</i>	
<b>SYNTHESIS OF THE CATALYST AND ITS PROPERTIES IN THE GAS-PHASE ALKYLATION OF BENZENE WITH ETHYLENE.....</b>	<b>204</b>
<b>Shavaleev D.A., Ershtein A.S., Travkina O.S., Basimova R.A., Pavlov M.L., Gerzeliev I.M.</b> <i>JSC «Salavatneftekhimproekt», Salavat, Russian Federation Institute of Petrochemistry and Catalysis RAS, Ufa, Russian Federation LLC "STC Salavatnefteorgsintez", Salavat, Russian Federation A.V.Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis RAS, Moscow, Russian Federation</i>	
<b>IMPLEMENTING EXPERIENCE OF COMPUTER SIMULATION OF PROCESS UNITS AT JCS «TANECO».....</b>	<b>205</b>
<b>R.Z. Shaykhutdinov, M.K. Gilmutdinov</b> <i>JSC «TANECO», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>TECHNOLOGY OF PROPYLENE EPOXIDATION USING MODIFIED MOLYBDENUM-CONTAINING CATALYST.....</b>	<b>206</b>
<b>R.R. Sharifullin, E.V. Kusk</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF WASTE PROCESSING WITH THE RELEASE OF GASES - PETROCHEMICAL FEEDSTOCK IN THE CASE OF JSC "GAZPROM NEFTEKHIM SALAVAT".....</b>	<b>207</b>
<b>Yuriev M. Yu, Budnik V. A., Abdullaev A. A.</b> <i>LLC "NTK Salavat", JSC "Gazprom neftekhim Salavat", Salavat, Russia</i>	
<b>OPTIMIZATION OF DILUTION STEAM TREATMENT BY REAGENT BEFORE USING IN PYROLYSIS UNIT FOR ETHYLENE PRODUCTION.....</b>	<b>208</b>
<b>A.A. Yakupov, D.I. Khasanova</b> <i>Nizhnekamskneftekhim, Nizhnekamsk, Russian Federation</i>	
<b>SYNTHESIS OF POLY-<math>\alpha</math>-OLEFIN OILS BY OLIGOMERIZATION OCTENE-1 IN THE PRESENCE OF CATALYTIC COMPLEXES BASED ON ALUMINUM CHLORIDE.....</b>	<b>209</b>
<b>Yakupova A.R., Sagitova D.V., Akhmedyanova R.A., Burkin K.E., Akhmedyanov M.S., Miloslavskiy D.G.</b> <i>FGBOU VPO «Kazan National Research Technological University», Kazan, Russia</i>	

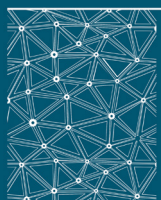
## SECTION "INDUSTRIAL ECOLOGY"

<b>MODERNIZATION MATERIALS OF THE WORKWEAR FOR OIL AND GAS INDUSTRY.....</b>	<b>210</b>
<b>Abdullin I. Sh., Ibragimov R.G., Vishnevskaya O.V., Vishnevskiy V.V., Osipov N.V.</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>USING BIOSORPTION MATERIALS IN THE ELIMINATION OF ACCIDENTAL OIL SPILLS ON THE WATER SURFACE.....</b>	<b>211</b>
<b>A. A. Alekseeva, S. V. Stepanova</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>EXTRACTION PROPERTIES OF OXYETHYLATED ISONONYLPHENOLS.....</b>	<b>212</b>
<b>V.P.Arkipov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation</i>	
<b>USE OF ASSOCIATED SULFUR IN TECHNOLOGY OF SULPHIDIC MATERIALS.....</b>	<b>213</b>
<b>L.R. Baraeva, A.I. Tuktarova, R.T. Akhmetova, A.Y. Akhmetova</b>	
<i>Federal State-Funded Educational Institution of Higher Professional Education "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russia</i>	
<b>DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OIL-CONTAMINATED DRILL SLUDGE AND OIL-CONTAMINATED SOIL RECOVERY WITH BACTERIAL PREPARATIONS.....</b>	<b>214</b>
<b>E.S. Belik, T.N. Morozova, L.V. Rudakova, I.S. Glushankova</b>	
<i>Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia</i>	
<b>BIOSORBENTS FOR LIQUIDATION OF OIL POLLUTIONS.....</b>	<b>215</b>
<b>E.S. Belik, T.N. Morozova</b>	
<i>Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia</i>	
<b>IMPROVE THE PROPERTIES OF LIQUID FUELS OBTAINED WASTE WOOD.....</b>	<b>216</b>
<b>Burenkov S.V., Zabelkin S.A., Grachev A.N.</b>	
<i>The federal state budget educational institution «Kazan state technological university», Kazan, Russian Federation</i>	
<b>SOLUTION THE ENVIRONMENTAL CONCERNS IN SYSTEM OF CIRCULATING WATER SUPPLY USING HYDROCYCLONES.....</b>	<b>217</b>
<b>Valeev S.I., Bulkin V.A.</b>	
<i>Kazan National Research Technological University ("KNRTU"), Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation</i>	
<b>INFLUENCE OF OIL CONTAMINATION ON THE RESPIRATORY ACTIVITY OF SOILS.....</b>	<b>218</b>
<b>A.A.Vershinin, A.M.Petrov, I.V. Knyazev, F.M.Abdullina</b>	
<i>Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia</i>	
<b>METHOD OF PRODUCTION FURNACE OIL FROM WASTE PETROLEUM PRODUCTS.....</b>	<b>219</b>
<b>A.R. Galimova</b>	
<i>Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI (KNRTU-KAI), Kazan, Russian Federation</i>	
<b>POLYMER-HYBRID SYSTEMS IN THE WASTEWATER TREATMENT.....</b>	<b>220</b>
<b>A.A. Garaev, V.E. Proskurina, Yu.G. Galyametdinov</b>	
<i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF COAGULANTS FOR SEWAGE TREATMENT "NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM" FROM THE INORGANIC PHOSPHORUS COMPOUND.....</b>	<b>221</b>
<b>G.V. Gilaeva, O.A. Platonova, L.A. Klimova, V.N. Nikonorova</b>	
<i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia AO MosvodokanalNIiproekt, Moscow, Russia</i>	
<b>PREPARATION OF ORGANOMINERAL SORBENTS FOR WATER PURIFICATION FROM OIL PRODUCTS.....</b>	<b>222</b>
<b>O.M. Gorelova, M.A. Poletaeva</b>	
<i>Altai State Technical University n.a. I.I.Polzunov, Barnaul, Russia</i>	



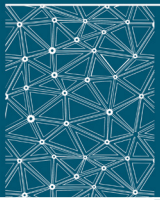
<b>ORGANIZATION OF WATER CHEMICAL OF TERMAL POWER EQUIPMENT USING AMINAT GRADE DOMISTRIC REAGENTS.....</b>	<b>223</b>
<b>O.V. Guseva</b> <i>LLC «RPC Travers»</i>	
<b>PURIFICATION OF OILY AQUEOUS SOLUTIONS WITH A COMBINATION OF WASTE PRODUCTION OF MDF.....</b>	<b>224</b>
<b>Danilova E.A., Mavrin G.V., Kharlyamov D.A.</b> <i>Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia</i>	
<b>THE INFLUENCE OF ACID SOLUTION TREATMENT ON HARDWOOD SAWDUST OIL SORPTION CAPACITY.....</b>	<b>225</b>
<b>T.R. Denisova, I.G. Shaikhiev, I.Ya. Sippel</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia, Kazan (Volga region) Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia</i>	
<b>PURIFICATION OF SULFUR-ALKALINE WASTE BY OZONATION.....</b>	<b>226</b>
<b>Ziganshina L.R., Sitmuratov T.S., Moqbel O. G., Lukina D.P., Shangarayeva A.A., Petukhov A.A., Grigoryev E.I.</b> <i>FGBOU VPO "Kazan national research technological University", Kazan, Russia</i>	
<b>LIQUIDATION OF OIL SPILL BY SORBENT BASED ON POLYURETHANE FOAM AND WASTE OF NATURAL RESOURCES OF VIETNAM.....</b>	<b>227</b>
<b>M.A. Ivanova, L.A. Zenitova</b> <i>Federal State Institution of Higher Professional Education «Kazan National Research Technological University», Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation</i>	
<b>DYNAMICS OF ORGANIC MATTER OF OIL-CONTAMINATED SODDY-PODZOLIC SOIL.....</b>	<b>228</b>
<b>Yu.A. Ignatiev, E.R. Zaynulgabidinov, A.M. Petrov</b> <i>Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia</i>	
<b>DEVELOPING-FIXING COMPOSITION FOR RADIOGRAPHIC FILMS FOR EXPRESS-DIAGNOSTICS OF WELDS.....</b>	<b>229</b>
<b>O.A. Iskhakov</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>REDUCING THE DENSITY OF FOG OF TECHNICAL X-RAY FILM WHILE THE DEVELOPMENT AND FIXING OCCURRED SIMULTANEOUSLY.....</b>	<b>230</b>
<b>O.A. Iskhakov</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>DISPOSAL AND RECYCLING OF EXCESS ACTIVATED SLUDGE BIOLOGICAL TREATMENT FACILITIES OF THE ENTERPRISES OF A PETROCHEMICAL COMPLEX.....</b>	<b>231</b>
<b>R. Y. Iskhakova, G. M. Zaripova</b> <i>Kazan State Power Engineering University</i>	
<b>INFLUENCE OF OIL CONTAMINATION ON THE ENZYMATIC ACTIVITY OF SOILS OF DIFFERENT GRANULOMETRIC COMPOSITION.....</b>	<b>232</b>
<b>L.K. Karimullin, A.M.Petrov, N.V.Kuznetsova</b> <i>Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia</i>	
<b>DISINFECTION OF THE PATHOGENIC MICROFLORA OF SEWAGE THE FISSILE OOZE AS ALTERNATIVE TO CHEMICAL METHODS.....</b>	<b>233</b>
<b>V. V. Kirsanov</b> <i>Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia</i>	

<b>ABOUT THE NOMENCLATURE IN THE FIELD OF SAFETY OF THE BIOSPHERE AND TECHNICAL DEVICES.....</b>	<b>234</b>
<b>V.V. Kirsanov</b> <i>Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia</i>	
<b>SHORTCOMINGS OF THE EXISTING GRADATION OF EMERGENCY PRODUCTION SITUATIONS AND OFFERED RATING SCALE.....</b>	<b>235</b>
<b>V. V. Kirsanov</b> <i>Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia</i>	
<b>DEPENDENCE OF CONCENTRATION OF THE MAIN POLLUTANTS IN SUBLAYERS OF THE ATMOSPHERE AND THE SOIL FROM INTENSITY OF RAINFALL AND CHARACTER OF THE UNDERLYING SURFACE.....</b>	<b>236</b>
<b>V. V. Kirsanov</b> <i>Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia</i>	
<b>PERFECTING OF SCHEDULED MAINTENANCE ON THE PRODUCTION AND ECOLOGICAL SAFETY AT THE ENTERPRISES OF THE PETROCHEMICAL COMPLEX.....</b>	<b>237</b>
<b>V. V. Kirsanov</b> <i>Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia</i>	
<b>DEPENDENCE OF BIOLOGICAL DEGRADATION OF SOME CHEMICAL INGREDIENTS OF SEWAGE ON TEMPERATURE IN AEROTANK.....</b>	<b>238</b>
<b>V.V. Kirsanov</b> <i>Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia</i>	
<b>USE OF THE DEMAND FACTOR ON COD AS MEASURES OF INSTABILITY OF THE CHEMICAL POLLUTED SEWAGE ARRIVING IN BIOREACTOR.....</b>	<b>239</b>
<b>V.V. Kirsanov</b> <i>Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia</i>	
<b>INFLUENCE OF VOLUME OF THE REGENERATION ZONE IN AEROTENKE ON COMPLETENESS OF BIOLOGICAL DEGRADATION OF POLLUTION OF THE PRODUCTION SEWAGE.....</b>	<b>240</b>
<b>V.V. Kirsanov</b> <i>Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia</i>	
<b>EFFICIENCY OF BIOCHEMICAL CLEANING AGAINST OF THE RECYCLE RATIO OF THE ACTIVATED SLUDGE.....</b>	<b>241</b>
<b>V.V. Kirsanov</b> <i>Federal State Government-Funded Educational Institution of Higher Professional Education Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia</i>	
<b>INHIBITOR OF DEPOZITIONS IN GAS PATH AND HEAT BOILER BY ULTRASONIC TREATMENT.....</b>	<b>242</b>
<b>V.A.Korystov, V.A.Budnik, A.A.Abdullaev, M.Yu.Yuriev</b> <i>LLC "Science &amp; Technology Company Salavat", Salavat, Russia JSC "Gazprom neftekhim Salavat", Salavat, Russia</i>	
<b>THE SIZE AND COMPOSITION OF THE MICROBIAL COMMUNITY AT DIFFERENT RESIDUAL CONCENTRATIONS OF OIL PRODUCTS IN SOIL.....</b>	<b>243</b>
<b>T.V. Kuznetsova, A.M. Petrov, R.Ch. Yuranets-Luzhaeva</b> <i>Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia</i>	



<b>SEASONAL DYNAMICS OF HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN NATURAL WATERS OF CLOSED RESERVOIRS.....</b>	<b>244</b>
<b>L.K. Mustafina, I.I. Shakirova, R.Ch. Yuranets-Luzhaeva, O.Yu. Tarasov</b> <i>Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia</i>	
<b>METHOD OF CALCULATION OF THE INTEGRAL LOAD DEPOSITED BY THE SUBJECTS TO BIOLOGICAL TREATMENT PLANTS OF PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM».....</b>	<b>245</b>
<b>Mukhtarova L.F.</b> <i>PJSC Nizhnekamskneftekhim, Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>PRODUCTS FROM PYROLYSIS OF SEWAGE SLUDGE AS POTENTIAL SORBENTS.....</b>	<b>246</b>
<b>Nasyrov I.A., Mavrin G.V.</b> <i>Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia</i>	
<b>ADSORPTION TECHNOLOGY FOR WASTEWATER TREATMENT FROM PETROLEUM PRODUCTS ON INDUSTRIAL PLANTS.....</b>	<b>247</b>
<b>L. A. Nikolaeva, M. A. Golubchikov</b> <i>"Kazan State Power Engineering University"</i>	
<b>ASSESSMENT OF LEVEL OF POTENTIAL HAZARD OF SUBSTANCES FOR BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT.....</b>	<b>248</b>
<b>V.N. Nikonorova, G.V. Gilaeva, L.F. Mukhtarova</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>LEVEL OF POLLUTION OF STORM DRAINS IN TERRITORY OF NIZHNEKAMSK MUNICIPAL AREA.....</b>	<b>249</b>
<b>G.R. Patrakova, I.I. Yabbarov</b> <i>NXTI FGBOU VPO «KNITU», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>CARBON NEUTRAL SOLVENTS IN CHEMICAL SYNTHESIS AND LIQUID-SOLID EXTRACTION PROCESSES.....</b>	<b>250</b>
<b>N. Patouillard</b> <i>Pennakem LLC, Memphis, USA</i>	
<b>THE USE OF WASTE WATER PREPARATION IN THE WASTEWATER TREATMENT CYCLE.....</b>	<b>250</b>
<b>Platonova O.A., Klimova L.A.</b> <i>AO MosvodokanalNIiproekt, Moscow, Russia</i>	
<b>APPLICATION OF FLOCCULATION FOR CLEANING POLLUTED WATER SYSTEMS.....</b>	<b>251</b>
<b>V.E. Proskurina, E.S. Shabrova, Yu.G. Galyametdinov</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>SOME ORGANOPHOSPHORUS BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES THAT HAVE A STIMULATING EFFECT ON THE PROCESS OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT.....</b>	<b>252</b>
<b>O.S. Roshchina, S.V. Fridland</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>INTENSIFICATION OF WASTEWATER TREATMENT BY PYROLYSIS OF HYDROCARBONS.....</b>	<b>253</b>
<b>S.N. Saveliev, A.V. Savelieva, S.V. Fridland</b> <i>FGBOU VPO "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russian Federation</i>	
<b>ANALYTICAL CONTROL OF WORKING ZONE AIR IN PREPARING FLOCCULANTS FOR DRINKING WATER TREATMENT.....</b>	<b>254</b>
<b>R.A. Safyanova, S.V. Lapshina, G.S. Ananyeva</b> <i>PJSC «Kazanorgsintez», Kazan, Russia</i>	
<b>THE SELECTION OF TECHNOLOGY FOR CHEMICAL TREATMENT OF REVERSE OSMOSIS UNITS ON PRODUCTION PLANTS.....</b>	<b>255</b>
<b>Smirnov V.B., Panteleev A.A., Bobinkin V.V., Larionov S.Yu., Ryabchikov B.E., Shapovalov D.A.</b> <i>SIC «Mediana-Filter» National Research University "Moscow Power Engineering Institute"</i>	

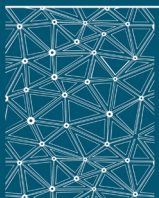
<b>DEEP RECYCLING OF THE WASTE PRODUCTS OF TYRE PRODUCTION AS ONE OF THE STAGES OF IMPROVING OF ECOLOGICALLY MISSION-CRITICAL PRODUCTION IN NIZHNEKAMSK PETROCHEMICAL CLUSTER.....</b>	<b>256</b>
<b>A.A. Terekhin, I.N. Bakirova, N.A. Yaminova, G.R. Karamova</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>THE USE OF CONCENTRATE OF EXHAUSTED EMULSIONS "INKAM-1" AS A CORROSION INHIBITOR.....</b>	<b>257</b>
<b>D.D. Fazullin, G.V. Mavrin</b> <i>Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia</i>	
<b>SEWAGE TREATMENT FROM OIL PRODUCTS.....</b>	<b>258</b>
<b>A.I. Fomenko</b> <i>Cherepovets State University, Cherepovets, Russia</i>	
<b>ADVANCED TECHNOLOGIES OF WASTERWATER TREATMENT WITH REUS OF PURIFIED WATER. CREATION OF CLOSED-CIRCUIT SYSTEM OF WATER USE.....</b>	<b>259</b>
<b>A.A. Fomin</b> <i>SIC «Mediana-Filter», Moscow, Russia</i>	
<b>PROPERTIES OF THE MODIFIED MEMBRANE EMO-H 45-300.....</b>	<b>260</b>
<b>E.A. Kharitonova, D.D. Fazullin, G.V. Mavrin</b> <i>Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia</i>	
<b>ASSESSMENT OF RISKS AND THREATS TO HUMAN HEALTH ASSOCIATED WITH THE PRESENCE OF IRON IONS IN THE WATER BODIES.....</b>	<b>261</b>
<b>A.S. Shaimardanova, S.V. Stepanova, I.G. Shaikhiev</b> <i>FSBEI HPE "Kazan National Research Technological University", Kazan, Russian Federation</i>	
<b>TREATMENT OF WASTEWATER CONTAINING OIL EMULSION USING MEMBRANE TECHNOLOGY.....</b>	<b>262</b>
<b>I.G. Shaikhiev, V.O. Dryakhlov, T.I. Shaikhiev, A.V. Fedotova, M.Y. Alekseeva</b> <i>Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia</i>	
<b>POLYRESISTANT TO TOXIC METALS MICROORGANISMS FROM CIRCULATED WATER OF PJSC «NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM».....</b>	<b>263</b>
<b>S.O. Shilin, M.K. Garifutdinov, D.I. Khasanova, G.V. Gilaeva</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>DEVELOPMENT AND RESEARCH OF INTENSIFIED WATER.....</b>	<b>264</b>
<b>TREATMENT UNIT BY PRECIPITATION METHOD.</b> <b>M.M. Shilov, A.S. Kasatochkin, A.A. Panteleev</b> <i>Research and production company «MEDIANA-FILTER», Moscow, Russia</i> <i>National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Moscow, Russia</i>	
<b>ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION IN THE ZONE OF INFLUENCE OF PETROCHEMICAL PRODUCTION.....</b>	<b>265</b>
<b>N.V. Shurmina, O.A. Bogdanova, L.K. Mustafina</b> <i>Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth</i> <i>Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia</i>	
<b>THE EXAMINATION OF THE INHIBITOR OF ACID CORROSION USED IN THE PROCESS OF ONE-STAGE SYNTHESIS OF ISOPRENE.....</b>	<b>266</b>
<b>D.I. Khasanova, L.Ya. Gatiyatullina, A.R. Gilmullina, Z.G. Latypova,</b> <b>S.N. Morozova, E.A. Kovrizhnyh</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, TR, RF</i>	
<b>ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY TECHNOLOGY OF COOLING WATER TREATMENT BY THE INHIBITORS OF OPC TRADE MARK.....</b>	<b>268</b>
<b>D.I. Khasanova, G.F. Gilmutdinova, A.R. Gilmullina, E.A. Kovrizhnyh</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim»</i>	



<b>THE INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF TREATED WASTE WATER USE IN THE SYSTEMS OF WATER COOLING.....</b>	<b>269</b>
<b>E.A. Kovrizhnyh, D.I. Khasanova, G.F. Gilmutdinova</b> <b>M.M. Shilov, A.S. Kasatochkin</b> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, TR, RF</i> <i>SIC «Mediana-Filter», Moscow, RF</i>	
<b>EXPERIMENTAL-INDUSTRIAL TESTS IN A PILOT PLANT LLC "EASTECOIL" TECHNOLOGY OF WASTEWATER TREATMENT WITH NITRIFICATION-, DENITRIFICATION WITH THE SEPARATION OF WATER-SLUDGE MIXTURE TO ULTRAFILTRATION MEMBRANES IN PJSC NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM.....</b>	<b>270</b>
<b>I.F. Fayzullin, A.A. Lokshin, G.V. Gilaeva</b> <i>LLC "EASTECOIL", UFA, Russia,</i> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>CONDUCTING EXPERIMENTAL-INDUSTRIAL TESTS PILOT AUTOMATED PLANT DISK MICROFILTRATION DYNADISC® FOR AFTERPURIFICATION OF WASTEWATER AT PJSC NIZHNEKAMSKNEFTEKHIM.....</b>	<b>271</b>
<b>I.F. Fayzullin, A.A. Lokshin, G.V. Gilaeva</b> <i>LLC "EASTECOIL", UFA, Russia</i> <i>PJSC «Nizhnekamskneftekhim», Nizhnekamsk, Russia</i>	
<b>INDUSTRIAL APPLICATION OF A BIOLOGICAL PRODUCT-NEFTEDESTRUCTOR.....</b>	<b>271</b>
<b>"ARCOLE" IN THE CASE OF OIL POLLUTION</b> <b>A.A. Ilyin, A.H. - M. Kochkarov, G.A. Zharikov, M.G. Zharikov</b> <i>LLC "Nizhny Novgorod Institute of applied technologies", Nizhny Novgorod</i> <i>Federal state budget institution "research center for toxicology and hygienic regulation of biopreparations"</i> <i>of Federal medico-biological Agency of the Russian Federation,</i> <i>Moscow region, village Bolshevik</i>	



**ДЛЯ ЗАМЕТОК**



IX МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИИ»

МАТЕРИАЛЫ IX МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ НЕФТЕХИМИИ»

BOOK OF ABSTRACTS IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
AND PRACTICAL CONFERENCE

"THE CURRENT STATE AND  
PROSPECTS OF PETROCHEMISTRY  
INNOVATIVE DEVELOPMENT"

Редактор О.Л. Ахсанова  
Дизайн, верстка А.С. Шабанова

Книга подготовлена к печати ООО «Нефтехим Медиа»  
Адрес: 423574 Республика Татарстан, ПАО «Нижнекамскнефтехим»,  
с пометкой для ООО "Нефтехим Медиа"  
тел. +7 (8555) 37-55-37, e-mail: reklama375537@gmail.com

Издано по заказу Научно-технологического центра ПАО «Нижнекамскнефтехим».  
Адрес: 423574 Республика Татарстан, территория ПАО «Нижнекамскнефтехим», НТЦ  
тел. +7 (8555) 37-70-05, факс +7 (8555) 37-53-37 e-mail:ntc@nknh.ru

Печать лазерная. Формат 210x297. Усл. печ. листов 80. Тираж 150 экз.