СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НОВОСИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
имени Н.Н. ВОРОЖОВА СО РАН
ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА имени Г.К. БОРЕСКОВА СО РАН
НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ХИМИИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НАН БЕЛАРУСИ

XXIX Научно-техническая конференция

«ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ, РЕАГЕНТЫ И ПРОЦЕССЫ МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ»

с участием иностранных учёных

«РЕАКТИВ–2015»

г. Новосибирск, Академгородок

28 сентября - 1 октября 2015 г.

УДК 66

Печатается по решению
организационного
комитета конференции

XXIX Научно-техническая конференция «ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ, РЕАГЕНТЫ И ПРОЦЕССЫ МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ». – Тезисы докладов. – Новосибирск, Изд-во НИОХ СО РАН, 2015 – 141 с.

В сборнике представлены тезисы докладов участников XXIX Научно-техническая конференция «ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ, РЕАГЕНТЫ И ПРОЦЕССЫ МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ», состоявшейся с 28 сентября по 1 октября 2015 года в г. Новосибирске.
Сборник предназначен для широкого круга специалистов по химии и химической технологии Российской Федерации и стран СНГ, аспирантов и студентов

Большинство тезисов печатаются в авторской редакции. Тезисы некоторых докладов содержат минимальные исправления орфографических ошибок и стиля оформления.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Агабеков В.Е. (Минск),
Джемилев У.М. (Уфа),
Кучин А.В. (Сыктывкар),
Мурзин Д.Ю. (Финляндия),
Николаев А.И. (Апатиты),
Новаков И.А. (Волгоград),
Пармон В.Н. (Новосибирск),
Злотский С.С. (Уфа)
Резников В.А. (Новосибирск),
Синяшин О.Г. (Казань),
Сысолятин С.В. (Бийск),
Трофимов Б.А. (Иркутск),
Федин В.П. (Новосибирск),
Чарушин В.Н. (Екатеринбург),
Чупахин О.Н. (Екатеринбург),
Мовсумзаде Э.М. (Уфа)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Багрянская Е.Г., Пармон В.Н., Агабеков В.Е. (сопредседатели)
Тихонов А.Я., Шелковников В.В. (заместители председателя)

Бредихин Р.А., секретарь
Иванов А.В. (Иркутск),
Абашев Д.А. (Новосибирск),
Беляева Т.А. (Новосибирск),
Жижина Е.Г. (Новосибирск),
Пай З.П. (Новосибирск),
Перевалова А.В. (Новосибирск)
Пешков Р.Ю. (Новосибирск),
Половяненко Д.Н. (Новосибирск),
Попов С.А. (Новосибирск),
Трубицын И.А. (Новосибирск)
Халфина И.А. (Новосибирск),
Чернявская Т.Б.(Новосибирск),

Общество с ограниченной ответственностью
«МПБА ДИАГНОСТИКА»
109147, г. Москва, ул. Марксистская д. 3, стр. 2
(ИНН 7709845970, КПП 770901001)
www.mpbio.com* и *www.mpbio.ru

Информационное письмо

ООО «МПБА диагностика» было основано в 2010 г. при участии всемирно известной компании MP Biomedicals (до 2007 г. – ICNPharmaceuticals). В настоящее время ООО «МПБА диагностика» занимаетсяпродвижением на российском рынке реактивов и лабораторного оборудования для LifeSciences, производства MP Biomedicals, а также – разработкой и производством тест-систем для диагностики (методом ИФА и иммунного блота) таких инфекционных заболеваний, как ВИЧ и гепатиты. В 2015 году планируется запустить производство экспресс-тестов на наркотики на собственной производственной площадке в г. Санкт- Петербурге.

«МПБА диагностика» осуществляет поставки в ведущие российские НИИ и биомедицинские, фармацевтические, химические компании продукцию LifeSciences с соблюдением необходимых режимов транспортировки и хранения в срок до 3-х месяцев. Линейка продуктов насчитывает более чем 50 000 наименований реагентов для химии, молекулярной, клеточной биологии, твердофазного пептидного синтеза, протеомики, иммунологии и многих др. отраслей биологии и химии. Подробная информация по каждому продукту представлена на сайте www.mpbio.com.

С 2015 г. «МПБА диагностика» осуществляет продажу линейки адсорбентов производства MP Biomedicals (Германия). Это высококачественные оксиды алюминия, силикагели с широким диапазоном размера частиц и материалы для тонкослойной хроматографии по конкурентно способным ценам.

Контактная информация:

ООО «МПБА диагностика»
109147, г. Москва, ул.Марксистская, дом 3, стр. 2
Тел./факс: +7 495 604 13 44
rus@mpbio.com
www.mpbio.com
Представитель в г. Новосибирске,тел.: +7 913 758 48 52

РЕАКТИВЫ «ДИАЭМ». НА СКЛАДЕ И ПОД ЗАКАЗ

Т. С. Чепурнова, Д.И. Бриттал

ООО «Диаэм», 127299, Москва, а/я 100*тел./факс: +7 (495) 745-0508*
info@dia-m.ru, nsk@dia-m.ru

Диаэм поставляет оборудование, расходные материалы и **химические реактивы** российских и зарубежных производителей для нужд биологических, химических, медицинских, пищевых лабораторий, фармацевтических и биотехнологических производств.

Ассортимент продукции Диаэм - самый широкий на российском рынке – более ста тысяч наименований.

Диаэм поставляет широкий ассортимент биохимических реактивов, сухих питательных сред и их компонентов, общелабораторных и аналитических реактивов: кислоты, акриламиды (кристаллический и готовые растворы), агарозы, альбумины, аминокислоты, антибиотики, витамины, растворы оснований, биологические буферы, pH-буферы, среды для клеточных культур, кросс-линкеры, кросс-линкеры для PAGE, реагенты для деконтаминации, детергенты, красители и растворы индикаторов, реагенты для электрофореза, красители, ферменты, их ингибиторы и субстраты ферментов, белки, микробиологические среды и добавки, реагенты для молекулярной биологии, фенолы, ингибиторы протеаз, красители белков, соли, маркеры ДНК и белков для электрофореза, растворители, стандартные волюметрические растворы, стандарты для масс-спектрометрии и атомно-абсорбционной спектрометрии, тестовые, наборы для анализа воды, реактивы для синтеза, анализа, ГСО, СО, титры и пр.

Диаэм поставляет **химические реактивы, наборы для выделения НК, вещества для иммунохимии, средства для дезинфекции и деконтаминации** производства Германии, Испании, Италии, США, Японии, России, Украины, таких производителей, как **AppliChem, Axygen,BecktonDickinson, BioSpringer, Bio-Rad, HyClone, J.T. Baker, MP Biomedicals, Panreac, Sigma-Aldrich-Fluka** и др.

Вы можете заказать реактивы со склада в Москве, Новосибирске, Казани. Если необходимого реактива нет у нас на складе, вы можетезаказать его по каталогам наших партнеров. Каждая из представленных компаний имеет свою специализацию, а все вместе они удовлетворят почти все потребности, возникающие у вас в работе.

Скидки для оптовых/регулярных заказов; действует специальная программа поставки реактивов в течении 5 дней по заранее согласованному графику поставок, как и для других реактивов.

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

Воскресенье, 27 сентября

Заезд участников конференции

Понедельник, 28 сентября
Малый Зал Дома Ученых СО РАН

9.00-10.00.	Регистрация участников конференции
10.00-10.10.	Открытие конференции
Сессия 1.	
10.10-10.50.	PL-1. В.Е. Агабеков. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ *Институт химии новых материалов НАН Беларуси*
10.50-11.30.	PL-2. З.Р. Исмагилов, М.А. Керженцев, Ю.К. Воробьев, С.А. Яшник, С.Р. Хайрулин. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПАКТНОГО АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ МАЛОТОННАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВ *Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН* *Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*
11.30-11.50.	КОФЕ
11.50-12.30.	PL-3. В.А. Островский. ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ. ВЗГЛЯД ХИМИКА-ТЕХНОЛОГА *Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),*
12.30-13.00.	KL-1. Б.Н. Кузнецов, В.А. Левданский, С.А. Кузнецова, Н.Ю. Васильева, А.В. Левданский, А.С. Казаченко. МАЛОТОННАЖНЫЙ СИНТЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ КОМПОНЕНТОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ *Институт химии и химической технологии СО РАН* *Сибирский федеральный университет*
13.00-14.30.	ОБЕД
Сессия 2	
14.30-15.10.	PL-4. В.М. Фарзалиев. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К СМАЗОЧНЫМ МАСЛАМ *Институт химии присадок НАНА*
15.10-15.25.	OR-1. А.С. Гусак, Л.А. Хамидуллина, О.А. Трофимова, П.Е. Прохорова, Ю.Ю. Моржерин. ПРОИЗВОДНЫЕ КАЛИКС[N]АРЕНОВ ДЛЯ СТАБИЛЬНОСТИ К ОКИСЛЕНИЮ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК. *Уральский федеральный университет*
15.25-15.55.	KL-2. Е.Г. Жижина УНИКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МОЛИБДОВАНАДОФОСФОРНЫХ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ НА СЛУЖБЕ КАТАЛИЗУ

	Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
15.55-16.10.	OR-2. Р.М. Мироненко, О.Б. Бельская, В.А. Лихолобов. ЖИДКОФАЗНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ БЕНЗАЛЬДЕГИДА В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРОВ Pd-Ru/C *Институт проблем переработки углеводородов СО РАН*
16.10-16.25.	OR-3. В.Ю. Долуда, А.И. Сидоров, М.Е. Григорьев, У.Р. Ахметзянова, Э.М. Сульман. НЕПРЕРЫВНОЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ГИДРИРОВАНИЕ D-ГЛЮКОЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИМ Ru-СОДЕРЖАЩЕГО СВЕРХСШИТОГО ПОЛИСТИРОЛА *Тверской государственный технический университет*
16.25-16.40.	OR-4. А.Л. Нуждин, Е.А. Артюха, Г.А. Бухтиярова, С.Ю. Зайцев, П.Е. Плюснин, Ю.В. Шубин, В.И. Бухтияров. ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ АМИНИРОВАНИЕ АЛЬДЕГИДОВ НИТРОАРЕНАМИ В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРА Au/Al_2O_3 В ПРОТОЧНОМ РЕАКТОРЕ *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН* *Новосибирский государственный университет*
16.40-17.10.	КОФЕ
17.10-17.50.	PL-5. А.И. Николаев, Л.Г. Герасимова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ТИТАНОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАЛОТОННАЖНЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН*
17.50-18.05.	OR-5. И.И. Новоселов, Ю.В. Шубин, И.В. Макаров, В.А. Федотов. МАЛОТОННАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ВИСМУТА И ОКСИДА ВИСМУТА ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ *Новосибирский институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН*
18.05-18.20.	OR-6. А.Г. Касиков, Л.В. Дьякова, Е.С. Кшуманева, Л.Г. Герасимова. ПОЛУЧЕНИЕ СОЛЕЙ КОБАЛЬТА ИЗ ЕГО ГИДРАТНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКОСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН*
18.20-18.50.	KL-3. А.М. Бескопыльный. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДУЛЬНЫХ УСТАНОВОК УФА-1, УФА-2 ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИБКИХ МАЛОТОННАЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ *Волгоградский филиал Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
19.00.	ФУРШЕТ

Вторник, 29 сентября
Конференц-зал НИОХ СО РАН

Сессия 3.	
9.00-9.40.	PL-6. В.И. Салоутин, М.В. Горяева, Ю.С. Кудякова, Я.В. Бургарт, О.Н. Чупахин. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА. *Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН*
9.40-10.20.	PL-7. В.Е. Платонов. ПОЛИФТОРАРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. КЛАССИЧЕСКИЕ И НОВЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА, ОБЛАСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН*
10.20-10.50	KL-4. Я.В. Бургарт, Е.В. Щегольков, О.Г. Худина, А.Е. Иванова, В.И. Салоутин. ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛИФТОРАЛКИЛСОДЕРЖАЩИХ 2-(ГЕТ)АРИЛГИДРАЗОНО-1,3-ДИКАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КАК ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ *Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН*
10.50-11.10.	КОФЕ
11.10-11.50.	PL-8. Д.Ю. Мурзин. ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЕ АМИНИРОВАНИЕ СПИРТОВ. *Университет Або Академи*
11.50-12.20.	KL-5. А.Я. Тихонов, Е.Б. Николаенкова, В.А. Савельев, Б.А. Селиванов, Д.Г. Мажукин. 1,2-ГИДРОКСИЛАМИНООКСИМЫ В СИНТЕЗЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. *Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН*
12.20-12.50.	KL-6. С.Л. Иоффе. АЛИФАТИЧЕСКИЕ НИТРОСОЕДИНЕНИЯ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЕ РЕАГЕНТЫ *Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН*
12.50-13.05.	OR-7. В.Н. Конев, Т.Б. Хлебникова, Л.В. Малышева, З.П. Пай НОВЫЕ ХИРАЛЬНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ НИТРОАЛЬДОЛЬНОЙ КОНДЕНСАЦИИ *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
13.05-14.30.	ОБЕД

Сессия 4	
14.30-15.00.	KL-7. А.В. Колотаев, А.Л. Разинов, С.Ю. Фролова, К.Р. Матевосян, Д.С. Хачатрян. СИНТЕЗ И ТРАНСФОРМАЦИЯ НОВЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ АЛЬДЕГИДОВ – РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ *Научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ (ФГУП «ИРЕА»)* *Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,*
15.00-15.15.	OR-8. Л.Л. Гогин, Е.Г. Жижина, З.П. Пай. ЗАМЕЩЕННЫЕ АНТРАХИНОНЫ: НОВЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПО РЕАКЦИИ ДИЕНОВОГО СИНТЕЗА В ПРИСУТСТВИИ РАСТВОРОВ MO-V-ФОСФОРНЫХ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ В КАЧЕСТВЕ БИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
15.15-15.30.	OR-9. Д.А. Василевский, В.С. Ященко, В.К. Ольховик. СИНТЕЗ ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 3,3′-СУЛЬФОНИЛДИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ *Институт химии новых материалов НАН Беларуси,*
15.30-15.45.	OR-10. Г.Н. Альтшулер, О.Г. Альтшулер, З.Р. Исмагилов. БАЗА ДАННЫХ «НАНОРЕАКТОРНЫЙ СИНТЕЗ ПИРИДИНКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ» *Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*
15.45-16.00.	OR-11. В.Ю. Куксёнок, В.В. Штрыкова, В.Д. Филимонов. ПРИМЕНЕНИЕ РЕАКЦИИ РИТТЕРА В СИНТЕЗЕ БЕНЗГИДРИЛАМИНОВ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет*
16.00-16.15.	OR-12. Ю.А. Родикова, Е.Г. Жижина, З.П. Пай. НОВЫЙ ПУТЬ ПОЛУЧЕНИЯ АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ *пара*-БЕНЗОХИНОНОВ В ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ В ПРИСУТСТВИИ РАСТВОРОВ Mo-V-ФОСФОРНЫХ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
16.15-16.40.	КОФЕ
16.40-16.55.	OR-13. Д.Ю. Ющенко, Т.Б. Хлебникова, П.А. Пыряев, Б.Л. Мороз, З.П. Пай, В.И. Бухтияров. ПОЛУЧЕНИЕ ГЛИФОСАТА ПУТЕМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ *N*-ИЗОПРОПИЛ-*N*-ФОСФОНОМЕТИЛГЛИЦИНА ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
16.55-17.10.	OR-14. Ю.В. Ученова, Т.Б. Хлебникова, З.П. Пай. ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ НЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ. *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*

17.10-17.25.	OR-15. Д.П. Иванов, К.А. Дубков, Л.В. Пирютко, Д.Э. Бабушкин, С.В. Семиколенов, А.С. Харитонов. ЗАКИСЬ АЗОТА В РЕАКЦИЯХ СЕЛЕКТИВНОГО ОКИСЛЕНИЯ *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
17.25-17.40.	OR-16. Ю.С. Демидова, И.Л. Симакова, Е.В. Суслов, К.П. Волчо, Н.Ф. Салахутдинов, А.В. Симаков, Д.Ю. Мурзин. АМИНИРОВАНИЕ ТЕРПЕНОВЫХ СПИРТОВ В ПРИСУТСТВИИ НАНЕСЕННЫХ Au КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
17.40-17.55.	OR-17. В.С. Чернявский, Л.В. Пирютко, А.В. Русских, С.Е. Кузнецов, А.М. Егизарьян, А.С. Носков, А.С. Харитонов. ПОЛУЧЕНИЕ МЕТИЛЭТИЛКЕТОНА ИЗ АЦЕТОНА *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
18.00-20.00	СТЕНДОВАЯ СЕССИЯ

Среда, 30 сентября

Конференц-зал ИК СО РАН

Сессия 5.	
9.00-9.40.	PL-9. Е.М. Егоров, В.В. Князев, В.И. Родионов, С.З. Кусов, В.Н. Маркова, Л.И. Клименко, Л.М. Корнаухова, Е.П. Плотникова, С.М. Обут, О.П. Шеремет, Л.С. Филатова, И.П. Чуйков, Е.А. Хохрина, Е.В. Малыхин. . ПРОИЗВОДНЫЕ ПОЛИФТОРАРЕНОВ В Hi-Tech ПРИЛОЖЕНИЯХ. СИНТЕЗ КЛЮЧЕВЫХ РЕАКТИВОВ В ОПЫТНОМ ХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НИОХ СО РАН *Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН*
9.40-10.20.	PL-10. А.И. Холькин, Л.В. Акатьева. ПОЛУЧЕНИЕ ПРЕКУРСОРОВ И МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ КАЛЬЦИЙ- И КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ *Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН*
10.20-10.35	OR-18. Н.С. Смирнова, Д.В. Глыздова, Т.И. Гуляева, В.Л. Темерев, В.В. Кривенцов, Д.А. Шляпин, П.Г. Цырульников. КАТАЛИЗАТОРЫ Pd-M/СИБУНИТ (M: Ga, Zn, Ag) ДЛЯ РЕАКЦИИ ЖИДКОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ АЦЕТИЛЕНА *Институт проблем переработки углеводородов СО РАН* *ОмГУ им. Ф.М. Достоевского* *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
10.35-10.50	OR-19. А.Ю. Сидоренко, Е.В. Логвинович, Д.Б. Утенкова, Г.М. Сеньков, В.Е. Агабеков. КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ СЛОИСТОГО СТРОЕНИЯ В РЕАКЦИИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ α-ПИНЕНА *Институт химии новых материалов НАН Беларуси*
10.50-11.10.	КОФЕ

11.10-11.50.	PL-11. А.В. Иванов, Б.А. Трофимов. ЭКСКЛЮЗИВНЫЕ ПРОДУКТЫ МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ НА БАЗЕ АЦЕТИЛЕНА *Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН*
11.50-12.05.	**OR-20. Ч.Н. Барнаков, С.Н. Вершинин, Г.П. Хохлова, А.В. Самаров, А.П. Козлов.** **СНИЖЕНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В АНОДНОЙ МАССЕ** *Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*
12.05-12.20.	**OR-21. Е.С. Михайлова, З.Р. Исмагилов.** ОЧИСТКА КАМЕННОУГОЛЬНОГО СЫРОГО БЕНЗОЛА *Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН* *Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН*
12.20-12.35.	OR-22. В.М. Аббасов, Т.А. Мамедова, Э.Н. Аскерова, З.М. Алиева, А.А. Намазов, Ханбутаева З.С., Исаева Х.А. ПОЛУЧЕНИЕ МЕТИЛОВЫХ ЭФИРОВ ХЛОПКОВОГО И ПОДСОЛНЕЧНОГО РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В КАЧЕСТВЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ДОБАВКИ К ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВАМ *Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана,*
12.20-13.30.	ОБЕД
13.30-18.30	ЭКСКУРСИЯ по городу Новосибирску
19.00	БАНКЕТ

Четверг, 1 октября

Малый Зал Дома Ученых СО РАН

8.45-9.30.	Регистрация участников круглого стола
9.30-11.00.	**КРУГЛЫЙ СТОЛ** «Проблемы развития малотоннажной химии и их решения»
11.00-11.30.	КОФЕ
Сессия 6.	
11.30-12.10.	PL-12. З.П. Пай, В.Н. Пармон. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ПРОДУКТОВ МАЛОТОННАЖНОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ *Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН*
12.10-12.25	OR-23. Г.Б. Куншина, В.И. Иваненко, С.В. Аксенова, С.В. Владимирова, И.В. Бочарова. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИТИЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН*
12.25-12.40	OR-24. М.В. Еделева, Д.А. Пархоменко, И.А. Кирилюк, Е.Г. Багрянская. РАДИКАЛЬНАЯ КОНТРОЛИРУЕМАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ В ПРИСУТСТВИИ НИТРОКСИДОВ: СИНТЕЗ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ В МЯГКИХ УСЛОВИЯХ *Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН* *Новосибирский государственный университет*

12.40-12.55	OR-25 Д.А. Филатов, Л.К. Алтунина, М.С. Фуфаева, В.С. Овсянникова. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КРИОГЕЛЕЙ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ *Институт химии нефти СО РАН*
13.00-14.30.	ОБЕД
Сессия 7.	
14.30-15.10.	PL-13. С.В. Сысолятин, Ю.А. Крюков. РАЗРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТИЛОРОНА *Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН*
15.10-15.25.	**OR-26. Е.В. Королева, Ж.В. Игнатович.** **СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДОЛОГИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ РАЗРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-АМИНОПИРИМИДИНА – ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ** *Институт химии новых материалов НАН Беларуси*
15.25-15.40.	**OR-27. А.Е. Гражданников, И.В. Нечепуренко, О.П. Шеремет.** **ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ПРИРОДНОГО ФУНГИЦИДА БИУС** *Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН*
15.40-15.55.	**OR-28. Т.П. Кукина, Е.В. Малыхин, Е.А. Хохрина, А.В. Шпатов, С.А. Попов** **ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ЭКСТРАКТОВ НЕКОТОРЫХ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЕВРАЗИИ И ПОЛУЧЕНИЕ БИОАКТИВНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ОТХОДОВ ИХ ЛЕСОПЕРЕРАБОТКИ** *Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН*
15.55-16.25.	**ОБЕД**
16.25-16.55.	KL-8. И.Л. Симакова, Ю.А. Гуляева, М.Н. Симонов, В.Н. Панченко, А.А. Шутилов, Г.А. Зенковец. ОДНОСТАДИЙНЫЙ СИНТЕЗ АЛКАНОВ ИЗ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛОВ VIII ГРУППЫ *Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН*
16.55-17.10.	**OR-29. С.А. Приходько [a)], А.Г. Попов [a)], Н.Ю. Адонин [a)], В.Н. Пармон.** ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ В КАЧЕСТВЕ СРЕДЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРИСУТСТВИИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НИКЕЛЯ *Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН*
17.10-17.25.	**OR-30. Е.Г. Жижина, Л.Л. Гогин, Ю.А. Родикова, З.П. Пай.** ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕГЕНЕРАЦИИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ОКИСЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАСТВОРОВ Mo-V-ФОСФОРНЫХ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ *Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН*
17.30	**ЗАКРЫТИЕ КОНФЕРЕНЦИИ**

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

PL-1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В.Е. Агабеков

Институт химии новых материалов НАН Беларуси
Беларусь, 220141, г. Минск, ул.Ф.Скорины, 36,
E-mail: agabekov@ichnm.basnet.by

В последние 20 лет химическая промышленность Республики Беларусь развивается необычайно высокими темпами и является одной из наиболее наукоёмких отраслей по темпам обновления технологий. Создаются крупные международные химические парки, корпорации, компании, холдинги, имеющие мощную научную и опытно-производственную базу. Сегодня на первый план выдвигаются проблемы создания принципиально новых технологических процессов – экологически чистых, безотходных, с замкнутым циклом.

Одним из основных направлений приоритетной для Республики Беларусь научной и научно-технической деятельности, является разработка технологий создания продуктов малотоннажной химии, что обеспечивает рост производства химического комплекса не только за счет его традиционного ассортимента, но, в первую очередь, за счёт продукции, имеющей высокую цену на рынке, покрывающей весьма высокие издержки её производства и приносящей при этом существенную прибыль.

Катализаторами развития белорусской химической промышленности должны стать малотоннажные производства. Будучи ориентированными на выпуск принципиально новой продукции, они смогут не только выпускать пользующиеся спросом инновационные изделия, но и поставлять крупным предприятиям различные добавки, которые позволят придать новые свойства продукции, что повысит ее цену на рынке. Малотоннажные производства гораздо мобильнее, в меньшей степени зависят от сырьевых ресурсов, легче конкурируют на рынке и могут быть с относительно небольшими затратами переориентированы на выпуск новой продукции. Для выпуска малотоннажной химической продукции имеется возможность использования исходных веществ, полупродуктов, целевых продуктов и отходов действующих крупнотоннажных химических производств.

Развитие в Республике Беларусь малотоннажной химии в полной мере соответствует научно-инновационному принципу развития современной экономики и имеющемуся в Республике Беларусь научно-техническому и кадровому потенциалу в области химии и смежных дисциплин. В последние годы в ряде научно-исследовательских институтов НАН Беларуси и научно-исследовательских организаций и ВУЗов Министерства образования сформировались научные школы, имеющие серьёзные заделы и значительный опыт в разработке технологий получения и создании производств различных малотоннажных химических продуктов и функциональных материалов на их основе.

PL-2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПАКТНОГО АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ МАЛОТОННАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

З.Р. Исмагилов[а),б)], М.А. Керженцев[а)], Ю.К. Воробьев[а)], С.А. Яшник[а)], С.Р. Хайрулин[а)]

[а)] Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: zri@catalysis.ru
[b)] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН
просп. Советский, д.18, Кемерово, 650000, Россия
e-mail: zinfer1@mail.ru

В последние два десятилетия вследствие множеств причин произошла утрата технологий производства ряда наименований химической продукции и поэтому многие отечественные предприятия стали ориентироваться на импортные поставки. В связи с этим разработка технологий малотоннажного производства ряда неорганических продуктов и реактивов является актуальной задачей для импортозамещения.

В ИК СО РАН выполнен комплекс исследований и разработаны технологические процессы получения гидроксида алюминия ОСЧ, гидроксида алюминия для АФС, оксихлорида алюминия 2/3 $AlCl(OH)_2*nH_2O$, оксихлорида алюминия 5/6 $Al_2Cl(OH)_5*12H_2O$, алюминия хлористого шестиводного, перманганата калия, оксида кремния ОСЧ, сернокислого натрия Ч, оксида алюминия (тонкодисперсного порошка) и силиказоля ОСЧ и др., в том числе:

- проведен анализ научно-технической и патентной литературы по способам получения индивидуальных веществ,
- проведены теоретические и экспериментальные исследования по разработке оптимальных способов получения веществ, разработаны методы синтеза и оптимизированы условия их получения (концентраций реагентов, соотношений фаз и компонентов реакционной смеси, температуры, давления и т.д.);
- осуществлен выбор основных стадий технологических процессов;
- разработаны методы анализа и контроля качества сырья, промежуточных и конечных продуктов;
- проведены экспериментальные исследования по отработке вспомогательных процессов (выделение и очистка целевых продуктов, утилизация отходов и др.);
- разработаны принципиальные технологические схемы и компактное аппаратурное оформление процессов изготовления веществ;
- разработаны исходные данные на проектирование комплексного малотоннажного производства веществ и осуществлено проектирование производства.

В настоящее время на площадях Института катализа СО РАН с целью импортозамещения создается малотоннажное производство данных продуктов, а также некоторых других оксидов и гидроксидов металлов.

В работе принимали активное участие сотрудники ИК СО РАН: Балашов В.А., Лазарева С.В., Симонова Л.Г., Сухова О.Б., Татарова Л.Е., Шикина Н.В.

PL-3. ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ. ВЗГЛЯД ХИМИКА-ТЕХНОЛОГА

В.А. Островский

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),
Московский просп., 26, Санкт-Петербург, 190013, Россия,
e-mail: va_ostrovskii@mail.ru

Фармацевтический рынок является наиболее сложным, наукоемким и финансовоемким объектом мирового рынка малотоннажных химических продуктов [1]. В последние десятилетия ведутся ожесточенные дискуссии по поводу развития российского сегмента этого рынка. Участниками этих дискуссий, а также организаторами последующих реформ и финансирования фармацевтической отрасли страны, как правило, являются политики, экономисты, специалисты по полевому и кабинетному маркетингу. Из этого пула экспертов по непонятным причинам выведены профессиональные химики и технологи химического производства. Естественным следствием этого перекоса в стратегических императивах является низкая доля современных синтетических лекарственных средств, производимых внутри страны, а также опережающий рост цен на отечественные лекарственные препараты [2]. Настоящий период времени весьма благоприятен для развертывания конструктивных программ реформирования отечественной фармацевтической промышленности на базе научно-технического перевооружения и кадрового обеспечения отрасли. Во-первых, мировые лидеры в производстве лекарственных средств, такие как концерн Pfizer, исповедующие так называемую «блокбастерную» стратегию, испытывают глубокий системный кризис. Во-вторых, новые геополитические реалии не оставляют альтернативы развитию собственного производства синтетических лекарственных средств. А именно – производства полного цикла: как активных фармацевтических ингредиентов (АФИ, субстанций), так и готовых лекарственных форм (ГЛФ). Именно этот алгоритм развития отечественной фармацевтической промышленности является объективной основой «импортозамещения» в сфере производства и обращения лекарственных средств.

В докладе сделана попытка обобщить и проецировать на современные условия ранее полученный опыт организации гибких производств АФИ в соответствии с нормами GMP [2,3].

Литература

1. Островский В.А. Тез. Докл. XXVII международной научно-технической конференции «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии». Реактив 2013. Иркутск, 21-24 октября 2013 г. С. 18.

2. Фармацевтический рынок России. Выпуск: апрель 2015. DSM Group. М. 2015.

3. Островский В.А. Гибкая производственная система «АЗОЛЫ». *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)*, **2013**, *28* (*47*), с. 39-42.

4. Островский В.А., Гетьман М.А. , Малин А.А., Щербинин М.Б., Островский Ю.В., Чистякова Т.Б. Опыт создания гибкого автоматизированного производства субстанций фармацевтических препаратов в соответствии с нормами GMP, *Химическая промышленность*, **2003**, *80*, №1, с.4-18.

PL-4. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИСАДКИ К СМАЗОЧНЫМ МАСЛАМ

В.М. Фарзалиев

Институт химии присадок НАНА
2062, Беюкшорское шоссе, AZ 1029, Баку, Азербайджанская Республика
e-mail: aki05@mail.ru

Поскольку функциональные свойства присадок к смазочным маслам в основным связаны с наличием в их составе определенных функциональных групп, несомненный научный интерес представляют исследования по синтезу и изучению функциональных свойств как присадок органических соединений, содержащих в молекуле две и более функциональные группы, позволяющих сочетать в одном соединении полезные свойства различного типа присадок.

В докладе изложены результаты исследований по синтезу и изучению зависимости функциональных свойств от структуры и состава органических соединений, содержащих в молекуле несколько функциональных групп.

Установлено, что в большинстве случаев при наличии в молекуле нескольких функциональных групп проявляется внутримолекулярный синергизм, т.е. усиление функциональных свойств присадок или придание им новых функциональных свойств.

Так, исследования в области антиоксидантов показали, что сочетание в одной молекуле фенольного или аминного фрагмента с сульфидным фрагментом не только позволяет придать молекуле свойство фенолов и аминов обрывать цепи отчисления по реакции с пероксидными радикалами и свойство сульфидов разлагать гидропероксиды, но и проявлять свойство, не присущее указанным классам соединений. Синтезированные соединения как антиоксиданты проявляют внутримолекулярный синергизм и являются антиоксидантами комбинированного действия: обрывают цепи окисления по реакции с пероксидными радикалами, окисляясь гидроперексидами, образуют продукты, каталитически разлагающие гидропероксиды в молекулярные продукты и активно реагирующие с пероксидными радикалами.

Проведены исследования по получению многофункциональных присадок фенолятного типа, т.е. присадок, обладающих, наряду с диспергирующими свойствами, антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными свойствами.

Конденсацией алкилфенола с формальдегидам и различными аминами, нейтрализацией продукта конденсации гидратом окиси кальция и дальнейшей карбонатацией кальциевой соли получены азотсодержащие высокощелочные многофункциональные фенолятные присадки.

Азот- и серосодержащие высокощелочные многофункциональные фенолятные присадки получены аминометилированием осерненного алкилфенола формальдегидом и различными соединениями, содержащими аминную группу, нейтрализацией продукта аминометилирования гидратом окиси кальция и дальнейшей карбонатацией кальциевой соли.

Также получены высокощелочные многофункциональные присадки сульфонатного типа, обладающие, наряду с диспергирующими свойствами, антиокислительными и антикоррозионными свойствами.

В результате проведенных исследований были синтезированы эффективные многофункциональные присадки, позволяющие разработать смазочные композиции различного назначения.

PL-5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ТИТАНОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАЛОТОННАЖНЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ

А.И. Николаев, Л.Г. Герасимова

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН, мкр. Академгородок, д.26а, г. Апатиты, 184209, Россия
e-mail: nikol_ai@chemy.kolasc.net.ru

Современные функциональные титансодержащие материалы находят возрастающее применение в отраслях, определяющих опережающее развитие промышленности в целом.Это высокоэффективные катализаторы, сорбенты, молекулярные фильтры для разделения газов, оптические материалы, дубители, пигменты, герметики и многие другие, входящие в перечень стратегических и конструкционных материалов. Удельное применение соединений титана на душу населения служит одним из показателей состояния промышленности страны. Занимая второе место в мире по запасам титанового сырья, Россия использует в большей степени импортную титансодержащую продукцию.

Действующая в советское время плановая промышленная политика обязывала крупные обогатительные и перерабатывающие предприятия производить товары народного потребления определенного качества и количества, что минимизировало импорт продуктов и стимулировало развитие отечественного малотоннажного производства, во многом определявшего темпы ускорения развития промышленности.

Проводимая в настоящее время оптимизация производства на многих крупных горно-обогатительных и перерабатывающих предприятиях РФ сопровождается закрытием непрофильных для них производств, относящихся по определению к малотоннажным. Типичными примерами являются ОАО «Апатит» как основной производитель в мире апатитового концентрата, ОАО «Соликамский магниевый завод» как основной производитель в России редкоземельной продукции. Экономическая целесообразность такой оптимизации понятна и оправдана в условиях ориентации на выпуск минеральных концентратов или первичных полупродуктов. Очевидно, необходимо на законодательном уровне проработать новые формы организации малотоннажных производств, делающих этот бизнес выгодным для организаций за счет представления им дополнительных преференций в виде освобождения или снижения налогов, оформления госзаказов на импортозамещающую продукцию. Именно на малых предприятиях проще отрабатывать инновационные технологии для последующего их тиражирования в различных регионах или создания крупных передовых производств, способных обеспечить потребности внутреннего и внешнего рынков в высокотехнологичных продуктах с заметной прибавочной стоимостью.

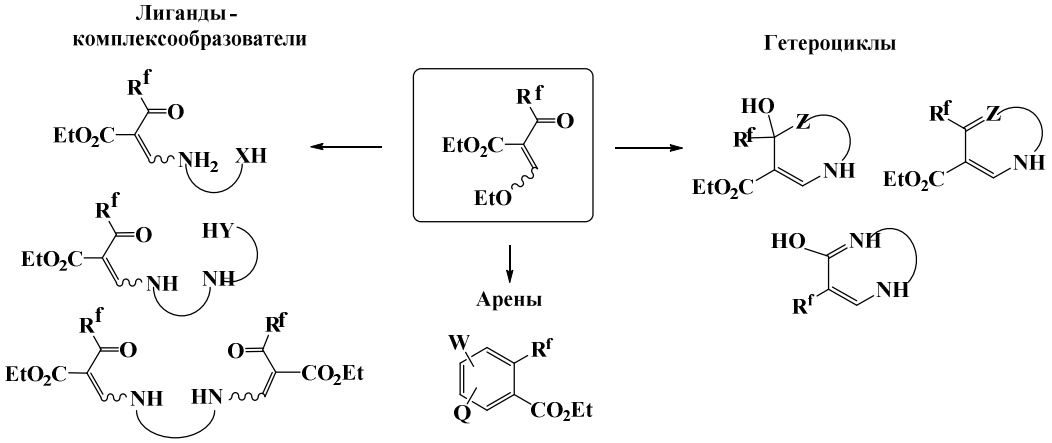
Наличие в регионе Технопарка Апатиты, Регионального центра трансфера технологий, КНЦ РАН и вузов, возможность интеграции химического комплекса с действующими структурами, включая горнодобывающие комбинаты, явились залогом создания Кольского химико-технологического кластера (КХТК).Накопленный мировой практикой опыт создания малотоннажных производств связан в значительной степени с кластерным региональным развитием. Кластеры способны объединить усилия бизнеса, государства, науки и образования. В докладе рассмотрено производство ряда дефицитных малотоннажных титансодержащих продуктов, обеспечивающих нашу национальную безопасность, на основе доступного сырья и техногенных отходов в рамках КХТК и перспективы развития данного кластера как одной из точек роста современной промышленности России на пути перехода от сырьевой экономики к инновационной.

PL-6. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

В.И. Салоутин, М.В. Горяева, Ю.С. Кудякова, Я.В. Бургарт, О.Н. Чупахин

Институт органического синтеза им. И.Я. ПостовскогоУрО РАН
ул. С.Ковалевской/ Академическая, 22/20, Екатеринбург, 620990, Россия,
e-mail: saloutin@ios.uran.ru

3-Оксоэфиры, в том числе фторсодержащие, широко используются в органическом синтезе, и что особенно важно впромышленном производстве лекарственных препаратов, химических материалов, реактивов и др. Их 2-алкоксиалкилиден-замещенные производныетакже имеют большие возможности как химические реагенты для формирования различныхорганических структур, включая и практически важные[1].В докладе обсуждаются масштабыи особенности использования фторсодержащих 2-этоксиметилиден-3-оксопропионатов в качестве органических реагентов, способныхк взаимодействию с различными *N*-, *C*-, *O*-, моно- и динуклеофилами. При этом 2-этоксиметилиден-3-оксопропионаты в первую очередь реагируют по алкоксиметилиденовомуфрагменту, образуя открыто-цепные 2-аминометилиден-3-оксоэфиры, представляющие интерес в качестве лигандов-комплексообразователей для получения металлокомплексных соединений, что перспективно для создания новых катализаторов, экстрагентов, оптически- и магнитоактивных материалов. 2-Этоксиметилиден-3-оксопропионатыдемонстрируют широкие возможности при создании гетероциклических систем различных типов (пиразолов, пиридинов,пиримидинов, хинолонов, азолопиридинов, азолопиримидинов и т.д.). Они также способны генерировать функционализированные карбоциклические производные при взаимодействии с *C,C'*-динуклеофилами. Развитие этого направления перспективно для получения карбо- и гетероциклических молекул, обладающих различным спектром физиологического действия. Отдельно следует отметить, что3-тетрафторфенил-2-этоксиметилиден-3-оксопропионат является одним из ключевых интермедиатов для получения полифторсодержащихxинолонов, представляющих собой отдельную группу, применяемых в медицине, современных синтетических антибиотиков, например, *цифран*, *офлоксацин*, *левофлоксацин* и др.



Работа выполнена при финансовой поддержке УрО РАН и РФФИ (грант № 13-03-00617)

Литература

[1]. Кудякова Ю.С., Бажин Д.Н., Горяева М.В., Бургарт Я.В., Салоутин В.И. *Успехи химии*, 2014, 83 (2), 120.

PL-7. ПОЛИФТОРАРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. КЛАССИЧЕСКИЕ И НОВЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА, ОБЛАСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В.Е. Платонов

Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.9, 630090, Новосибирск, Россия
E-mail: platonov@nioch.nsc.ru

В докладе рассматриваются методы получения перфтор- и полифторароматических соединений, включая реакции перхлораренов с KF в отсутствие растворителей, с помощью которых в Новосибирске были получены гексафторбензол, хлорпентафторбензол, декафтордифенил, октафторнафталин, декафторпирен, а в Великобритании – пентафторпиридин, тетрафторпиримидин и другие перфторированные азотсодержащие ароматические гетероциклические соединения. Данные ключевые перфторарены послужили основой для интенсивного развития химии этого класса соединений в России и за рубежом.

Наряду с перфтораренами, существенное значение для химии полифторароматических соединений представляют полифторхлор- и полифторбромарены. В этой связи на основе реакций замещения тиольной, сульфенилхлоридной и дисульфидной групп, содержащихся в полифтораренах, на атомы хлора и брома с помощью PCl5, Cl2, PBr5 и Br2 разработаны методы получения полифторхлораренов, включая ранее малодоступный 1,2,4-трифтортрихлорбензол и полифторбромаренов.

Перфтор-, полифторхлор- и полифторбромарены использованы для получения полифторарилцинкорганических соединений и изучения их свойств. С помощью этих цинкорганических соединений разработаны методы получения полифториодаренов, аллилполифтораренов, симметричных и несимметричных перфтордиарилов, полифторароматических альдегидов и кетонов и других соединений. Найдено увеличение выходов перфтордиарилов в реакциях пентафторфенилцинкорганических соединений с перфтораренами в присутствии фторидов калия и цезия [1].

Рассматриваются пути практического использования разнообразных производных перфтораренов в медицине, сельском хозяйстве, при получении жидких кристаллов, органических полупроводников, органических светодиодов и в других областях науки и техники.

Исследования частично поддержаны грантом РФФИ (проект 15-03-08869а)

Литература

[1]. Виноградов А.С., Платонов В.Е. *Химия фтора: материалы X Всероссийской конференции, приуроченной к 100-летию со дня рождения член-корреспондента АН СССР Ю.В. Гагаринского.* Ред. В.М. Бузник. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015, с. 21-23.

PL-8. ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЕ АМИНИРОВАНИЕ СПИРТОВ

Д.Ю. Мурзин

Университет Або Академи
Biskopsgatan 8, Турку, 20500, Финляндия
e-mail: dmurzin@abo.fi

Амины представляют из себя важные продукты и полупродукты для химической и химико-фармацевтической промышленности. Синтез вторичных аминов может быть осуществлен например через N-алкилирование первичных аминов. Прямое алкилирование аминов спиртами может происходить через стадию дегидрирования спирта до альдегида, взаимодействие последнего с амина с получением имина и восстановление имина водородом, выделившимся на первой стадии.

В лекции будет приведено несколько примеров прямого аминирования первичных и вторичных спиртов с использованием различных нанесенных гетерогенных катализаторов, а именно аминирование первичного спирта додеканола аммиаком (Рис.1), аминирование аминоспирта 1-(2-аминофенил)-пропан-2-ола с циклизацией (Рис.2), а также выполненное в сотрудничестве с коллегами из Института катализа и НИОХ СО РАН аминирование циклического ненасыщенного спирта миртенола анилином (Рис.3).

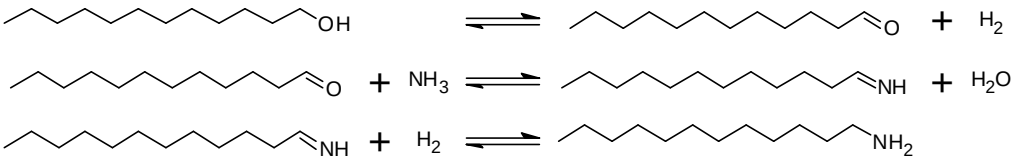


Рис.1. Аминирование додеканола.

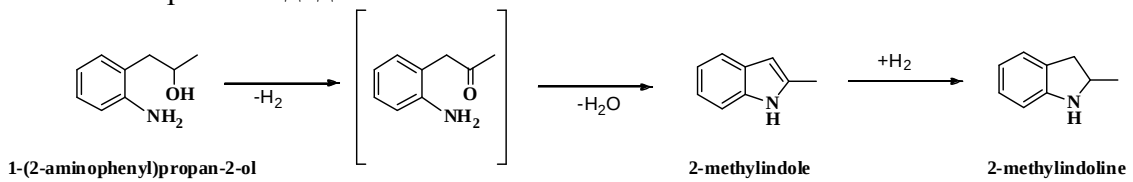


Рис.2. Аминирование 1-(2-аминофенил)-пропан-2-ола.

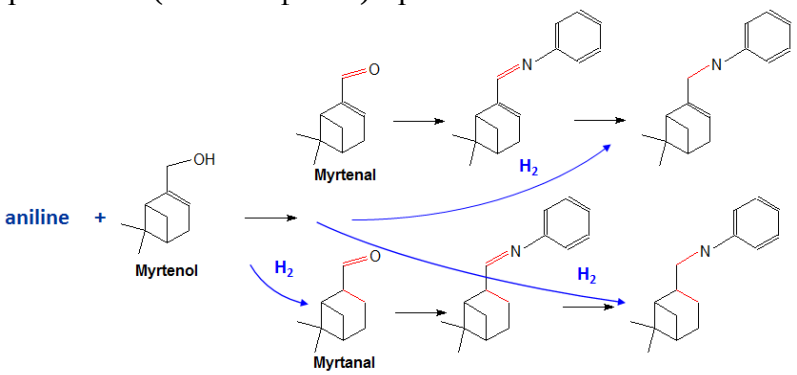


Рис.3. Аминирование миртенола анилином.

Будут обсуждены вопросы влияния природы катализатора, носителя, параметров реакции, присутствия водорода, а также кинетика этих реакций.

PL-9. ПРОИЗВОДНЫЕ ПОЛИФТОРАРЕНОВ В Hi-Tech ПРИЛОЖЕНИЯХ. СИНТЕЗ КЛЮЧЕВЫХ РЕАКТИВОВ В ОПЫТНОМ ХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НИОХ СО РАН

Е.М. Егоров, В.В. Князев, В.И. Родионов, С.З. Кусов, В.Н. Маркова, Л.И. Клименко, Л.М. Корнаухова, Е.П. Плотникова, С.М. Обут, О.П. Шеремет, Л.С. Филатова, И.П. Чуйков, Е.А. Хохрина, Е.В. Малыхин

Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.9, 630090, Новосибирск, Россия
E-mail: malykhin@nioch.nsc.ru

Рассмотрена информация за последние 5-10 лет по темам:

1. Предметный и статистический анализ публикаций в научной литературе об использовании полифтораренов (F≥2) а) в качестве исходных соединений при получении функциональных материалов и БАВ; б) в других практических приложениях − по результатам поиска в базах данных информационно-поисковой системы *SciFinder*.

2. Фундаментальные и прикладные (материаловедческие) работы в НИОХ, включающие полифторарены в качестве как непосредственно объектов исследований, так и стартовых соединений в синтезе различных производных – по публикациям НИОХ.

3. Разработка укрупненно-лабораторных методик и технологий производства базовых полифтораренов и синтонов на их основе в НИОХ – по технологической документации Опытного Химического Производства НИОХ.

Работа выполнена при финансовой поддержке
грантов РФФИ 15-03-02729-а и 14-29-08134-офи-м.

PL-10. ПОЛУЧЕНИЕ ПРЕКУРСОРОВ И МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ КАЛЬЦИЙ- И КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

А.И. Холькин, Л.В. Акатьева

Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН
Ленинский просп., д.31, Москва, 119991, Россия,
e-mail: kholkin@igic.ras.ru, akatieva@mail.ru

Силикаты кальция различного состава и структуры находят широкое применение в качестве наполнителя композиционных материалов в различных областях промышленности. Сырьевая база для получения синтетических силикатов кальция практически не ограничена, кальций- и кремнийсодержащие соединения широко распространены как в природных образованиях, так и в техногенных отходах. Процессы переработки такого сырья исследуются в различных организациях нашей страны.

Нами проведён обширный цикл исследований процессов совместной переработки различных видов кальций- и кремнийсодержащего сырья. Полученные синтетические силикаты кальция использованы в качестве прекурсоров для материалов различного назначения [1].

На основании анализа и обобщения полученных экспериментальных результатов разработаны методологические основы переработки минерального сырья и получения материалов. Предложена семизвенная формула взаимосвязи отдельных стадий и характеристик исходных, промежуточных и конечных продуктов: «сырьё–технология–состав–структура–дисперсность–свойство–применение». Показано, что генезис кальций- и кремнийсодержащего сырья из первичных и вторичных пород также, как и происхождение техногенного сырья определяют их фазовый, химический составы, реакционную способность и, соответственно, способы переработки. В свою очередь от выбранной технологии, условий проведения процессов и методов их интенсификации зависят состав, структура, дисперсность и свойства получаемых силикатов кальция.

На примере совместной переработки мела и диатомита показано, что для упорного крупнокристаллического и нерастворимого сырья пригодны высокотемпературные методы, при этом в зависимости от температуры процесса в качестве продуктов синтеза получаются β- или α-формы волластонита.

Для разнообразного техногенного сырья используются гидротермальные (автоклавные и безавтоклавные) методы их переработки. При этом возможно получение не только волластонита, но и гидросиликатов кальция (ксонотлита). Условия гидротермального синтеза определяют состав, структуру, дисперсность получаемых прекурсоров, а, следовательно, области их применения для получения функциональных материалов. В качестве исходных использовались фосфогипс, кремнегель, силикат-глыба, хлорид кальция и другие вещества и реактивы.

По размеру и морфологии синтезированные прекурсоры – гидросиликаты кальция, условно делятся на два типа – тонкодисперсные порошки и длинноцепочечные

образцы. Основным влияющим фактором при гидротермальной переработке кальций- и кремнийсодержащего сырья является процесс кристаллизации гидросиликатов кальция.

Разработаны процессы получения нанопорошков гидросиликатов кальция с применением ПАВ, в частности солей четвертичных аммониевых оснований в качестве структурирующих добавок [2]. Показано, что полученные прекурсоры с размером частиц 30-70 нм могут применяться в качестве сорбентов неорганических солей и органических соединений, а также для получения ТВЭКСов, органо-минеральных пигментов, в качестве наполнителей в полировальных пастах, акриловых красках и др. Полученные образцы тонкодисперсного волластонита использованы для получения композиционных керамических пигментов [3], гибридных люминофоров [4] и других материалов.

Исследован процесс получения силикатов кальция из фосфогипса и силикат-глыбы в реакторе с микроволновым разогревом. Получены образцы с волокнистой структурой и с крупными кристаллитами с соотношением длины к диаметру 200 к 1 и более, которые могут быть использованы в качестве прекурсоров – наполнителей с армирующими свойствами, в производстве строительных материалов.

Таким образом, экспериментальные результаты и выявленные закономерности позволяют с одной стороны разрабатывать рациональные технологические процессы переработки конкретных видов сырья и определять области применения полученных продуктов (прямая задача), а, с другой, осуществлять выбор сырья и технологии переработки для получения материалов с заданными физико-химическими свойствами (обратная задача).

Показана возможность применения компьютерного моделирования для создания рациональной технологической схемы переработки кальций- и кремнийсодержащего сырья, создана база данных по получению и применению синтетических силикатов кальция.

Литература

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

2. Акатьева Л.В., Иванов В.К., Гладун В.Д., Холькин А.И. Получение наноразмерных порошков гидросиликатов кальция для композиционных материалов // *Химическая технология*, **2013**, *Т.14, № 4,* С. 199–209.

3. Пат. 2493185 РФ. Способ получения керамического алюмокобальтоксидного пигмента на основе наноразмерного мезопористого синтетического ксонотлита / Акатьева Л.В., Гладун В.Д., Холькин А.И. Опубл. 20.09.**2013**.

4. Акатьева Л.В., Козюхин С.А. Люминофоры на основе синтетических силикатов кальция // *Химическая технология*, **2014**, *Т.15, № 7,* С. 392–400.

PL-11. ЭКСКЛЮЗИВНЫЕ ПРОДУКТЫ МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ НА БАЗЕ АЦЕТИЛЕНА

А.В. Иванов, Б.А. Трофимов

Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН
Россия, 664033 г. Иркутск, ул. Фаворского, 1

PL-12. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ПРОДУКТОВ МАЛОТОННАЖНОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

З.П. Пай, В.Н. Пармон

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: zpai@catalysis.ru

Несмотря на инновационный характер технологий получения многих продуктов микро- и малотоннажной химии, большой потенциал импортозамешения, а также перспективы роста прибыли, крупные российские компании предпочитают развивать и поддерживать масштабные проекты, ориентированные на создание крупнотоннажных (от 5-10 тыс. т/год) и супертоннажных (свыше 100 тыс. т/год) производств. Аналитики Института проблем глобализации считают, что сложившаяся в России ситуация обусловлена несколькими факторами, к числу которых относится приватизация больших химических предприятий несколькими крупными сырьевыми компаниями. В результате наиболее приоритетными стали производства продукции низкой степени переработки - низких переделов, обеспечивающих быструю финансовую отдачу [1, 2].

Геополитическая ситуация последних лет выявила высокую степень зависимости многих сегментов экономики России от импорта. Базовые отрасли промышленности: нефтегазовая, авиа- и судостроительные, строительная, медицинская, сельскохозяйственная, ОПК используют широкий спектр химической продукции, получаемой на основе глубоких технологических переделов (выше 5 уровня) и тонкого органического синтеза.

Опыт мировой практики показывает, что производство продукции малотоннажной химии может быть сконцентрировано как в крупных корпорациях (BASF, Dow Chemicals), диверсифицированных компаниях (Bayer, Du Pont, Solvay), так и в специализированных (LANXESS, HUNSMAN). При этом, по данным 2014 года, доля малотоннажной химии от выручки химической продукции фирмы BASF составляет 45%, Dow Chemicals – 60%, Bayer – 30%, Du Pont – 50%, Solvay – 55%.

В Институте катализа СО РАН имеется опыт разработки технологий получения малотоннажных продуктов органической химии: органических кислот и их производных, ряда ароматических соединений, ускорителей вулканизации резин, пластификаторов и различных добавок для получения специальных композиций, клеев, полимеров и других материалов с заданными свойствами [3]. Работы проводятся в несколько этапов, после завершения НИР и ОКР внедрение созданных технологий осуществляется на производственных площадях Волгоградского филиала ИК СО РАН. При организации производств малотоннажной продукции применяется комплексный подход с использованием гибких химико-технологических схем (ХТС) и, в частности, передвижных модулей установок УФА-1 и УФА-2.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минпромторга РФ
Госконтракты: № 9208.1007900.13.1010 , № 12208.1007999.13.024.

Литература

1. а) В. Помазанов, О. Ашпина, The Chemical Journal, **2012,** № 1-2, 50-51; б) А. Громова, The Chemical Journal, **2013**, № 12, 36-39.
2. В.А. Островский, Соросовский образовательный журнал, **2000**, 6(12), 56-63.
3. З.П. Пай, II Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ», г. Самара, **2014**, 232.

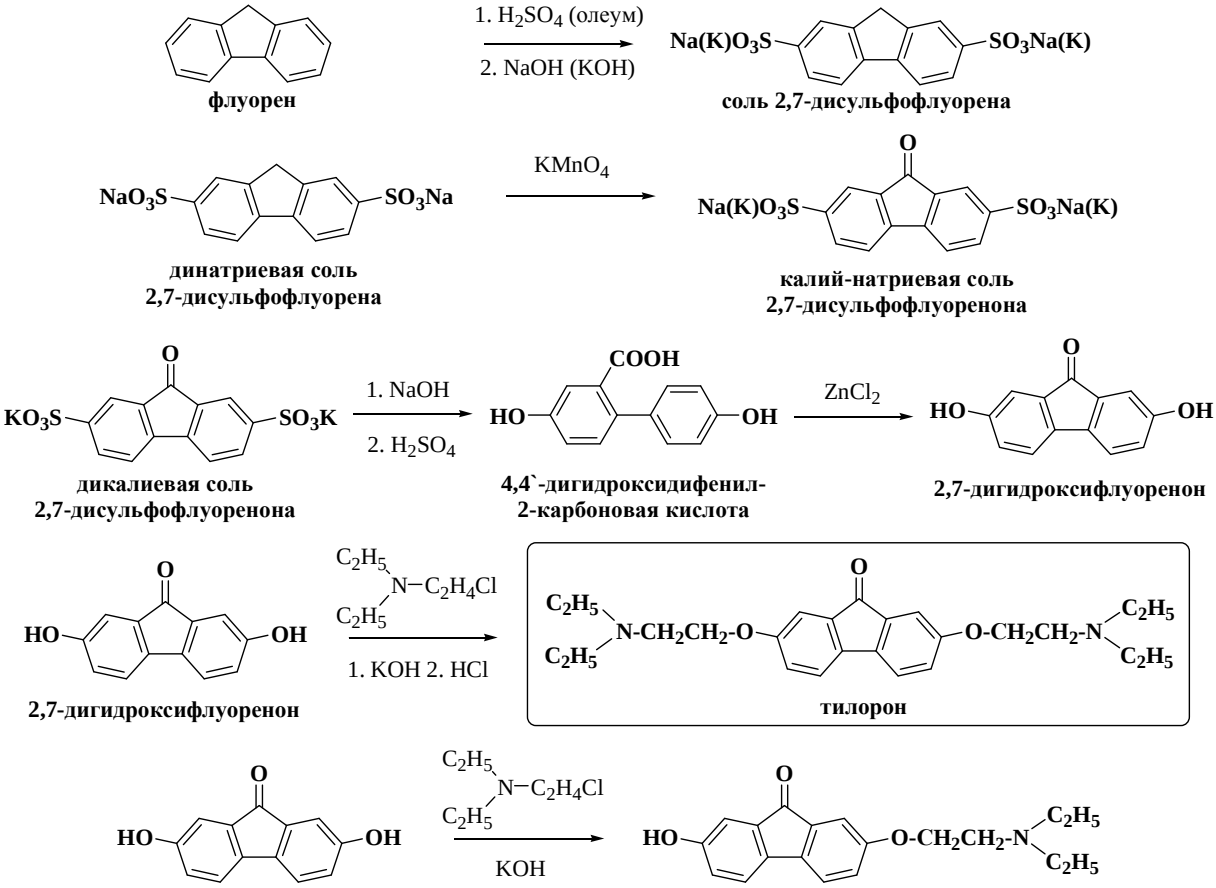
PL-13. РАЗРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТИЛОРОНА

С.В. Сысолятин, Ю.А. Крюков

Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН
659322, Россия, Алтайский край, г.Бийск, ул. Социалистическая, 1 e-mail: ipcet@mail.ru

В последние годы наряду с традиционными лекарственными средствами для лечения и профилактики вирусных и респираторно-вирусных инфекций все большее значение приобретают низкомолекулярные индукторы интерферона. Наиболее известным препаратом этой группы является тилорон – 2,7-бис-[2(диэтиламино)этокси]-флуоренона-9 дигидрохлорид. Препарат обладает ярко выраженным интерферон-индуцирующим эффектом и широким спектром противовирусных свойств, позволяющим использовать его для лечения и профилактики различных заболеваний. В качестве иммуностимулирующего средства тилорон внесен в «Перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных средств».

Разработана и внедрена технология его получения на опытном производстве ИПХЭТ СО РАН, организован серийный выпуск продукции. На основе субстанции производства ИПХЭТ СО РАН предприятием ОАО «Мосхимфармпрепараты» им. Н.А. Семашко» освоен выпуск готовой лекарственной формы препарата Тилорон.



Разработана аппаратурно-технологическая схема для выпуска тилорона.

Результаты отработки технологических режимов на опытно-промышленной установке подтвердили результаты лабораторных исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ ДОКЛАДЫ

KL-1. МАЛОТОННАЖНЫЙ СИНТЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ КОМПОНЕНТОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ

Б.Н. Кузнецов[а), б)], В.А. Левданский[а), б)], С.А. Кузнецова[а), б)], Н.Ю. Васильева[а), б)], А.В. Левданский[а), б)], А.С. Казаченко[а), б)]

[а)] Институт химии и химической технологии СО РАН, Академгородок, 50/24, Красноярск, 660036, Россия
e-mail: bnk@icct.ru
[б)] Сибирский федеральный университет
пр. Свободный, 79, Красноярск, 660041, Россия

Актуальные направления в развитии промышленного малотоннажного органического синтеза связаны с использованием возобновляемой растительной биомассы, как альтернативы нефтяному сырью. Синтетические трансформации природных биологически активных веществ являются основой нового направления в тонком органическом синтезе и медицинской химии. В России, занимающей первое место в мире по площади лесов, ежегодно образуется огромное количество древесных отходов, которые являются практически неисчерпаемым ресурсом для получения разнообразных органических продуктов, среди которых особый интерес представляют биологически активные вещества.

В докладе рассмотрены разработанные эффективные методы синтеза на основе древесных полисахаридов и тритерпенов биологически активных веществ, перспективных для создания новых лекарственных средств.

Соединениями, сочетающими доступность с ценной биологической активностью, являются тритерпены лупанового ряда – бетулин и его производные (бетулоновая и бетулиновая кислота, ацилы и эфиры бетулина, аллобетулин и др.). Бетулин весьма доступное природное соединение, содержание которого в бересте коры березы достигает 35 % вес. На основе бетулина, бетулоновой и бетулиновой кислот в настоящее время разрабатываются новые лекарственные средства для борьбы с вирусными инфекциями (включая ВИЧ) и онкологическими заболеваниями. Диацетат бетулина обладает гиполипидемическими и желчегонными свойствами, а также является сырьем для многих органических синтезов, таких как получение бетулиновой кислоты, серопроизводных бетулина, синтез аминопроизводных диацетата бетулина.

В ИХХТ СО РАН разработаны новые способы получения бетулина, диацетата бетулина, дипропионата бетулина, аллобетулина, бетулоновой кислоты непосредственно из бересты березы, которые защищены патентами РФ. В настоящее время Институтом разрабатывается промышленная технология получения бетулина из коры березы, что создает надежную сырьевую базу для промышленного синтеза его востребованных биологически активных производных.

Разработаны новые методы синтеза сульфатов микрокристаллической целлюлозы и арабиногалактана, обладающие антикоагулянтной активностью на уровне коммерческого препарата гепарина, а также сльфатов бетулина, ацетата бетулина и бетулиновой кислоты, основанные на использовании нетоксичного и малоагрессивного сульфатирующего агента – сульфаминовой кислоты и мочевины.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект N RFMEFI 60714 X 0031).

KL-2. УНИКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МОЛИБДОВАНАДОФОСФОРНЫХ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ НА СЛУЖБЕ КАТАЛИЗУ

Е.Г. Жижина

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д. 5, Новосибирск, 630090, Россия,
e-mail: zhizh@catalysis.ru

Водные растворы молибдованадофосфорных гетерополикислот ($H_{3+x}PMo_{12-x}V_xO_{40}$, ГПК-х), наиболее ярких представителей класса полиоксометаллатов, имеют исключительно важные для катализа свойства, главным из которых является *обратимая окисляемость*. Растворы Mo-V-P ГПК-х, обладая (за счет присутствия х атомов V(V)) довольно высоким редокс-потенциалом (*E* ~ 1 В), могут окислять органические субстраты (Su) разных классов по реакции (1). В отличие от сильных неорганических окислителей восстановленные растворы ГПК-х (H_mГПК-х) могут быть окислены молекулярным кислородом (2) с регенерацией исходной формы ГПК-х, которая вновь используется для окисления Su.

$$^{m}/_{2}\ Su + ГПК\text{-}x + {}^{m}/_{2}\ H_2O \longrightarrow {}^{m}/_{2}\ SuO + H_mГПК\text{-}x \qquad (1)$$

$$H_mГПК\text{-}x + {}^{m}/_{4}\ O_2 \longrightarrow ГПК\text{-}x + {}^{m}/_{2}\ H_2O \qquad (2)$$

Благодаря обратимой окисляемости растворов ГПК-х в их присутствии можно создавать 2-стадийные высокоселективные (S=90-99%) процессы (3) окисления Su кислородом, в которых ГПК-х фактически играет роль *катализатора*. При этом стадия (2) регенерации катализатора будет общей стадией всех окислительных процессов (3), а сумма стадий (1)+(2) – каталитический цикл реакции (3).

$$Su + {}^{1}/_{2}\ O_2 \xrightarrow{ÃÏ\ Ê\text{-}õ} SuO \qquad (3)$$

С целью увеличения селективности и обеспечения взрывобезопасности процессы (3) эффективнее осуществлять двухстадийно в разных реакторах [1]. При этом стадию (1) обычно проводят при температурах 30-70 °С и атмосферном давлении, а стадию (2) ведут при 140-160 °С под давлением (P_{O_2} = 3-4 атм).

Физико-химические свойства растворов ГПК-х (*E*, pH, ρ, η) при проведении нестационарного каталитического процесса (3) непрерывно и *обратимо* изменяются. В ходе реакции (1) значение *E* раствора ГПК-х снижается, а pH, ρ и η возрастают [2]. В ходе реакции (2) *E* возрастает, а значения pH, ρ и η снижаются до исходных величин. Полная регенерация физико-химических свойств растворов ГПК-х обеспечивает возможность их многоциклового использования в каталитических процессах (3).

Важным направлением является использование *бифункциональных* свойств растворов ГПК-х, способных в одном реакторе последовательно осуществлять кислотные и окислительные каталитические превращения органических молекул [3].

Представлены многочисленные каталитические процессы, разработанные с использованием как растворов кеггиновских ГПК-х, так и модифицированных высокованадиевых растворов ГПК-х’, обладающих повышенной термостойкостью.

Литература

1. Жижина Е.Г., Одяков В.Ф. *Кинетика и катализ*, **2008**, *49 (6)*, 814-823.
2. Zhizhina E.G., Odyakov V.F. *Applied Catalysis, A: General*, **2009**, *358 (2)*, 254-258.
3. Zhizhina E.G., Odyakov V.F. *ChemCatChem*, **2012**, *4*, 1405-1410.

KL-3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДУЛЬНЫХ УСТАНОВОК УФА-1, УФА-2 ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИБКИХ МАЛОТОННАЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

А.М. Бескопыльный

Волгоградский филиал Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
400097, г. Волгоград, уд. 40 лет ВЛКСМ 63
e-mail: vfcatalysis@yandex.ru

Быстрая приватизация отечественного химпрома и отраслевых НИИ привела к тому, что в России практически отсутствуют производства малотоннажной продукции, высокочистых веществ, субстанция, лекарственных препаратов, а отрасль сегодня специализируется на выпуске первичной нефтехимии и минеральных удобрений. Между тем, малотоннажная химия рассматривается экспертами, как чрезвычайно перспективное направление для развития малого и регионального бизнеса, поскольку на «скромном» оборудовании и в не больших объемах можно производить продукты с высокой добавленной стоимостью и в большом ассортименте.

Исторически сложилось так, что уникальное оборудование для отработки, оптимизации технологических процессов с выпуском опытных партий химической продукции, под обозначением «УФА-1», «УФА-2», оказалось в Волгограде в ИК им. Г.К. Борескова СО РАН.

В докладе представлены технические и технологические характеристики комплексных модульных установок «УФА-1», «УФА-2» - с указанием особенностей построения гибких технологических линий, малотоннажных химических производств. В предлагаемом сообщении будут даны примеры успешно реализованных химических технологий в опытно-промышленном масштабе и показана возможность получения продуктов высокой чистоты (>99.9%). Дана технико-экономическая оценка перспектив создания малотоннажных химических производств на мощностях Волгоградского филиала ИК им. Г.К. Борескова СО РАН.

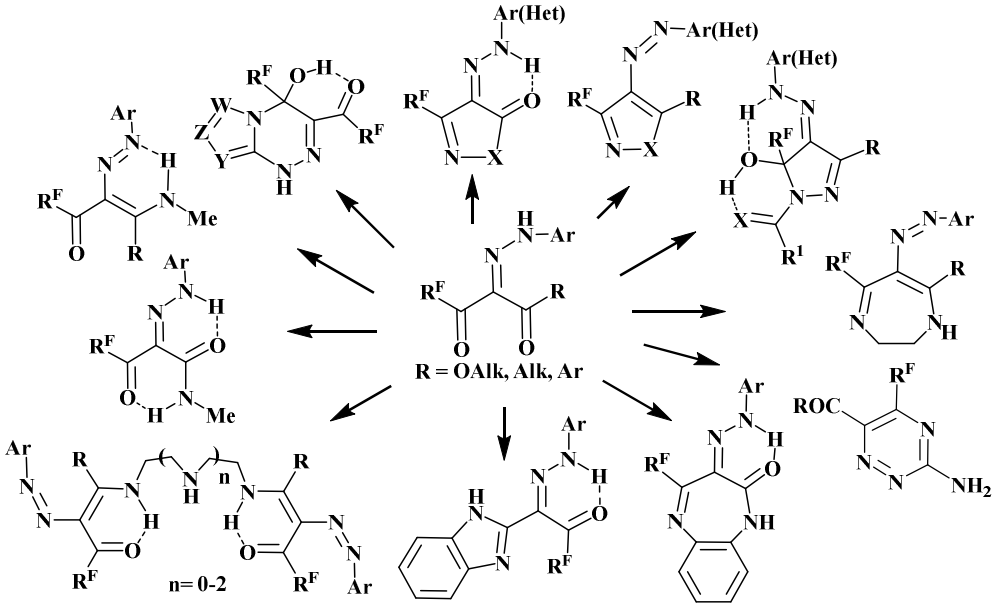
KL-4. ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛИФТОРАЛКИЛСОДЕРЖАЩИХ 2-(ГЕТ)АРИЛГИДРАЗОНО-1,3-ДИКАРБОНИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КАК ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

Я.В. Бургарт, Е.В. Щегольков, О.Г. Худина, А.Е. Иванова, В.И. Салоутин

Институт органического синтеза им. И.Я. ПостовскогоУрО РАН
ул. С.Ковалевской/ Академическая, 22/20, Екатеринбург, 620990, Россия
e-mail: burgart@ios.uran.ru

2-(Гет)арилгидразоно-1,3-дикарбонильные соединения представляют собой класс органических веществ, сочетающих в своей структуре 1,3-дикарбонильный фрагмент с (гет)арилгидразонным заместителем[1]. Их доступностькак химических реагентов обеспечивается удобными методами получения. Структурные особенности обусловливают богатые синтетические возможностиэтих соединений, поскольку они способны реагировать как по 1,3-дикарбонильному фрагменту, так и с участием *NH*-группы гидразонного остатка, генерируя органические системы различных классов.

В докладе рассматривается потенциалполифторалкилсодержащих2-(гет)арил-гидразоно-1,3-дикарбонильных соединений, применение которых как реагентов имеет существенные отличия от химии нефторированных аналогов. Эти соединения являются удобными строительными блоками для создания разнообразных открыто-цепных и гетероциклических структур, что делает их перспективными реагентами для координационной, гетероциклической и медицинской химии. Наибольший интерес представляют циклизации 2-(гет)арилгидразоно-1,3-дикарбонильных соединений с динуклеофилами, которые в случае фторированных производных идут региоселективно, что позволяет использовать ихдля целенаправленного синтеза гетероциклов определенных классов. Особое внимание в докладе уделяется аспектам возможного практического применения синтезируемых производных.



Работа выполнена при финансовой поддержке УрО РАН, РФФИ (грант № 13-03-00617) и государственной поддержке ведущих научных школ РФ (проект НШ-3656.2014.3).

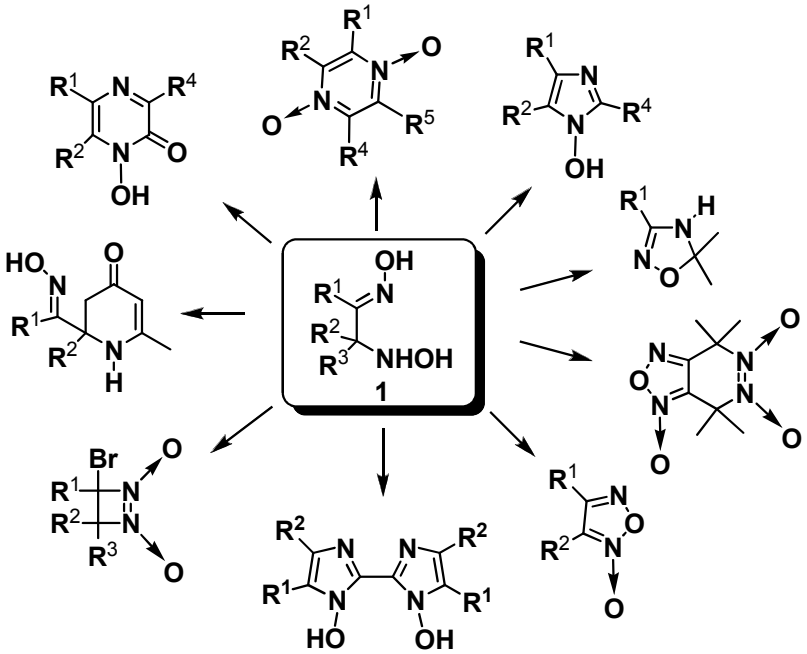
[1] Щегольков Е.В., Бургарт Я.В., Салоутин В.И., Худина О.Г.,Чупахин О.Н.*Успехи химии*, 2010, 79 (1), 33.

KL-5. 1,2-ГИДРОКСИЛАМИНООКСИМЫ В СИНТЕЗЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

А.Я. Тихонов, Е.Б. Николаенкова, В.А. Савельев, Б.А. Селиванов, Д.Г. Мажукин

Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, просп. Академика Лаврентьева, д.9, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: alyatikh@nioch.nsc.ru

В докладе обсуждаются возможности использования 1,2-гидроксиламинооксимов (**1**) в синтезе гетероциклических соединений. Особенностью данных синтетических блоков является наличие двух реакционноспособных групп (оксимной и гидроксиламинной), что позволяет получать на их основе, наряду с ациклическими молекулами, разные типы гетероциклических соединений, в том числе содержащих связь азот-кислород - *N*-оксиды, нитроксильные радикалы, циклические гидроксамовые кислоты [1].



Приводятся результаты изучения конденсации соединений **1** с монокарбонильными, 1,2- и 1,3-дикарбонильными соединениями, альдегидо- и кетокислотами, а также их взаимодействия с галогенангидридами α-галогенкислот. Обнаружено, что *O*-ацильные производные соединений **1** претерпевают перегруппировку с образованием 4,5-дигидро-1,2,4-оксадиазолов. При окислении соединений **1** были получены 1,2,5-оксадиазолы, 3,4-дигидро-1,2-диазет-1,2-диоксиды и [1,2,5]оксадиазоло[3,4-*d*]-пиридазин-триоксид.

Литература

1. Химия ароматических, гетероциклических и природных соединений (НИОХ СО РАН 1958-2008 гг.). Отв. редактор В.Н.Пармон. – Новосибирск: ЗАО ИПП «Офсет», стр. 420 – 467 (2009).

KL-6. АЛИФАТИЧЕСКИЕ НИТРОСОЕДИНЕНИЯ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЕ РЕАГЕНТЫ

С.Л. Иоффе

Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН
Ленинский просп., д.47, Москва, 119991, Россия,
e-mail: iof@ioc.ac.ru

Алифатические нитросоединения можно рассматривать как универсальные реагенты для органического синтеза [1-3]. В докладе рассматривается термин «универсальный реагент» и проводится сравнение алифатических нитро соединений и карбонилсодержащих субстратов с этой точки зрения. Показано, что в этом плане два упомянутые класса соединений эффективно дополняют друг друга. Обсуждаются различные аспекты химии алифатических нитро соединений, такие как пути их синтеза, действие кислот и оснований, а также силилирование. Отдельно дискутируется использование нитро соединений для введения метки ^{15}N в органические субстраты.

Литература

[1] N. Ono “The Nitro Group in Organic Synthesis”, Wiley-VCH, New York, 2001.

[2] S. Ioffe in the book “Nitrile Oxides, Nitrones, and Nitronates in Organic Synthesis.”, Wiley-VCH, New York, 2008, pp. 435-747.

KL-7. СИНТЕЗ И ТРАНСФОРМАЦИЯ НОВЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ АЛЬДЕГИДОВ – РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ

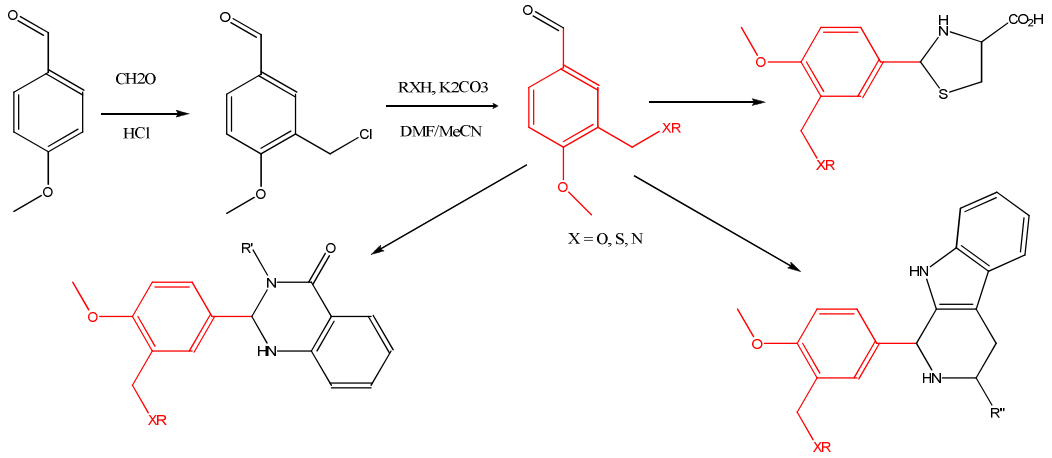
А.В. Колотаев[а)], А.Л. Разинов[а)], С.Ю. Фролова[а)], К.Р. Матевосян[б)], Д.С. Хачатрян[а)]

[a)] *Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ (ФГУП «ИРЕА»), ул. Богородский вал, д. 3, Москва, 107076, Россия, e-mail: kolotaev2005@rambler.ru*

[b)] *Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Миусская пл., д. 9, Москва, 125047, Россия*

Общеизвестно значение ароматических альдегидов в построении молекул биологически активных субстанций. Гетероциклизацией с их участием можно получать симметрично замещённые порфирины, дигидрохиназолоны, тетрагидропиримидиноны, ксантины и карболины.

Из многообразных способов получения полифункциональных ароматических альдегидов мы выбрали реакцию хлорметилирования анисового альдегида с последующей заменой атома хлора различными O-, N-, S-нуклеофилами (фенолы, вторичные амины, тиолы), содержащими ароматические и гетероароматические остатки, что дало возможность с высокими выходами синтезировать ряд [1] новых ароматических альдегидов с фармакофорными группами, альдегидная функция которых была использована в реакциях гетероциклизации с образованием дигидрохиназолинонов, карболинов и тиазолидин-4-карбоновых кислот.



В результате проведенных исследований создана реактивная база новых ароматических альдегидов и разработана методология их трансформации в гетероциклические структуры.

Работа была выполнена при частичной финансовой поддержке Минобрнауки РФ (Соглашение о предоставлении субсидии № 14.576.21.0044 от 05.08.14)

Литература

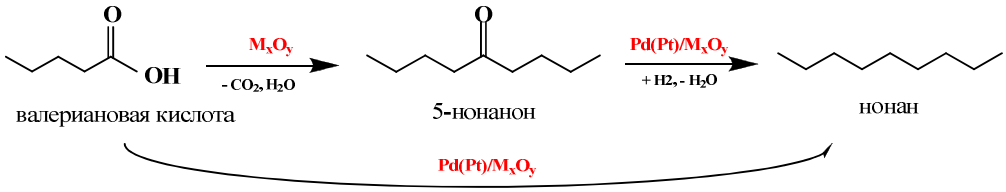
1. Хачатрян Д.С. и др. Изв. *РАН, Сер. хим.*, **2015,** 2, 395-404.

KL-8.ОДНОСТАДИЙНЫЙ СИНТЕЗ АЛКАНОВ ИЗ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛОВ VIII ГРУППЫ

И.Л. Симакова[a, b], Ю.А. Гуляева[a], М.Н. Симонов[a, b], В.Н. Панченко[a], А.А. Шутилов[a], Г.А. Зенковец[a]

[a] *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: simakova@catalysis.ru
[b] *Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск, Россия*

Разработка методов получения топлива и ценных химических соединений из растительной биомассы – важнейший тренд развития современной химической промышленности. Одним из наиболее перспективных методов синтеза альтернативного топлива является синтез алканов из карбоновых кислот, получаемых из лигноцеллюлозного сырья, таких как валериановая кислота, путем каталитической кетонизации и гидрирования в одном реакторе, что позволяет повысить эффективность синтеза. Однако в литературе отсутствуют систематические исследования по изучению условий селективного превращения. Целью данного исследования является разработка каталитического метода *one-pot* синтеза *н*-нонана из валериановой кислоты.



Кетонизацию валериановой кислоты проводили в проточном реакторе на ZrO_2 и 10%CeO_2/ZrO_2 ($m_{кат}$=0.5г, фр. 0.25÷0.5 мм) при 573-678K 1 атм, в атмосфере H_2 или N_2 (10-33 $см^3$/мин). Гидрирование 5-нонанона проводили на 2%Pd/ZrO_2, и 10%CeO_2/ZrO_2 при 573-673K и давлении водорода P_{H2} 1-10 атм. Продукты реакции анализировали на хроматографе “Хромос 1000” (ПИД) на капиллярной колонке Stabilwax-DA (50 м/0.32 мм/0.5μм) (USA) при 373-473K с нагревом 10 K/мин. Катализаторы после обработок анализировали на UV-Shimadzu с приставкой диффузного отражения IRS-250A, а также на спектрометре FTIR-8300 Shimadzu с приставкой DRS-8000 (FTIR) при 293-423K.

На основании детального исследования кросс-влияния побочных продуктов отдельных стадий разработаны высокоэффективные бифункциональные катализаторы Pt,Pd/(CeO_2-ZrO_2), Pd/ZrO_2, обеспечивающие в каскадном режиме выход целевого продукта (*н*-нонана) выше 80%, что превышает известные литературные данные. Определены основные кинетические закономерности как отдельных реакций, так и *one-pot* процесса. При адсорбции валериановой кислоты на катализаторе установлены основные промежуточные формы валератов, обусловливающие селективное превращение валериановой кислоты в 5-нонанон [1,2]. Методами РФА, ПЭМ, РФЭС, ЭСДО, ИКС изучен фазовый состав и микроструктура исходных и отработанных катализаторов. Обоснована экономическая эффективность *one-pot процесса*.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 14-03-31571мол_а и грант № 15-03-09329.

1. Panchenko, V.N., Zaytseva, Yu.A., Simonov, M.N., Simakova, I.L., Paukshtis, E.A. *J. Mol. Catal. A: Chem.*, **2014**, *388–389*, 133–140.

2. Симонов, М.Н., Зайцева, Ю.А., Просвирин, И.П., Четырин, И.А., Симакова, И.Л. *Журнал СФУ. Химия*, **2013**, *6*, 331-343.

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

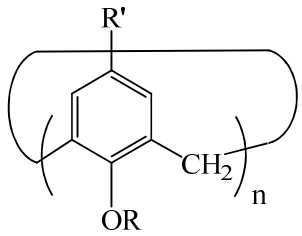
OR-1. ПРОИЗВОДНЫЕ КАЛИКС[N]АРЕНОВ ДЛЯ СТАБИЛЬНОСТИ К ОКИСЛЕНИЮ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

А.С. Гусак, Л.А. Хамидуллина, О.А. Трофимова,
П.Е. Прохорова, Ю.Ю. Моржерин

Уральский федеральный университет
ул. Мира, д.19, г. Екатеринбург, 620002, Россия
e-mail: p.e.prokhorova@urfu.ru

Антиоксидантые присадки являются обязательными компонентами смазочных материалов, поскольку в большинстве случаев время функционирования смазочного материала ограничено окислением базового масла [1]. К наиболее эффективным антиоксидантам, действующим в качестве акцепторов радикалов и находящие свое применение во многих областях, относятся пространственно-затрудненные моно-, ди- и полициклические производные фенола, которые как правило, замещены алкильными заместителями во 2-м и 6-м положениях [2]. Структурное сходство каликс[n]аренов с фенольными антиоксидантами позволяет предположить, что каликсарены также могут быть ингибиторами окисления [3].

Исследовано влияние природы каликс[n]аренов (n=4,6,8), добавляемых в пластичную смазку, на стабильность ее к окислению в условиях высоких температур, а именно: 1) количество фенольных фрагментов в структуре каликсарена, 2) наличие трет-бутильных групп по верхнему ободу каликс[n]арена, 3) наличие О-алкильного заместителя по нижнему ободу. Показано, что каликс[8]арены способны ингибировать высокотемпературное окисление пластичных смазок в независимости от наличия трет-бутильного заместителя по верхнему ободу и алкильного – по нижнему.



R = H or Bu,
R' = H or t-Bu,
n = 4, 6, 8

В качестве базового смазочного материала использовался Литол-24 ГОСТ 21150-87 «Антифрикционная многоцелевая водостойкая смазка», производитель ООО «Газпромнефть-СМ». Каликсарены, применяемые как потенциальные антиоксиданты, а также товарный антиоксидант бутилгидрокситолуол (БГТ) добавлялись в основу в количестве 3 %. Для сравнения исследован образец Литол-24, не содержащий дополнительных присадок. Испытания на стойкость пластичной смазки к окислению проводили согласно ГОСТ 5734-76 и 6707-76.

Литература

1. Dodos G. et al. – *Int. J. Fuels Lubr.* **2013**, *6(3)*, 657-667.
2. Нугуманова Г.Н. и др. – *Журнал общей химии*. **2010**, *80*,1175-1178.
3. Нугуманова Г.Н. и др. – *Журнал общей химии*. **2010**, *46*, 1096-1097.

OR-2. ЖИДКОФАЗНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ БЕНЗАЛЬДЕГИДА В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРОВ Pd-Ru/C

Р.М. Мироненко, О.Б. Бельская, В.А. Лихолобов

Институт проблем переработки углеводородов СО РАН
ул. Нефтезаводская, д.54, Омск, 644040, Россия,
e-mail: ch-mrm@mail.ru

Каталитическое гидрирование бензальдегида используется в промышленности для получения бензилового спирта, который является важным полупродуктом при синтезе витаминов, фармацевтических препаратов, пестицидов, душистых веществ и различных эфиров. Для осуществления данной реакции в мягких условиях предложены различные по составу нанесенные катализаторы, в том числе биметаллические. Для получения катализатора, имеющего необходимые активность и селективность, принципиальное значения имеют не только природа металлического компонента и его состояние в катализаторе, но и природа носителя. Использование углеродных материалов в качестве носителей при синтезе катализаторов гидрирования имеет ряд преимуществ. Углеродные носители характеризуются высокими значениями удельной поверхности, развитым пористым пространством, регулируемыми химическими свойствами поверхности.

В настоящей работе исследованы катализаторы Pd-Ru/C в реакции селективного гидрирования бензальдегида до бензилового спирта в среде этанола в сравнении с Pd/C и Ru/C. В качестве носителей были использованы охарактеризованные нами ранее [1-3] углеродные нанотрубки (УНТ) и наноглобулярный углерод (НГУ). Выбранные углеродные материалы принципиально различаются методом приготовления, структурой и такими физико-химическими характеристиками как текстура и кислотно-основные свойства поверхности. Реакцию проводили при температуре 40 ^{o}C, давлении водорода 5 атм и при постоянном перемешивании реакционной массы.

Было показано, что биметаллические катализаторы Pd-Ru/C, приготовленные с использованием углеродных носителей различной природы, обладают существенно более высокой активностью в реакции жидкофазного гидрирования бензальдегида по сравнению с их монометаллическими аналогами. В случае систем на основе НГУ синергетический эффект проявляется в повышенной селективности образования бензилового спирта (86-90%) при полном превращении бензальдегида, тогда как катализаторы, приготовленные с использованием УНТ, проявили высокую активность в гидрогенолизе связей С–О, обусловившим повышенный выход толуола (до 56%). Исследование катализаторов методами ТПВ и РФЭС позволило предположить, что синергетический эффект между палладием и рутением в изученной реакции может быть связан с изменением электронного состояния нанесенных металлов при образовании сплава. Предполагаемый механизм промотирующего действия второго металла состоит в облегчении электрофильной активации связи С=О бензальдегида вследствие повышенной доли электронно-дефицитных форм палладия в биметаллических образцах.

Литература

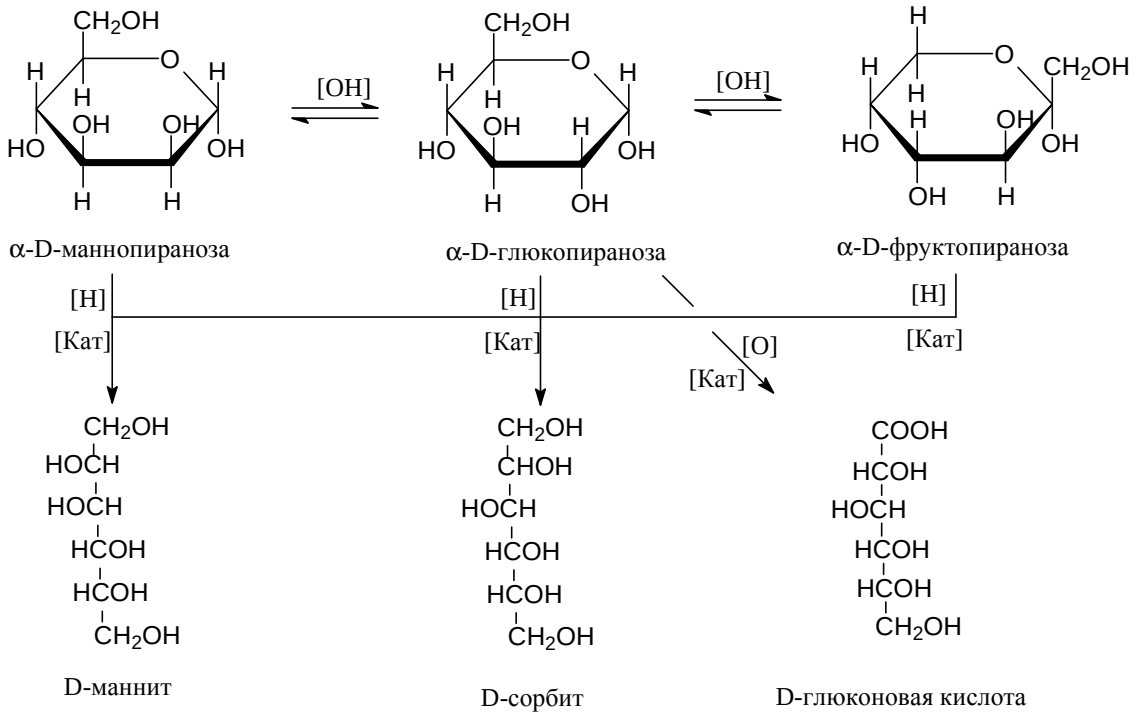
1. Бельская О.Б. и др. *Теорет. эксперим. химия*, **2012,** *48*, 359-363.
2. Mironenko R.M. et al. *Catal. Today*, **2015**, *249*, 145-152.
3. Mironenko R.M. et al. *Monatsh. Chem.*, **2015**, *146*, 923-930.

OR-3. НЕПРЕРЫВНОЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ГИДРИРОВАНИЕ D-ГЛЮКОЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИМ Ru-СОДЕРЖАЩЕГО СВЕРХСШИТОГО ПОЛИСТИРОЛА

В.Ю. Долуда, А.И. Сидоров, М.Е. Григорьев, У.Р. Ахметзянова, Э.М. Сульман

170026, г. Тверь, Наб. А. Никитина 22, Тверской Государственный Технический Университет, кафедра биотехнологии и химии
e-mail: sulman@online.tver.ru

Каталитическое гидрирование D-глюкозы является важным промышленным процессом синтеза D-сорбита. D-сорбит используется в различных отраслях народного хозяйства в том числе как заменитель сахара, как промежуточное соединение на химических и фармацевтических производствах. На сегодняшний день основным катализатором гидрирования D-глюкозы (схема) является Ni-Ренея [1], который, не смотря на низкую стоимость, имеет ряд недостатков, - процесс сопровождается диффузией активного металла в раствор и, как следствие, дезактивацией катализатора.



Рутениевые катализаторы представляют собой альтернативу традиционно используемому Ni-Ренея, однако для их внедрения необходимо всестороннее исследование их активности и стабильности в процессе гидрирования. В представленной работе представлено исследование каталитического гидрирования D-глюкозы с использованием Ru-содержащего сверхсшитого полистирола в реакторе непрерывного действия. Определено влияние температуры, давления водорода, начальной концентрации субстрата и катализатора. Максимальный выход целевого продукта – сорбита составил 97 - 99% для катализатора содержащего 5 вес. % Ru.

Литература

1. D.K. Mishra, J.-M.Lee, J.-S.Chang, J.-S. Hwang, Catalysis Today. 185 (2012) 104-108.

OR-4. ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ АМИНИРОВАНИЕ АЛЬДЕГИДОВ НИТРОАРЕНАМИ В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРА Au/Al_2O_3 В ПРОТОЧНОМ РЕАКТОРЕ

А.Л. Нуждин[a,b)], Е.А. Артюха [a,b)], Г.А. Бухтиярова[a)], С.Ю. Зайцев[b,c)], П.Е. Плюснин[b,c)], Ю.В. Шубин[b,c)], В.И. Бухтияров[a,b)]

[a)] *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
просп. Академика Лаврентьева, д. 5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: anuzhdin@catalysis.ru
[b)] *Новосибирский государственный университет*
ул. Пирогова д. 2, Новосибирск, 630090, Россия.
[c)] *Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН*
просп. Академика Лаврентьева, д. 3, Новосибирск, 630090,Россия

Вторичные анилины являются ценными промежуточными веществами при производстве фармацевтических препаратов и агрохимикатов. *One-pot* восстановительное аминирование альдегидов (или кетонов) нитроаренами в присутствие гетерогенных металлических катализаторов (главным образом, на основе Pd, Pt и Au) с использованием водорода в качестве восстановителя является одним из наиболее привлекательных методов их синтеза, так как не требует предварительного восстановления нитроаренов до анилинов, а также позволяет минимизировать образование отходов производства [1]. На настоящий момент восстановительное аминирование карбонильных соединений нитроаренами изучалось только в реакторах закрытого типа. В тоже время проведение реакции в проточном режиме позволяет повысить производительность процесса, а также делает органический синтез более экологически безопасным [2]. В данной работе представлены результаты по восстановительному аминированию альдегидов нитроаренами на катализаторе 2.5 масс.% Au/Al_2O_3 (средний диаметр частиц Au 3,4 нм) в проточном реакторе. Тестирование катализатора проводили в проточной каталитической установке H-Cube Pro (Thalesnano, Венгрия).

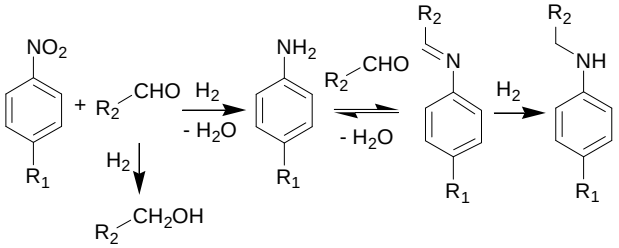


Рис 1. Восстановительное аминирование альдегидов нитроаренами

Установлено, что восстановительное аминирования алифатических и ароматических альдегидов нитроаренами на катализаторе 2.5% Au/Al_2O_3 в проточном режиме протекает с образованием вторичных аминов с выходом до 99%, при этом более высокие выходы наблюдались с алифатическими альдегидами (рис 1). Использование небольшого избытка альдегидов по отношению к нитроаренам позволяет существенно повысить выходы целевых продуктов. В ходе реакции не происходит вымывание и укрупнения частиц золота. Регенерация отработанного катализатора в потоке метанола позволяет практически полностью восстановить исходную каталитическую активность.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ РФ НШ-5340.2014.3.

Литература

1. Li, L. et al. *Chem. Commun.*, **2013**, *49*, 6843-6845.
2. Irfan, M. et al. *ChemSusChem.*, **2011**, *4*, 300-316.

OR-5. МАЛОТОННАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ВИСМУТА И ОКСИДА ВИСМУТА ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ

И.И. Новоселов, Ю.В. Шубин, И.В. Макаров, В.А. Федотов

Новосибирский институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.3, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: niv@niic.nsc.ru

Особочистый (ОСЧ) Bi используется в микроэлектронике и п/п холодильниках, как компонент теплоносителей в ядерных реакторах, а также, в качестве прекурсора при получении высокочистых соединений. ОСЧ Bi_2O_3 используется в фармацевтике, для получения сегнетоэлектрических, сцинтилляционных, сверхпроводящих, материалов и катализаторов. Традиционно Bi_2O_3 производят с использованием термического разложения азотнокислых солей Bi. Недостатками указанной методики является ее многостадийность, необходимость нейтрализации выделяющихся в ходе синтеза токсичных окислов азота, недостаточная чистота получаемого продукта.

Представляемая технология получения высокочистого Bi защищена семью патентами РФ и включает следующие последовательные стадии обработки:

– удаление Po (с ~10^{-13} до ~10^{-15} %), при обработке металлическим Na;

– удаление Pb (с ~10^{-4} до ~10^{-6} %) и других, более активных чем Bi, по отношению к Cl, элементов, при обработке парами CCl_4;

– удаление Cl (с ~10^{-2} до ~10^{-3} %), при обработке парами этанола;

– удаление Ni, Cu, Ag, Pt (с ~10^{-5} до ~10^{-7} %) и более глубокое удаление Cl, Pb и других примесей в хлоридной форме при непрерывной вакуумной дистилляции.

Представляемая технология получения порошка ОСЧ Bi_2O_3 окислением расплава металла кислородом во вращающемся реакторе защищена пятью патентами РФ. Использование кислорода позволило устранить недостатки традиционной технологии. Показано преимущество использования получаемого порошка ОСЧ Bi_2O_3 в производстве высококачественных сцинтилляционных кристаллов $Bi_4Ge_3O_{12}$. С 2001 г действующая технология используется в малотоннажном экспортно-ориентированном производстве высококачественных сцинтилляционных кристаллов $Bi_4Ge_3O_{12}$ в ИНХ СО РАН и в фирме Saint-Gobain Cristaux & Detecteurs (Франция). Образцы металлического висмута и оксида висмута, произведенные ИНХ СО РАН, представлены на Выставке-коллекции высокочистых веществ ИХВВ РАН (г. Нижний Новгород) в качестве эталонных образцов и по содержанию примесей находятся на уровне или превосходят лучшие зарубежные образцы.

OR-6. ПОЛУЧЕНИЕ СОЛЕЙ КОБАЛЬТА ИЗ ЕГО ГИДРАТНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКОСТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

А.Г. Касиков, Л.В. Дьякова, Е.С. Кшуманева, Л.Г. Герасимова

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН, мкр. Академгородок, д.26а, г. Апатиты, 184209, Россия
e-mail: cobaltag@yandex.ru

Кобальт является стратегически важным элементом, области применения которого чрезвычайно разнообразны. Металлический кобальт незаменим в производстве магнитов и различных сплавов, включая жаропрочные сплавы. Однако кобальт широко используется не только в виде металла. Более половины этого элемента потребляется в настоящее время в виде различных соединений. Соли кобальта используют в лакокрасочной промышленности, в радиоэлектронике и химической промышленности, а также применяют в медицине и в качестве кормовых добавок, что связано с участием этого элемента в обеспечении многих жизненно важных процессов.

Распространенным приемом получения солей является растворение кобальта в азотной кислоте и последующем осаждением из раствора карбоната кобальта. Данная соль часто служит исходным продуктом для синтеза других солей этого элемента. Однако такой способ приводит к существенному удорожанию получаемых солей.

В данной работе приводятся результаты получения солей кобальта из гидратных кобальтовых концентратов Кольской ГМК, которые образуются при очистке растворов никелевого производства от кобальта.

Для получения чистого раствора хлорида кобальта концентраты предварительно растворяли в соляной кислоте в присутствии твердофазного восстановителя, а затем проводили экстракционную переработку растворов с применением экстракционных смесей на основе третичных аминов. Полученный раствор хлорида кобальта использовали для выделения из него шестиводного дихлорида кобальта, а также осаждения основного карбоната кобальта(II). С целью получения основного карбоната кобальта(II) с низким содержанием хлора его осаждение проводили при подаче хлорида кобальта в раствор соды при интенсивном перемешивании. Производство пасты основного карбоната кобальта(II), а затем и сухой соли было освоено на комбинате «Североникель» Кольской ГМК.

Кроме того, из раствора хлорида кобальта проводили осаждение его карбоната на гидратированный оксид алюминия и затем полученную смесь подвергали термообработке с получением алюмината кобальта, который представлял собой синий лессирующий пигмент. Для получения других растворимых солей кобальта из растворов его хлорида использовали метод экстракционной конверсии, причем было разработано и запатентовано два способа. В соответствии с первым конверсию хлорида кобальта осуществляли с использованием третичного амина приготовленного в сульфатной форме. При контактировании экстрагента с кобальтовым раствором сульфат амина переходил в хлорид амина, а хлоридный раствор кобальта становился сульфатным.

По второму способу кобальт экстрагировали из раствора катионообменным экстрагентом в солевой форме и затем реэкстрагировали кобальт азотной, серной или уксусной кислотой с получением соответствующей соли реактивного качества. При этом лучшие результаты были достигнуты при использовании в качестве экстрагента натриевой соли Cyanex-272.

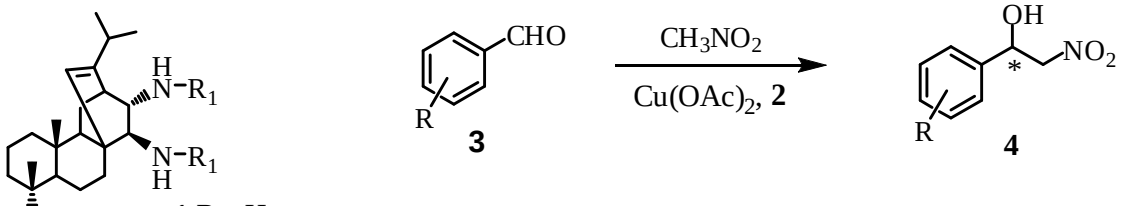
При проведении укрупненных лабораторных испытаний разработанных способов в непрерывном режиме на каскаде экстракторов степень конверсии хлорида кобальта в его сульфат составила более 99 %. Кроме того, при проведении конверсии происходила дополнительная очистка кобальтового раствора от ряда микропримесей.

OR-7. НОВЫЕ ХИРАЛЬНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ НИТРОАЛЬДОЛЬНОЙ КОНДЕНСАЦИИ

В.Н. Конев, Т.Б. Хлебникова, Л.В. Малышева, З.П. Пай

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск 630090, Россия
e-mail: konevv@catalysis.ru

β-Нитроспирты являются удобными прекурсорами хиральных *β*-аминоспиртов, которые широко используются для разработки и производства современных фармацевтических агентов. Эффективным способом получения хиральных β-нитроспиртов является асимметрический вариант конденсации альдегидов и низших нитроалканов. Среди катализаторов данной реакции успешно применяются металлокомплексные соединения меди(II) с хиральными лигандами различных структурных типов. Использование доступных природных соединений для синтеза полидентатных органических лигандов является перспективным подходом для получения хиральных металлсодержащих катализаторов. На основе природных спиртов, аминокислот, терпенов получено большое количество эффективных металлорганических катализаторов асимметрических реакций [1]. Однако в литературе имеется всего лишь несколько примеров использования природных дитерпенов для синтеза хиральных индукторов.



1 R_1=H
2 R_1=(2-OHC_6H_4)CH_2

Ранее нами были получены энантиомерно чистые фосфор- и азотсодержащие соединения из природного дитерпена – левопимаровой кислоты [2]. В результате дальнейших исследований превращений смоляных кислот нами был разработан и реализован способ синтеза диамина **1** [3], из которого в результате двухстадийного синтеза был получен ряд аминофенолов. Асимметрическая индукция комплексов меди с синтезированными аминофенолами была исследована на модельной реакции взаимодействия 4–нитробензальдегида с нитрометаном. Обнаружено, что аминофенол **2** в составе комплекса с Cu(II) катализирует образование (*S*)-2-нитро-1-(4-нитрофенил)этанола с выходом 95% и оптической чистотой 75% ее. Исследование реакции взаимодействия нитрометана с производными бензальдегида **3,** содержащего донорные или акцепторные заместители, показало, что в присутствии катализатора с лигандом **2** образуются *β*-нитроспирты **4** с выходами 40-95% и оптической чистотой 45-82% ее. Таким образом, из смеси смоляных кислот нами был осуществлен синтез тетрадентатного оптически чистого диамина **2**, который в составе комплекса меди(II) катализирует конденсацию ароматических альдегидов с нитрометаном с образованием нитроспиртов с оптическими и химическими выходами от умеренных до высоких.

Работа выполнена при финансовой поддержке Отделения химии и наук о материалах РАН (проект ОХНМ РАН № 7.5.3).

Литература

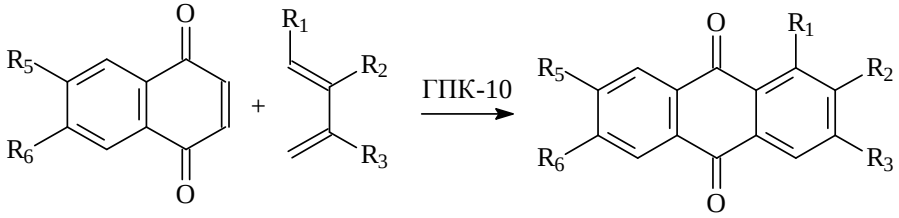
[1] H. Blaser *Chem. Rev.* **1992**, *92*, 935-952.
[2] T. Khlebnikova, N. Karpyshev, O. Tolstikova, A. Tolstikov *Chirality*. **2004**, *16*, 40-50.
[3] V. Konev, T. Khlebnikova, Z. Pai *Chem. for Sustainable Development.* **2011**, *19*, 165-168.

OR-8. ЗАМЕЩЕННЫЕ АНТРАХИНОНЫ: НОВЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПО РЕАКЦИИ ДИЕНОВОГО СИНТЕЗА В ПРИСУТСТВИИ РАСТВОРОВ MO-V-ФОСФОРНЫХ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ В КАЧЕСТВЕ БИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Л.Л. Гогин, Е.Г. Жижина, З.П. Пай

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: gogin@catalysis.ru

В настоящей работе исследован новый одностадийный метод синтеза замещенных антрахинонов (АХ) в присутствии раствора Mo-V-фосфорной гетерополикислоты брутто-состава $H_{17}P_3Mo_{16}V_{10}O_{89}$ (ГПК-10) и гидрофильного органического растворителя в соответствии с уравнением:



В таком one-pot процессе ГПК-10 является бифункциональным (кислотным и окислительным) катализатором. После отделения продуктов реакции раствор ГПК-10 регенерируется кислородом (воздухом) и используется многократно.

Результаты экспериментов [1, 2] представлены в следующей таблице:

№	Заместители	Выход замещенного АХ, %	Содержание основного вещества, %
1	$R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=H$	67	97
2	$R_1= R_3=R_5=R_6=H$, $R_2=CH_3$	72	98
3	$R_2= R_3=R_5=R_6=H$, $R_1=CH_3$	91	99
4	$R_1=R_5=R_6=H$, $R_2= R_3= CH_3$	78	98
5	$R_1= R_3=R_5=R_6=H$, $R_2=Cl$	30	95
6	$R_2= R_3=R_5=R_6= CH_3$, $R_1= H$	70	94
Условия: 0,2 М водный раствор ГПК-10, объемное соотношение ГПК-10:1,4-диоксан 1:1, время реакции 7 ч, 80 °С. Конверсия нафтохинонов во всех случаях ≥ 99%.			

Полученные в работе результаты открывают перспективы разработки малоотходных одностадийных процессов производства замещенных АХ из замещенных 1,3-бутадиенов и нафтохинонов в присутствии растворов Mo-V-фосфорных ГПК в качестве бифункциональных катализаторов.

Литература

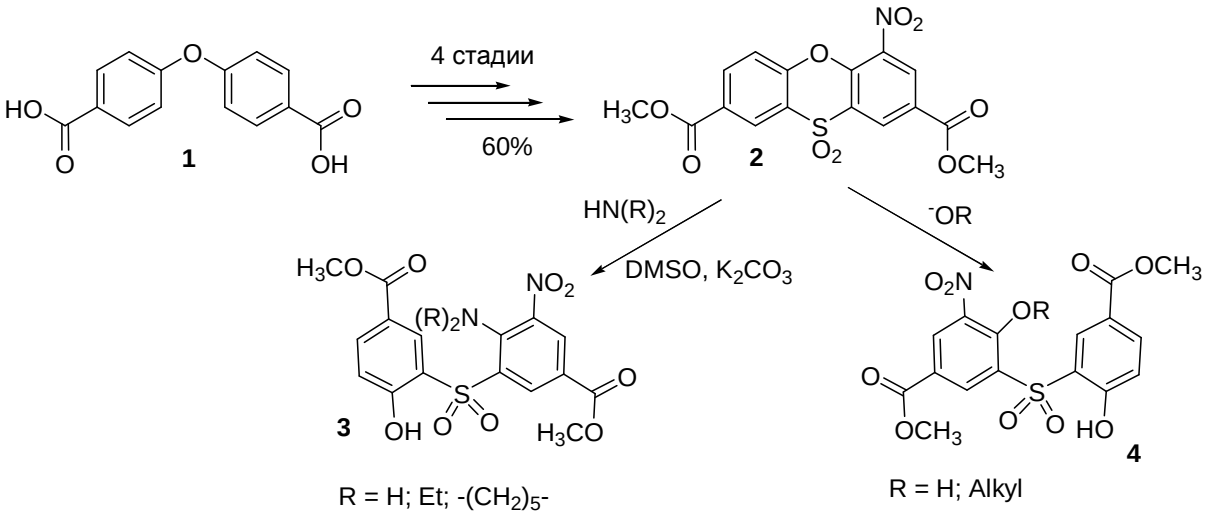
1. Gogin L., Zhizhina E. *Modern Research in Catalysis*, **2013**, *2*, 90-92.
2. Гогин Л.Л., Жижина Е.Г. *Катализ в промышленности*, **2014,** *4*, 33-37.

OR-9. СИНТЕЗ ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 3,3′-СУЛЬФОНИЛДИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Д.А. Василевский, В.С. Ященко, В.К. Ольховик

Институт химии новых материалов НАН Беларуси
ул. Ф.Скорины 36, г. Минск, 220141, Республика Беларусь
e-mail: slavol@ichnm.basnet.by

Диарилсульфоны являются не только весьма полезными и широко применяемыми синтетическими интермедиатами [1], но и активно изучаются как соединения, демонстрирующие разнообразную биологическую активность. Среди производных диарилсульфонов исследуются и нашли применение лекарственные препараты для лечения малярии, проказы, инфекций вызванных микобактериями, лечения ВИЧ, раковых заболеваний и др. [2]. Предложено большое количество методов получения диарилсульфонов [3-5], однако все они имеют определенные ограничения, особенно в случае необходимости получения гетерофункциональных производных.



В этой связи представляет интерес взаимодействие эфиров 4-нитро-10,10-диоксофеноксатиин-2,8-дикарбоновой кислоты **2** [6] с O- и N-нуклеофилами. За счет согласованного влияния трех акцепторных группировок нуклеофильное замещение протекает исключительно по 4_a положению феноксатиинового цикла с образованием производных 3,3′-сульфонилдибензойной кислоты **3, 4**. Таким образом, предложен относительно простой способ получения гетерофункциональных диарилсульфонов, имеющих различные заместители в труднодоступном для синтеза вицинальном положении к сульфоновой группе.

Литература

1. Simpkins, N. S. Sulfones in Organic Synthesis; Pergamon Press: Oxford, 1993.
2. I. Ahmad et al. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 2015, V.7 (3), 19-27.
3. Varma, R.S.; Saini, R.K.; Meshram, H.M. Tetrahedron Lett. 1997, 38, 6525.
4. Bandgar, B.P.; Kasture, S.P. Synthetic Commun. 2001, 31, 1065.
5. S. Cacchi, G. Fabrizi, A. Goggiamani, L.M. Parisi, R. Bernini. J. Org. Chem. 2004, 69, 5608-5614
6. V. S. Yashchenko, A. A. Pap, G. V. Kalechits, A. V. Makey, V. K. Ol’khovik. Chemistry of Heterocyclic Compounds, 2015, V50(10), p. 1471-1477.

OR-10. БАЗА ДАННЫХ «НАНОРЕАКТОРНЫЙ СИНТЕЗ ПИРИДИНКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ»

Г.Н. Альтшулер, О.Г. Альтшулер, З.Р. Исмагилов

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН
просп. Советский, д.18, Кемерово, 650000, Россия
e-mail: altshulerh@gmail.com

В условиях роста заболеваемости туберкулезом актуально увеличение объёмов производства современных противотуберкулёзных препаратов с учётом наличия сырьевой базы, производственных мощностей, требований экологической безопасности и достижений мировой химической науки. Лекарственными препаратами для профилактики и лечения туберкулёза являются производные пиридинкарбоновых кислот [1]. Использование традиционных жидкофазных и газофазных технологий не позволяет реализовать масштабы производства лекарственных средств на основе производных пиридинкарбоновых кислот. Предложен [2] синтез пиридинкарбоновых кислот каталитическим окислением алкилпиридинов с использованием твердофазных нанореакторов.

В данном сообщении представлена электронная база нанореакторного синтеза пиридинкарбоновых кислот из индивидуальных компонентов каменноугольной смолы в твердофазных нанореакторах. База данных предназначена для создания инновационных технологий получения противотуберкулезных препаратов. База данных содержит комплексную информацию по характеристикам твердофазных нанореакторов для окислительно-восстановительных процессов (полисульфокаликсарена, катионита КУ-23, полимерного фосфата циркония, анионита АВ-17, полимерного диоксида циркония), компонентам каменноугольной смолы, окислителям для нанореакторного синтеза пиридинкарбоновых кислот. Электронная база данных позволяет автоматизировать эвристический поиск вариантов нанореакторного синтеза, учитывающий устойчивость нанореакторов в среде окислителя, емкость по исходным веществам и продуктам реакции, их каталитическую активность и редокс-потенциал окислителя.

Сведения о государственной регистрации базы данных опубликованы [3] в официальном бюллетене Федеральной службы по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ).

База данных «Нанореакторный синтез пиридинкарбоновых кислот» размещена на сайте ИУХМ СО РАН по адресу:

http:// www.iccms.sbras.ru/ru/Pages/projects/main.aspx.

Литература

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства. М.: Новая волна, 2002, *1*, 608 с.
2. Альтшулер Г.Н. *Химия твёрдого топлива*, 2012, № 4, 73-76.
3. Альтшулер Г.Н., Альтшулер О.Г., Исмагилов З.Р. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014621264. *Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем*, 2014, *№10 (96)*.

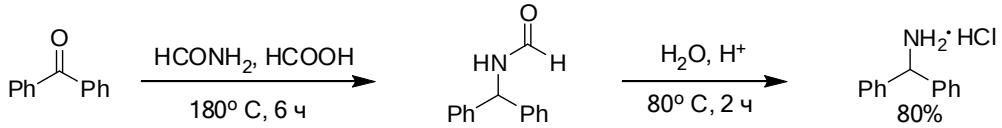
OR-11. ПРИМЕНЕНИЕ РЕАКЦИИ РИТТЕРА В СИНТЕЗЕ БЕНЗГИДРИЛАМИНОВ

В.Ю. Куксёнок, В.В. Штрыкова, В.Д. Филимонов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
просп. Ленина, д.30, Томск, 634050, Россия e-mail: vera.kuksenok@mail.ru

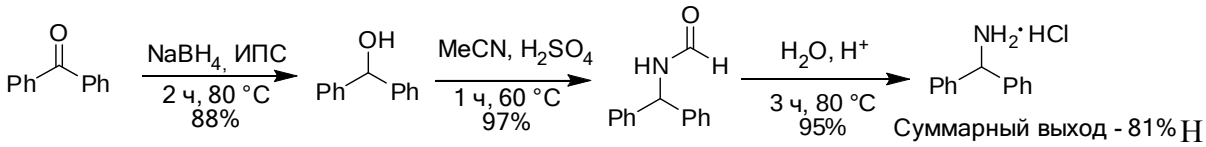
Бензгидриламины являются важными полупродуктами в органическом синтезе,в частности, в синтезе лекарственных препаратов. Например, бензгидрилмочевины, синтезируемые из соответствующих бензгидриламинов, проявляют противосудорожную активность [1]. Особого внимания заслуживаеторигинальный препаратгалодиф (*мета*-хлорбензгидрилмочевина), обладающийвыраженным противосудорожным, а такжепротивоалкогольным эффектом [2]. Таким образом, поиск удобного метода синтеза бензгидриламинов является актуальной задачей.

Наиболее доступными субстратами для получения бензгидриламинов являются бензофеноны, которые превращают в амины реакцией восстановительного аминирования по Лейкарту-Валлаху.

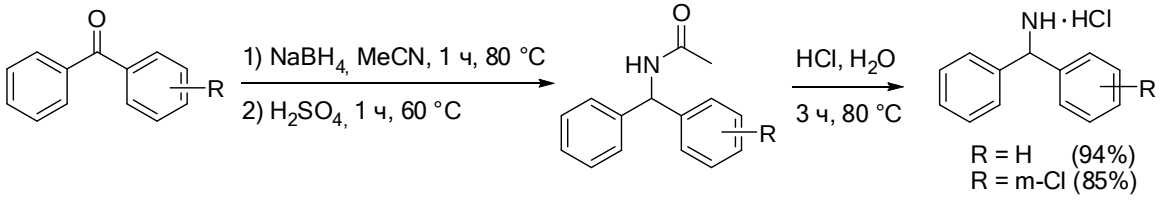


Данный метод имеет ряд недостатков: высокая температура, длительность процесса, а также низкая чистота технического амина.

Проведенные нами исследования показали, что альтернативнымподходом в полученииибензгидриламинов может стать использование реакции Риттера.Полученные по Риттеру амидылегко гидролизуются до целевых аминов.



ами было обнаружено, что получение ацетамида из бензофенона можно проводить без выделения гидрола («onepot»).Для этого было предложено использовать MeCN в качестве растворителя на стадии восстановления кетона. Добавление H_2SO_4 после окончания восстановления обеспечивало алкилированиеацетонитрилабензгидролом.



Метод «onepot» позволил сократить потери на стадии выделения бензгидрола, и выход бензгидрилацетамида, а соответственно и целевого бензгидриламина, увеличился.Разработанный метод был использован для получения *мета*-хлорбензгидриламина с высоким выходом. Структура полученных продуктов была доказана методамиГХ-МС и ЯМР ^{1}H, ^{13}C спектроскопии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гос. задания «Наука», проект № 2387

Литература

1. Filimonov, V. D.,et al. *Pharm. Chem. J.*, **1988**, *22(5)*, 358–363.
2. Новожеева Т.П., и др. *Бюлл. Сиб. Мед.*,**2006**, Приложение 2.

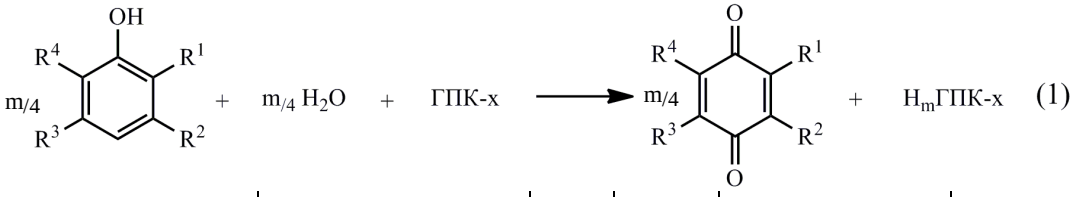
OR-12. НОВЫЙ ПУТЬ ПОЛУЧЕНИЯ АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ *пара*-БЕНЗОХИНОНОВ В ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ В ПРИСУТСТВИИ РАСТВОРОВ Mo-V-ФОСФОРНЫХ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ

Ю.А. Родикова, Е.Г. Жижина, З.П. Пай

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: rodikova@catalysis.ru

В последнее время разработка безотходных методов синтеза алкил-1,4-бензохинонов получила повышенное внимание благодаря их широкому применению в качестве полупродуктов синтеза лекарств и физиологически активных веществ [1,2], а также в индивидуальном виде в качестве компонентов биосенсоров, биотопливных элементов [3] и др. Сегодня существует много методов получения бензохинонов через окисление соответствующих фенолов в присутствии, например, мезопористых ванадосиликатов [4] или комплексов Cu(II), закрепленных на различных носителях [5]. Однако труднопреодолимыми проблемами этих методов являются быстрая дезактивация катализаторов, а также образование значительных количеств побочных продуктов.

Экспериментальные исследования показали, что применение водных растворов Mo-V-фосфорных гетерополикислот (ГПК-x, x – число атомов ванадия) в качестве обратимых окислителей в реакциях получения алкил-1,4-бензохинонов из соответствующих фенолов (1) позволяет решить ряд наиболее распространенных проблем, таких как нестабильность и дезактивация катализатора, длительность реакции, сложность регенерации катализатора и др. Получение двух представителей данного класса – 2,6-диметил-1,4-бензохинона и 2,3,5-триметил-1,4-бензохинона – путем окисления соответствующих фенолов в двухфазных системах в присутствии растворов ГПК-x исследовано в зависимости от природы органического растворителя, температуры, атмосферы, мольного отношения катализатор/субстрат и пр. Найденные закономерности позволили оптимизировать способы получения указанных соединений и добиться высокой селективности за короткое время реакции. Установлены общие требования, соблюдение которых позволит расширить круг потенциальных субстратов, окисляемых по реакции (1).



(1)

Субстрат	Катализатор (брутто-формула)	T [°C]	$t_{реакц.}$ [мин]	Селективность [%]	Конверсия [%]
2,6-диметилфенол	$H_{17}P_3Mo_{16}V_{10}O_{89}$	60	50	86	100
2,3,6-триметилфенол	$H_{17}P_3Mo_{16}V_{10}O_{89}$	60	20	>99%	100

Литература

1. Neroev, V.V. et al. *Biochemistry (Moscow),* **2008,** *73*, 1317-1328.
2. Anisimov, V.N. et al. *Biochemistry (Moscow),* **2008**, *73*, 1329-1342.
3. Tsujimura, S. et al. *Enzyme and Microbial Technology*, **2001**, *29*, 225-231.
4. Selvaraj, M et al. *Dalton Trans.*, **2014**, *43*, 958-966.
5. El-Hamshary, H. et al. *Macromol. Sci. A*, **2010**, *47*, 329-334.

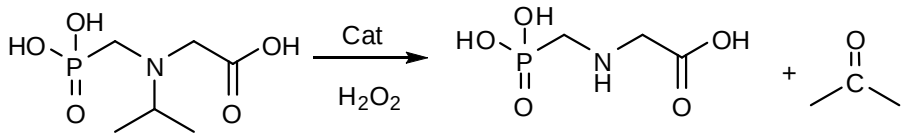
OR-13. ПОЛУЧЕНИЕ ГЛИФОСАТА ПУТЕМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ *N*-ИЗОПРОПИЛ-*N*-ФОСФОНОМЕТИЛГЛИЦИНА ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА

Д.Ю. Ющенко, Т.Б. Хлебникова, П.А. Пыряев, Б.Л. Мороз, З.П. Пай, В.И. Бухтияров

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: dyy@catalysis.ru

Одним из экологически привлекательных методов получения глифосата является атом-эффективный подход, основанный на синтезе *N*-замещенных глифосатов с последующим деалкилированием и возвратом алкилкарбонилов в рецикл. Окислительное деалкилирование проводят в водной фазе в присутствии мелкодисперсной металлической платины, используя в качестве окислителя кислород (150 °C, 6.4 атм). Предположительно реакция в этом случае протекает по пути биометического окисления [1, 2].

Целью данной работы было изучение реакции окисления N-изопропилглифосата (**1**) пероксидом водорода с получением глифосата (**2**) и ацетона. К перспективным катализаторам, позволяющим выполнять биометическое окисление с использованием пероксида водорода, можно отнести катализаторы, включающие наноразмерное золото [3]. В этой связи в работе использовали катализаторы, полученные путем осаждения золота на мезопористый углеродный носитель (сибунит) путем катионной абсорбции [4], а в качестве окислителя водный 30%-ный раствор пероксида водорода.



1 **2**

Рис.1. Основные продукты, получаемые при каталитическом окислении N-изопропилглифосата.

В ходе исследований выбран оптимальный катализатор 2%-Au/$C_{сибунит}$ и определены условия окисления (**1**) с конверсией 97% и селективностью по (**2**) 90%. Также показано, что в диапазоне концентраций субстрата 0.04 – 0.08 М и концентрации катализатора 0.16-1.6×10^{-3} М порядки реакции окисления N-изопрпилглифосата пероксидом водорода первые, а, наблюдаемое значение энергии активации образования глифосата составляет 19±1 ккал/моль.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ОХНМ РАН (проект № 5.7.4.)

Литература

1. Stern M.K., in: The Environment: Challenges for the Chemical Sciences in the 21st Century, National Academies Press, September, **2003**,140-143.

2. Morgenstern A.A., Fobian Y. M., Oburn D. S. Catalysis of Organic Reactions by Michael E. Ford. Basel: CRC Press, 2001, 672 pp.

3. Carabineiro, S.A.C. et al. Applied Catalysis A: General, **2013**, 467, 279-290.

4. Pyryaev P.A., Moroz B.L., Zyuzin D.A., Nartova A.V., Bukhtiyarov V.I., Kinetics and catalysis, **2010**, 51, 885–892.

OR-14. ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ НЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Ю.В. Ученова, Т.Б. Хлебникова, З.П. Пай

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: july@catalysis.ru

В настоящее время ненасыщенные жирные кислоты и их производные находят широкое применение в производстве ряда практически важных соединений, таких как эпоксиды и алифатические карбоновые кислоты. Эпоксиды используются в качестве стабилизаторов и пластификаторов поливинилхлорида и его сополимеров, а также как мономеры для получения эпоксидных смол [1]. Удобным методом одностадийного синтеза эпоксидов является окисление ненасыщенных жирных кислот и их эфиров экологически благоприятным окислителем - пероксидом водорода в двухфазной системе с применением катализаторов на основе пероксополиоксовольфраматов [2]. Существенным преимуществом процесса является доступность сырья (талловое и растительные масла), выделяемого из возобновляемых природных источников.

В данной работе было проведено исследование реакции эпоксидирования метилового эфира олеиновой кислоты (рис 1) 35% раствором пероксида водорода в присутствии металлокомплексных катализаторов $Q_3\{PO_4[WO(O_2)_2]_4\}$, где Q – четвертичные аммонийные катионы.

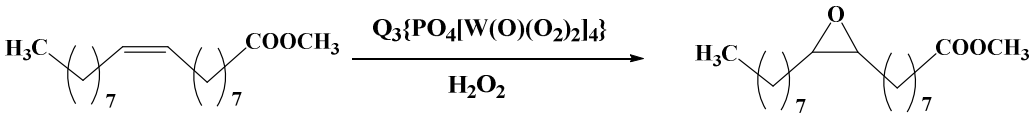


Рис. 1. Схема каталитического эпоксидирования метилолеата

Установлено, что наибольшую каталитическую активность проявляют тетра-(диперoксовольфрамо)фосфат метилтри-*н*-октиламмония (**1**) и тетра-(диперoксо-вольфрамо)фосфат гексадецилпиридиния (**2**). Для указанных каталитических систем были определены кажущиеся константы скорости (рис 2) и энергия активации. Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о высокой скорости протекания процесса эпоксидирования с 95% выходом продукта за 4 ч при температуре 60°С. Изученный процесс представляет собой «зеленый» метод синтеза эпоксидов из природного сырья, протекающий без органических растворителей, с использованием экологически благоприятного окислителя и концентраций катализатора не более 0.1 %.

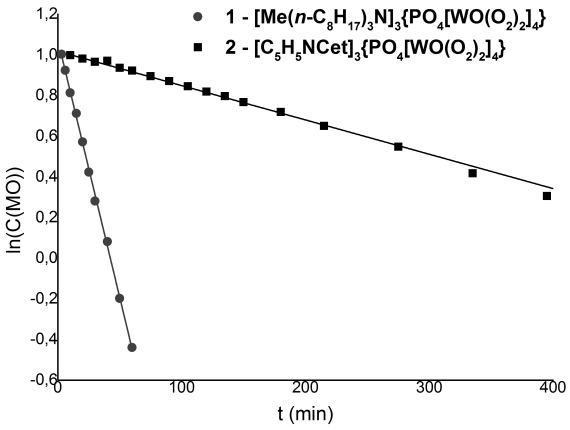


Рис. 2. Зависимость логарифма концентрации метилолеата от времени протекания каталитической реакции эпоксидирования. *Условия: температура 60 °С, окислитель 35% H_2O_2, [Cat]/[Sub]/[Ox] = 1/1000/2000*

Работа выполнена при финансовой поддержке ОХНМ РАН (проект № 5.7.3).

Литература

1. Benaniba M.T. et al. *Polymer Degradation and Stability*, 2001, 74(3), 501-505
2. Pai Z.P. et al. *React. Kinet. Catal. Lett.*, 2009, 98, 1-8.

OR-15. ЗАКИСЬ АЗОТА В РЕАКЦИЯХ СЕЛЕКТИВНОГО ОКИСЛЕНИЯ

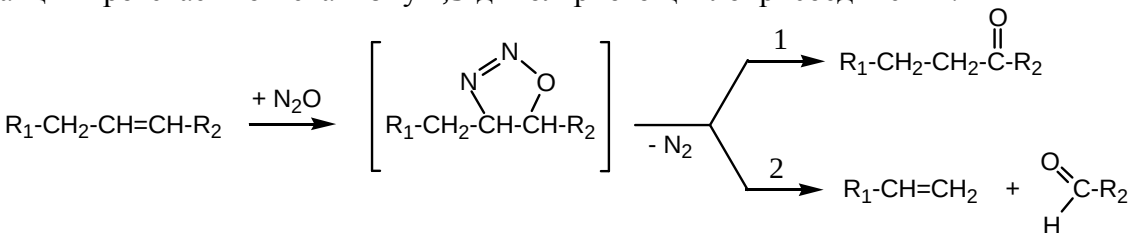
Д.П. Иванов, К.А. Дубков, Л.В. Пирютко, Д.Э. Бабушкин,
С.В. Семиколенов, А.С. Харитонов

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: divan@catalysis.ru

Использование закиси азота в реакциях селективного окисления открывает новые возможности для получения целого ряда ценных продуктов, которые в настоящее время поступают на рынок РФ из-за рубежа, а также принципиально новых продуктов, обладающих уникальными свойствами и представляющими реальный практический интерес.

Примерами каталитического синтеза с помощью закиси азота являются газофазное гидроксилирование бензола и фенола на железосодержащих цеолитных катализаторах с селективным образованием, соответственно, фенола и дигидроксибензолов (ДГБ). Окисление фенола с помощью N_2O приводит к образованию всех трех изомеров ДГБ. Найден катализатор, обеспечивающий хорошую стабильность при достаточно высокой суммарной производительности (1.7 ммол/г ч). Обнаружены условия регулирования изомерного состава путем изменения кислотности катализатора. Эта реакция может стать альтернативой существующим жидкофазным процессам, использующим пероксид водорода - термически нестабильный и относительно дорогой окислитель.

В основе некаталитического синтеза карбонильных соединений лежит окисление закисью азота ненасыщенных соединений (кетонизация) при температурах 120-280 ^{0}C. Реакция протекает по механизму 1,3-диполярного циклоприсоединения.



Такой механизм согласуется как с экспериментальными данными, так и с результатами квантово-химических исследований взаимодействия N_2O с рядом алкенов. Распад неустойчивого интермедиата протекает преимущественно с образованием соответствующего кетона (маршрут 1). Однако возможен также распад с разрывом исходной C=C связи (маршрут 2) с образованием более короткого алкена и альдегида.

В отличие от моноциклических и других алкенов простого строения, взаимодействие закиси азота с 5-винил-2-норборненом протекает без выделения молекулярного азота с одновременным образованием альдегидной и диаза- (-N=N-) функциональных групп в составе продукта, который представляет собой трициклическое производное 1-пиразолина. Получение азотсодержащего продукта является чрезвычайно важным фактом, экспериментально подтверждающим представления о механизме реакции кетонизации.

Цис-транс изомерия исходного алкена оказывает влияние на вклад каждого из маршрутов, по которому распадается 4,5-дигидро-[1,2,3]-оксодиазолиновый интермедиат. На примере цис- и транс- изомеров 3-гептена показано, что при близкой реакционной способности вклад маршрута с разрывом исходной C=C связи, ведущий к образованию более короткого альдегида, для транс-3-гептена оказывается выше, чем для цис-изомера (доля разрыва составляет 13.5 и 4.2% соответственно).

Исследование выполнено за счет базового бюджетного финансирования (проект V.44.2.3, гос.рег. № 01201372341) и гранта РФФИ № 14-03-31052 мол-а

OR-16. АМИНИРОВАНИЕ ТЕРПЕНОВЫХ СПИРТОВ В ПРИСУТСТВИИ НАНЕСЕННЫХ Au КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Ю.С. Демидова[a, b)], И.Л. Симакова[a, b)], Е.В. Суслов[c)], К.П. Волчо[b, c)], Н.Ф. Салахутдинов[b, c)], А.В. Симаков[d)], Д.Ю. Мурзин[e)]

[a)] *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия, e-mail: demidova@catalysis.ru*
[b)] *Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск, Россия*
[c)] *Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, просп. Академика Лаврентьева, д.9, Новосибирск, 630090, Россия*
[d)] *Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM, Ensenada, B.C., México*
[e)] *Университет Або Академи, Турку, Финляндия*

Амины являются ценными строительными блоками, входящими в структуру многих фармакологических агентов, используемых для лечения общих психических расстройств, депрессивных состояний, болей различной природы, а также хронических нервных заболеваний, вызванных прогрессирующими нарушениями в деятельности центральной нервной системы. Одним из перспективных подходов для синтеза новых биологически активных аминов является получение азотсодержащих соединений на основе монотерпеноидов. У некоторых полученных ранее соединений такого типа обнаружена высокая биологическая активность, среди которых антиэпилептическая, противовирусная и анксиолитическая активности [1]. Целью данной работы является разработка методики направленного синтеза перспективных биологически активных аминов заданной структуры на основе монотерпеновых спиртов по реакции аминирования спиртов в присутствии золотосодержащих катализаторов.

Исследование реакции жидкофазного аминирования терпеновых спиртов проводили в присутствии Au, AuPd и (для сравнения) Pd катализаторов нанесенных на различные оксидные носители (ZrO_2, MgO, Al_2O_3, CeO_2, La_2O_3). В качестве модельных соединений были выбраны миртенол, который является первичным монотерпеновым спиртом природного происхождения, и анилин. В результате проведенных исследований реакции аминирования миртенола анилином было изучено влияние природы оксидного носителя, присутствия другого металла в составе катализатора (биметаллические катализаторы), а также окислительно-восстановительных условий формирования активного Au компонента на активность и селективность образования основных продуктов в реакции. Показано, что наиболее активным и селективным является Au/ZrO_2 катализатор, прошедший окислительную термообработку, в котором соотношение основных и кислотных центров на поверхности носителя является наиболее благоприятным среди исследованных катализаторов [2]. В присутствии наиболее селективного Au/ZrO_2 катализатора были изучены основные кинетические закономерности аминирования миртенола анилином. Предложены схема механизма и кинетическая модель реакции с учетом вклада процессов дезактивации [3].

Литература

1. Толстикова, Т.Г. и др. *ДАН. Химия*, **2008**, *422*, 490.

2. Demidova, Yu.S., Simakova, I.L., Estrada, M., Beloshapkin, S., Suslov, E.V., Korchagina, D.V., Volcho, K.P., Salakhutdinov, N.F., Simakov, A.V., Murzin, D.Yu. *Appl. Catal. A* **2013**, *464-465*, 348-356.

3. Demidova, Yu.S., Simakova, I.L., Wärnå, J., Simakov, A.V., Murzin, D.Yu. *Chem. Eng. J.* **2014**, *238*, 164-171.

OR-17. ПОЛУЧЕНИЕ МЕТИЛЭТИЛКЕТОНА ИЗ АЦЕТОНА

В.С. Чернявский[a)], Л.В. Пирютко[a)], А.В. Русских[a)], С.Е. Кузнецов[b)], А.М. Егизарьян[b)], А.С. Носков [a)], А.С. Харитонов[a)]

a) Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: khar@catalysis.ru
b) ОАО «Газпром нефть – МНПЗ», Капотня, 2-й квартал, д.1, корп. 3, Москва, 109429, Россия

Наибольшее практическое значение среди кетонов имеют ацетон и метилэтилкетон. Ацетон производится посредством многотоннажного кумольного процесса. На каждую тонну фенола по кумольной технологии образуется 0.6 тонн ацетона. Как фенол, так и ацетон являются сырьем для получения бисфенола-А, который далее перерабатывается в поликарбонаты. На эти цели расходуется ~40 % от производимого в мире фенола и только ~20 % ацетона, что создает условия для перепроизводства ацетона.

Потребительские свойства метилэтилкетона по многим параметрам превосходят свойства ацетона. Однако его мировое потребление составляет лишь только 15-20 % от потребления ацетона, что связано с существенно более высокими затратами на получение МЭК (цена МЭК в ~ 2 раза выше цены ацетона) и широкой доступностью ацетона. Разработка новой технологии получения МЭК из ацетона позволила бы решить две задачи: вывести избыток ацетона с рынка и сделать более доступным метилэтилкетон. Следует отметить, что в РФ производство МЭК отсутствует, а потребление импортного МЭК ограничено из-за высоких цен.

Около 50 лет назад российские ученые предложили способ получения метилэтилкетона путем газофазного метилирования ацетона метанолом [1]. Однако в то время этот способ не привлек к себе должного внимания в силу неблагоприятной рыночной конъюнктуры и был забыт. Другой причиной отсутствия практического интереса к этой публикации, вероятно, стала очень низкая активность катализатора.

В настоящей работе мы поставили задачу разработать технологию получения метилэтилкетона из ацетона, которая могла бы конкурировать с уже известными технологиями. Был проведен широкий поиск катализаторов реакции метилирования ацетона метанолом, выявлены факторы, определяющие их свойства. В результате активность катализатора удалось увеличить более чем на порядок. Процесс осуществляется в парогазовой фазе при атмосферном давлении и температуре 250°C. При производительности 0.5-0.6 кг МЭК на кг катализатора в час селективность по метилэтилкетону достигает 80 %.

По сравнению с известной двухстадийной технологией получения МЭК из бутан-бутеновой смеси (гидратация и дегидрирование) новый способ получения МЭК из ацетона при близких затратах на сырье имеет более низкие капитальные и энергозатраты. Отсутствие сернокислотных стоков может стать одним из решающих аргументов в пользу использования новой технологии.

Исследование выполнено за счет базового бюджетного финансирования (проект V.44.2.3, гос. рег. № 01201372341) и при поддержке ОАО «Газпром нефть МНПЗ».

Литература

1. Болотов Б.А., Клюев В.Л. Журнал Прикладной Химии, 1971, том 44, №10, 2280-2283.

OR-18. КАТАЛИЗАТОРЫ Pd-M/СИБУНИТ (M: Ga, Zn, Ag) ДЛЯ РЕАКЦИИ ЖИДКОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ АЦЕТИЛЕНА

Н.С. Смирнова[a)], Д.В. Глыздова[b)], Т.И. Гуляева [a)], В.Л. Темерев[a)], В.В. Кривенцов[c)], Д.А. Шляпин [a)], П.Г. Цырульников [a)]

[a)] Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, ул. Нефтезаводская, 54, Омск, 644040, Россия
e-mail: felisine@gmail.com
[b)] ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, пр. Мира, д. 55-А, Омск, 644077, Россия
[c)] Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН пр. Лаврентьева, 5, Новосибирск, 630090, Россия

Чрезвычайно актуальной проблемой является эффективная переработка природного газа и попутных нефтяных газов, основу которых составляет метан. Перспективной разработкой фирмы Synfuels Int. Inc. является опытная технология превращения природного газа в жидкие углеводороды [1], в которой важнейшей стадией является жидкофазное селективное гидрирование ацетилена до этилена на палладиевом катализаторе. Полученный этилен подвергают олигомеризации с получением компонентов моторных топлив. Наиболее активным катализатором, согласно патентам Synfuels, для процесса жидкофазного гидрирования ацетилена является нанесенный на Al_2O_3 палладий, модифицированный Ga, In, Ag, Zn, Mg и т.д. Введение цинка, галлия, серебра в катализатор улучшает его каталитические характеристики (активность, селективность и т.д.). В нашем случае в качестве носителя использовали графитоподобный углеродный композит Сибунит, не содержащий льюисовских кислотных центров. Целью настоящей работы являлось сопоставление каталитических свойств биметаллических катализаторов Pd-M/Сибунит (где M - элемент-модификатор: Ga, Zn, Ag) для выявления особенностей модифицирующего действия. Образцы получены пропиткой Сибунита по влагоемкости совместными водными растворами нитратов палладия и модификатора ($Ga(NO_3)_3$, $Zn(NO_3)_2$, $AgNO_3$). Нанесенные образцы Pd-M/Сибунит (M:Ga, Zn) сушили при 120 °C 2 ч, для Pd-Ag/Сибунит сушка проводилась 12 ч. при 25°C. Полученные катализаторы восстанавливали при температурах 200, 300, 400 или 500 °C в токе H_2 3 ч. Содержание металлов в катализаторах определяли методом АЭС-ИСП. Для определения дисперсности активного компонента использовали метод хемосорбции CO.

Согласно полученным результатам, наибольшую активность и селективность (X_{C2H2} = 87 %, S_{C2H4} = 71% при $T_{восст.}$= 500 °C) в реакции гидрирования ацетилена проявляет серия катализаторов, модифицированная Zn. Для нанесенных Pd, Pd-Ga и Pd-Zn систем с увеличением температуры восстановления наблюдается тенденция увеличения активности. Для Pd-Ag/Сибунит максимальная активность соответствует $T_{восст.}$= 300°C. Согласно данным хемосорбции CO, значения дисперсностей для Pd-Zn/Сибунит, Pd-Ga/Сибунит оказались низкими (~ 2 – 5%), что может быть связано со спеканием частиц при высокой температуре в ходе восстановления или изменением стехиометрического коэффициента сорбции CO для биметаллических соединений.

Физико-химические исследования выполнены на приборной базе Омского регионального ЦКП СО РАН.

Авторы выражают благодарность Киреевой Т.В, Шиловой А.В.

Работа проводилась при поддержке РФФИ, грант № 14-03-90032 Бел_а.

Литература

1. M. M. Johnson, E. R. Peterson, S. C. Gattis. US Patent 2011/0217781A1, 2011.

OR-19 КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ СЛОИСТОГО СТРОЕНИЯ В РЕАКЦИИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ α-ПИНЕНА

А.Ю. Сидоренко, Е.В. Логвинович, Д.Б. Утенкова, Г.М. Сеньков, В.Е. Агабеков

Институт химии новых материалов НАН Беларуси
Беларусь, 220141, г. Минск, ул.Ф.Скорины, 36,
E-mail: agabekov@ichnm.basnet.by

Основными продуктами каталитической изомеризации α-пинена являются камфен и дипентен, которые находят применение в синтезе душистых и биологически активных соединений. Катализаторы изомеризации α-пинена (алюмосиликаты, оксиды, кислоты и др.) действуют специфично: одни направляют реакцию по пути образования *бициклических терпенов* (камфен, фенхены) и трициклена, другие – *моноциклических продуктов* (дипентен, α- и γ-терпинены, терпинолен, *п*-цимол). Цель работы – установить влияние химического состава природного алюмосиликата на его активность и селективность в реакции изомеризации α-пинена. Объектами исследования являлись природные алюмосиликаты слоистого строения: глина, содержащая иллит и каолинит (месторождение «Лукомль-1», Л-1), сапонит и глауконит. Реакцию проводили при 140°С в присутствии 3,0 мас. % катализатора.

В составе «Л-1» основным катионом металла является алюминий (SiO_2/Al_2O_3 = 2,8). В сапоните и глауконите преобладает FeO. При этом соотношение SiO_2/Al_2O_3 для этих алюмосиликатов равно 2,5 и 5,0 соответственно. Наибольшей удельной поверхностью характеризуется глина «Л-1» (таблица 1).

Таблица 1. Химический состав природных алюмосиликатов

Алюмосиликат	Содержание оксидов, мас. %								$S_{уд.}$, $м^2/г$
	Al_2O_3	SiO_2	FeO	Na_2O	MgO	K_2O	CaO	TiO_2	
глина «Л-1»	19,5	54,7	10,6	0,7	2,9	4,7	5,8	1,2	46,0
сапонит	18,1	44,7	25,3	0,2	2,4	3,1	1,0	5,2	28,0
глауконит	11,6	58,4	20,8	-	3,6	4,6	0,50	0,5	29,0

Конверсия α-пинена 50,0% на глине «Л-1» достигается за 1,5 ч, сапоните – за 4,0 ч , а на глауконите – только за 9,0 ч. При этом селективность реакции изомеризации α-пинена (конверсия 50,0%) в присутствии глауконита по камфену на 10-12% меньше, а по дипентену – на 6-9% больше, чем на Л-1 и сапоните (таблица 2).

Таблица 2. Каталит. свойства природных алюмосиликатов (конверсия α-пинена 50,0%)

Алюмосиликат	Время реакции, ч	Селективность, %		Содержание терпенов, мас. %	
		по камфену	по дипентену	бицикл. и трициклен	моноцикл.
глина «Л-1»	1,5	51,0	31,5	28,4	20,5
сапонит	4,0	49,0	28,5	28,6	20,6
глауконит	9,5	39,5	37,0	22,5	26,3

В реакционной смеси, полученной на «Л-1» и сапоните преобладают бициклические терпены и трициклен. Изомеризация α-пинена на глауконите протекает с образованием преимущественно моноциклических продуктов (таблица 2) .

Это можно объяснить тем, что соотношение SiO_2/Al_2O_3 в глауконите выше, чем других исследованных алюмосиликатах и на его поверхности присутствуют кислотные центры большей силы.

OR-20. СНИЖЕНИЕ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В АНОДНОЙ МАССЕ

Ч.Н. Барнаков, С.Н. Вершинин, Г.П. Хохлова, А.В. Самаров, А.П. Козлов

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН
Советский пр. д.18, 650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: barnakov@rambler.ru

Каменноугольный пек является универсальным связующим в производстве электродов, а также как сырье для замедленного коксования в производстве игольчатого кокса. По данным РУСАЛА алюминиевые заводы потребляют более 500 тыс.тонн/год пеков каменноугольного происхождения. По их данным 68 % алюминия в России производится по технологии Содерберга, которая обладает повышенной экологической опасностью. В настоящее время основной вопрос по пеку связан не только с его рабочими показателями, но с наличием в нем полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Каменный уголь и нефтехимические материалы содержащие ПАУ находятся в зоне пристального внимания органов экологического регулирования. В Европе в 2009 году пек был квалифицирован как устойчивое биоаккумулятивное токсическое вещество [1]. Использование пека в любых процессах в рамках европейского законодательства требует специальных разрешений (сертификации).

Сокращение содержания ПАУ уже достигнуто для анодов Содерберга путем перемешивания каменноугольного пека и нефтяных смол [2,3,4]. Другой вариант разработки связан с повышением температуры размягчения пека по Меттлеру [5,6]. Токсичные ПАУ входят в состав летучих компонентов при низкотемпературном кипении пека и далее могут быть утилизированы. Недостатком является то, что оборудование большого числа действующих предприятий по производству анодов не имеет высокотемпературных перемешивающих аппаратов.

Сокращение содержания ПАУ в анодной массе можно достичь на стадии получения пека, например, при перемешивании каменноугольной смолы и талового масла [7] или нефтяных остатков с помощью ультразвука и последующем окислением кислородом воздуха. За счет процессов кавитации [8] и последующего окисления происходит взаимодействие ПАУ с между собой и с реакционной средой в результате концентрация бенз(а)пирена в связующем уменьшается в 2-3 раза.

Литература

1. http://echa.earopa.eu/proposals-to-indentify-substances-of-very-high-concern-previous- cosultations/-/substance/421/search/+/del/20/col/CASNUMBER/tupe/desc/pre/4/view

2. R.H. Wombles, M.D. Kisser “Developing Coal Tar/Petroleum Hitches” Light Metals, 2000, pp. 537-541.

3. W. Boenigk, G.H. Gilmet, D. Schnitzler, J. Stiegert “Property jf Low HAH Pitch for Use in Soederberg Smelters” Light Metals, 2002, pp. 519-524.

4. В.К. Фризогер, Е.Н. Маракушина, В.В. Пинигин, М.И. Крак, Д.Г. Лазарев, Е.А. Андрейков Разработка и испытание компаудного нефтекаменноугольношо связующего при перестановке штырей на аноде алюминиевого электролизера // 2014. ЦМС Сибири.

5. W. Boenigk, C. Boltersdorf, F. Lindner, J. Stiegert “Property Profile of Lab-Scale Anodes Produced with 180 ^{0}C Mettler Coal Tar Pitch” Light Metals, 2011, pp. 889-893.

6. T.A. Golubic, S.A. McKinney, R.H. Wombles “High softening Point Coal Tar Pitch as Anode Binder Pitch” Light Metals, 2010, pp. 909-911.

7. Ч.Н. Барнаков, С.Н. Вершинин, З.Р. Исмагилов. Влияние талового масла на коксовый остаток каменноугольного пека, полученного из смолы полукоксования или антраценовой фракции // Кокс и химия. 2015. В печати.

8. А.Е. Баранчиков, В.К. Иванов, Ю.Д. Третьяков Сонохимический синтез неорганических материалов // Успехи химии. 2007. № 2. С.147-168.

OR-21. ОЧИСТКА КАМЕННОУГОЛЬНОГО СЫРОГО БЕНЗОЛА

Е.С. Михайлова[a)], З.Р. Исмагилов[a,b]

[a)]*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*
просп. Советский,18, Кемерово, 650000, Россия
e-mail: Mihaylova ES@iccms.sbras.ru
[b)]*Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН*
проспект Академика Лаврентьева, 5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: IsmagilovZR@iccms.sbras.ru

В настоящее время мощности по производству бензола в мире превышают 50 млн. тонн. Крупнейшими производителями являются Северная Америка, Западная Европа, Северо-Восточная Азия, которые в совокупности занимают три четверти мировых мощностей.Спрос на бензол будет расти до 2020 г. в среднем на 2,8 % в год и к концу этого срока составит 57 млн т. В связи с этим большой интерес представляют альтернативные источники получения ароматических углеводородов, к которым, в частности, относятся продукты коксования угля.

Наличие в сыром бензоле непредельных и сернистых соединений требует предварительную очистку его от этих нежелательных примесей для получения из него чистых продуктов. Даже незначительные примеси серы в бензоле и толуоле, применяемых в процессах органического синтеза, вызывают быстрое отравление катализатора, а смолистые вещества, образующиеся в результате полимеризации непредельных соединений, покрывают поверхность катализатора, дезактивируя ее.

Одним из возможных способов очистки каменноугольного сырого бензола является его озонирование. Этот метод давно зарекомендовал себя как способ очистки сточных вод от фенолов, используется в окислительной очистке нефтяных дизельных фракций. Особенность озона заключается в избирательном электрофильном присоединении к непредельным соединениям, полициклическим аренам и гетероатомным соединениям. Помимо уникальной химической активности озона, к достоинствам метода относятся мягкие условия процесса, обусловливающие интенсивное протекание реакций при умеренных температурах и даже в отсутствии катализаторов. Применительно к сырому бензолу, представляющему смесь трех основных продуктов – бензола, толуола и ксилола, метод озонирования может способствовать получению фракции БТК, с последующим выделением чистого бензола. Кроме того, использование озона, по сравнению с традиционными методами, позволяет избежать образования большого количества минеральных отходов, отделение которых от продуктов реакции и утилизация требуют больших дополнительных затрат.

На основании проведенных исследований и полученных результатов можно заключить, что использование озонолитической обработки с последующей адсорбционной очисткой позволяет повысить содержание наиболее ценного целевого компонента – бензола. Процесс озонирования исходного сырого бензола в присутствии катализатора способствует снижению содержания непредельных соединений циклического характера, а также удалению серосодержащих компонентов.

OR-22. ПОЛУЧЕНИЕ МЕТИЛОВЫХ ЭФИРОВ ХЛОПКОВОГО И ПОДСОЛНЕЧНОГО РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В КАЧЕСТВЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ДОБАВКИ К ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВАМ

В.М. Аббасов, Т.А. Мамедова, Э.Н. Аскерова, З.М. Алиева, А.А. Намазов, З.С. Ханбутаева, Х.А. Исаева

Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана, AZ 1025 г. Баку, Пр-т Ходжалы 30. e-mail:mamedova.tarana@rambler.ru

Биодизельное топливо, представляющее собой моноалкиловые эфиры жирных кислот растительных масел, является реальной альтернативой нефтяным дизельным топливам и, согласно стандарту EN-590 (2004), в количестве 5% используется в качестве обязательной добавки к дизельным топливам.

Значительного повышения эффективности процесса производства и качества получаемых биодизельных эфиров можно добиться путем применения нетрадиционных способов воздействия на сырье. В этом плане все большее применение находят волновые безреагентные методы, реализуемые на основе физических принципов: электрических, магнитных, радиационных, акустических, микроволновых, вибрационных, лазерных.

В представленной работе исследован процесс получения метиловых эфиров хлопкового и подсолнечного масел при воздействии на сырье магнитного поля напряженностью 15-45 мТ.

Условия проведения эксперимента и выход моноалкиловых эфиров жирных кислот показаны в таблице ниже.

	Без магнитного поля		С магнитным полем	
	хлопковое	подсолнечное	хлопковое	подсолнечное
Время реакции, ч	6	6	0,6	0,6
Количество катализатора, % (на масло)	0,5	0,5	0,3	0,3
Соотношение масло : спирт	1 : 6	1 : 6	1 : 3	1 : 3
Температура реакции, ^{o}C	70	70	70	70
Выход алкиловых эфиров	98	98	95	96

Как видно из приведенных результатов, использование энергии магнитного поля позволяет снизить время проведения реакции в 10 раз, избыток используемого спирта в 2 раза с сохранением высокого выхода целевого продукта.

5 %-ные компаунды метиловых эфиров подсолнечного и хлопкового растительных масел с нефтяной дизельной фракцией полностью удовлетворяют требованиям стандарта EN-590 (2004). Цетановое число полученных компаундов увеличивается на 1 пункт и составляет 52. Увеличение содержания моноалкиловых эфиров растительных масел в дизельной фракции до 10 % приводит к увеличению плотности, кинематической вязкости, йодного числа, температуры вспышки, содержания фактических смол, однако все показатели остаются в пределах требований указанного стандарта. Цетановое число 10%-ных композиций увеличивается еще на 2 пункта. Несколько повышается температура помутнения и застывания полученных компаундов и составляет минус 30 – минус 31°C, что вполне приемлемо для работы в зимних условиях Азербайджана.

OR-23. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИТИЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Г.Б. Куншина, В.И. Иваненко, С.В. Аксенова, С.В. Владимирова, И.В. Бочарова

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН
Академгородок, д. 26а, Апатиты, 184209, Россия
e-mail: kunshina@chemy.kolasc.net.ru

В ИХТРЭМС КНЦ РАН разработаны новые способы синтеза твердых электролитов с высокой литий-ионной проводимостью со структурой NASICON состава $Li_{1.3}Al_{0.3}Ti_{1.7}(PO_4)_3$ (LATP) и $Li_{1.5}Al_{0.5}Ge_{1.5}(PO_4)_3$ (LAGP) и со структурой перовскита состава $Li_{3x}La_{2/3-x}TiO_3$ (LLT) [1-3]. Значения ионной проводимости при комнатной температуре, измеренные методом импедансной спектроскопии, находились в интервале 10^{-3}-10^{-4} См/см. Методами рентгенофазового и химического анализов подтверждено соответствие продуктов требуемому составу. Преимущество разработанных способов заключается в использовании жидкофазных прекурсоров на основе пероксидного и цитратного комплекса титана и оксалатного комплекса германия. При использовании жидкофазного прекурсора химическое взаимодействие в многокомпонентном растворе происходит с получением целевого продукта без образования промежуточных соединений. Это позволяет значительно снизить температуру и продолжительность синтеза благодаря лучшей гомогенизации реакционной смеси и упростить проведение технологических операций. Монофазные целевые продукты, не содержащие непроводящих примесных фаз, являются перспективными для использования в твердотельных литий-ионных аккумуляторах. Синтез устойчивых растворов-прекурсоров твердых электролитов (LATP, LAGP и LLT) открывает возможности получения пленок твердых электролитов для создания тонкопленочных устройств. Изучена совместимость синтезированных твердых электролитов в контакте с электродными материалами $LiCoPO_4$ и $Li_4Ti_5O_{12}$.

Разработан эффективный золь-гель способ синтеза [4-5] наноразмерных, монофазных порошков перспективного анодного материала состава $Li_4Ti_5O_{12}$ для литий-ионных аккумуляторов и сегнетоэлектрических материалов состава $LiNbO_3$ и $LiTaO_3$ для оптической стеклокерамики. Синтезированный продукт состава $Li_4Ti_5O_{12}$ показал высокую удельную электрохимическую ёмкость, близкую к теоретической (175 мАч/г), стабильность в процессе циклирования, высокую скорость заряда-разряда, а введение порошков $LiNbO_3$ и $LiTaO_3$ в состав стеклообразной матрицы - высокие значения электрооптических и нелинейно-оптических коэффициентов (коэффициент Керра достигал $100 \cdot 10^{-16}$ м/В^2). Разработанные в ИХТРЭМС КНЦ РАН способы синтеза порошков литиевых функциональных материалов обеспечивают их стехиометрию, монофазность, высокую дисперсность частиц и управление гранулометрическим составом. Организация малотоннажного производства таких материалов будет способствовать решению задач импортозамещения и создания отечественной элементной базы наукоемкой высокотехнологической продукции.

Литература

1. Куншина Г.Б. и др. *Неорг. материалы*, **2013,** *49*, 59-64.
2. Куншина Г.Б. и др. Пат. 2493638 РФ.
3. Куншина Г.Б. и др. *Неорг. материалы*, **2015,** *51*, 422-427.
4. Иваненко В.И. и др. Пат. 2542273 РФ.
5. Иваненко В.И. и др. *Неорг. материалы*, **2007,** *43*, 753-761.

OR-24. РАДИКАЛЬНАЯ КОНТРОЛИРУЕМАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ В ПРИСУТСТВИИ НИТРОКСИДОВ: СИНТЕЗ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ В МЯГКИХ УСЛОВИЯХ

М.В. Еделева[а,б)], Д.А. Пархоменко [а,б)], И.А. Кирилюк [а,б)], Е.Г. Багрянская[а,б)]

[a)] Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.9, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: edeleva@nioch.nsc.ru
[b)] Новосибирский государственный университет
ул. Пирогова, д.2, Новосибирск, 630090, Россия

Радикальная контролируемая полимеризация (РКП) является современным методом получения макромолекул с заданным составом, сложной архитектурой и низкой дисперсностью. При этом процесс РКП толерантен к функциональным мономерам, примесям и условиям проведения процесса. В настоящее время РКП используется не только исследователями для получения полимеров, но и приобретает все большую популярность в качестве промышленного метода получения инженерных пластиков, в частности, пластиков, основанных на блок-сополимерах.

В докладе подробно рассмотрен метод РКП в присутствии нитроксильных радикалов. Указаны основные преимущества данного метода. Сделан обзор продуктов, получаемых методом РКП в промышленности.

Представлены результаты авторов по изучению механизмов и кинетики реакций РКП, влияние различных факторов на них. В частности, подробно рассмотрено влияние побочных реакций на РКП, а также на получаемые в результате такого процесса полимеры. Приведены данные по преодолению влияния побочных реакций, применяемые в промышленности, представлены данные авторов по снижению вклада побочных реакций в кинетику РКП. Рассмотрены методы управления процессами полимеризации, представлены оригинальные подходы авторов к данному вопросу.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-03-05250а.

OR-25. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КРИОГЕЛЕЙ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

Д.А. Филатов, Л.К. Алтунина, М.С. Фуфаева, В.С. Овсянникова

Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук
проспект Академический, 4, 634055, Томск, Россия
e-mail: Filatov@ipc.tsc.ru

В последние годы постоянно возрастает интерес к криогелям на основе поливинилового спирта (ПВС). Метод криотропного гелеобразования открывает перспективы для совершенствования уже существующих и создания еще неизвестных материалов для различного практического использования [1]. Уникальное сочетание ряда свойств, в первую очередь высокой прочности, биосовместимости, стабильности в биологических средах и экологической безвредности, а также относительная простота технологии получения позволяет рассматривать криогели как новый тип полимерных систем, интересных в научном и прикладном аспектах. В последнее время эти гели все шире используют в качестве материалов биомедицинского, биотехнологического назначения и пищевой промышленности [2].

В Институте химии нефти разработан метод получения полимерной матрицы криогеля на основе ПВС с высокой адгезией к песку, глине и почве [3]. Частички почвы связываются в наполненные криоструктураты, практически неподверженные эрозии. Преимуществом разрабатываемого метода является комплексный подход к решению проблемы опустынивания почв, основанный на выращивании многолетних трав и древесных пород растений в почве, обработанной раствором полимера. Семена прорастают сквозь криогелевый слой и образуют устойчивый зеленый покров [4]. Установлено, что криогель влияет на содержание макро- и микроэлементов в почве, обеспечивает больший прогрев, уменьшает амплитуду суточных температур, улучшает водообеспеченность субстрата, повышая его водоудерживающую способность [5]. Было показано, что интенсивность фотосинтеза и эффективность использования воды у растений, выращенных в криоструктурированной почве, в 2-2,5 раза выше по сравнению с растениями, выращенными в обычной почве [6,7]. Это говорит о том, что растения, выращенные с применением криогеля, обладали более высокой адаптивностью по сравнению с контролем.

При рекультивации техногенных объектов и закреплении подвижных грунтов с помощью гравнистых культур нормы нанесения криогелеобразующего раствора и других компонентов (минеральных удобрений и др.) должны быть рассчитаны с учетом состава почы или грунта, крутизны склона и особенностей используемых сортов растений. Криогели успешно прошли лабораторные, опытные и опытно-промышленные испытания в различных регионах России.

Литература

1. Lozinsky V.I. Cryogels on the Basis of Natural and Synthetic Polymers: Preparation, Properties and Applications // Russian Chemical Reviews. 2002. Vol. 71, №. 6. P. 489-511.

2. Altunina L. K., Fufaeva M. S., Filatov D. A., Svarovskaya L.I., Rozhdestvenskii E. A., Gan-Erdene T. Effect of Cryogel on Soil Properties // Eurasian Soil Science. 2014. Vol. 47, № 5. P. 425-431.

3. Altunina L.K., Fufaeva M.S., Filatov D.A., Svarovskaya L.I. Application of cryogel for stabilizing soils under deflation // Earth's Cryosphere. 2013. Vol. 17, № 3. P. 83-88.

OR-26. СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДОЛОГИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ РАЗРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-АМИНОПИРИМИДИНА – ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Е.В. Королева, Ж.В. Игнатович

Институт химии новых материалов НАН Беларуси
ул.Ф.Скорины д.36, г. Минск 2200141, Республика Беларусь
e-mail: ignatovichz@inbox.ru

Достижения фармакологии во многом определяются синтезом биологически активных соединений, на основе которых создаются новые лекарственные препараты. Одним из важнейших направлений фармацевтической индустрии является производство средств терапии онкологических заболеваний.

Установление природы ингибирования опухолевых процессов низкомолекулярными органическими соединениями принципиально изменило подход к разработке лекарственных соединений для противоопухолевой терапии. Успехи последнего десятилетия в этой области связаны с созданием таргетных (целевых) ингибиторов киназ – препаратов направленного патогенетического действия.

Современная методология разработки противоопухолевых лекарственных препаратов включает предшествующий синтезу виртуальный поиск целевой молекулы с использованием фармакофорного моделирования ее структуры, молекулярного докинга с белковой молекулой-мишенью, программ компьютерного скрининга биологической активности, выбор и оптимизацию соединения-лидера и др. Данные этих исследований являются базой для последующего получения целевого соединения путем органического синтеза. Процесс создания лекарственного соединения начинается задолго до синтеза и включает идентификацию мишени, поиск соединения-лидера, оптимизацию базовой структуры. Каждая из этих стадий в последнее время существенно обогатилась как новыми экспериментальными процедурами, так и методами компьютерного моделирования.

Открытие в ряду производных аминопиримидина специфических низкомолекулярных ингибиторов тирозинкиназ явилось одним из наиболее значительных достижений в области синтетической химии производных пиримидина. Вслед за иматинибом и нилотинибом был синтезирован ряд новых потенциальных ингибиторов киназ на основе производных аминопиримидина.

В докладе приведены примеры разработанных с помощью методов молекулярного дизайна новых низкомолекулярных ингибиторов киназ – производных аминопиримидина. Обсуждаются примеры и проблемы создания противоопухолевых препаратов с мультикиназным профилем активности, конструирование химерных молекул в направленном синтезе биологически активных соединений.

OR-27. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ПРИРОДНОГО ФУНГИЦИДА БИУС

А.Е. Гражданников, И.В. Нечепуренко, О.П. Шеремет

Новосибирский институт органической химии им. Н.Н Ворожцова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, 9, 630090, Новосибирск, Россия
e-mail: agrash@nioch.nsc.ru

В опытном химическом производстве НИОХ СО РАН накоплен богатый опыт по получению высокоэффективных биопрепаратов нового поколения для стимуляции роста и защиты растений от инфекций на основе процесса обработки древесной зелени пихты сибирской (Abies sibirica). Средство для борьбы с грибковыми заболеваниями пшеницы и картофеля и повышения их урожайности Биус [1] является композиционным средством, содержащим три компонента:

1)экстракт пихтовой зелени, полученный при кипячении с *трет*-бутилметиловым эфиром и обработанный N,N'-тетраметилдиаминометаном (бисамином);

2)соль 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) с бисамином (0.5%);

3)экстракт смеси лишайников рода Usnea, полученный кипячением воздушно-сухого сырья в изопропиловом спирте (0.25%).

Изо-пропанольные экстракты смеси лишайников по данным ВЭЖХ-анализа содержат в качестве основного компонента усниновую кислоту (УК) – вещество с мощными фунгицидными свойствами.

При разработке регламента на производство и оформлении ТУ на готовый продукт необходимо было разработать методики ВЭЖХ, позволяющие определять компоненты Биус (2,4-Д и УК), вводимые в небольших количествах, на фоне значительного содержания (около 30%) эмульгатора – неонола.

Для контроля производства препарата Биус были разработаны методики ВЭЖХ. Разделение компонентов смесей проводилось на колонках с обращёнными фазами на приборах серии «Милихром».

Для контроля содержания суммарного экстракта пихтовой зелени использовался элюент - смесь метанол 0.05 Н раствор фосфорной кислоты (в соотношении 4:1, по объёму). Опорная длина волны – 240 нм. Определение содержания действующих компонент проводилось с использованием в качестве стандарта препарата Новосил (производства ОХП НИОХ). Содержание действующих компонент тритерпеновых кислот (ТК) в суммарном экстракте составляло 20-35%, содержание ТК в готовом препарате Биус составляло 9-10%.

Для контроля содержания 2,4-Д и УК использовался градиент 500 мкл смеси метанол - 0.05 Н раствор фосфорной кислоты (в соотношении 3:1, v/v), 2500 мкл смеси метанол-0.05 Н раствор фосфорной кислоты (7:1, v/v), далее - чистый метанол. Опорные длины волн 280 нм (для расчёта содержания 2,4-Д) и 300 нм (для расчёта содержания УК). В качестве внутреннего стандарта для определения 2,4-Д и УК применялся 1-хлорантрахинон. В экстракте лишайника, применявшегося в производстве Биус, содержалось 20-22% УК. В готовом продукте Биус обнаружено в составе эмульсии 0.1-0.2% 2,4-Д и 0.05-0.07% УК.

Приведённые методики могут быть применены на всех стадиях производства Биус как для контроля качества сырья, так и для контроля качества выпускной формы продукта.

Литература

1. Пат РФ № 2437285 (2010).

OR-28. ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ЭКСТРАКТОВ НЕКОТОРЫХ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЕВРАЗИИ И ПОЛУЧЕНИЕ БИОАКТИВНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ОТХОДОВ ИХ ЛЕСОПЕРЕРАБОТКИ

Т.П. Кукина, Е.В. Малыхин, Е.А. Хохрина, А.В. Шпатов, С.А. Попов

Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.9, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: shpatov@nioch.nsc.ru

Сосны и пихты являются одними из основных лесообразующих видов древесных растений в Сибири, на Дальнем Востоке России, в северо-восточном Китае, на Корейском полуострове и в Японии. Они массово используются в хозяйственной деятельности человека, но преимущественно в получении деловой древесины. Образующиеся в ходе лесозаготовительных работ отходы – охвоенные ветви (древесная зелень (ДЗ)), кора, пни, – как правило, далее не используются или перерабатываются в незначительной степени. Между тем, эти части растений являются богатыми источниками разнообразных по структуре низко- и высокомолекулярных биоактивных соединений. Разработка технологий комплексной переработки отходов лесозаготовительной и лесоперерабатывающей отраслей промышленности опирается на: 1) знания о качественном и количественном составе этого природного сырья, особенностях химических и физических свойств содержащихся в нём соединений или классов соединений; и 2) подбор известных технологических решений или поиск новых по извлечению этих соединений или классов соединений с учётом вышеупомянутых знаний. В особенности это важно в отношении экстрактивных низкомолекулярных метаболитов растений. К сожалению, лишь некоторые виды сосен и пихт, например, сосна обыкновенная, кедр сибирский и пихта сибирская, были достаточно подробно изучены в химическом плане.

Нами представлены результаты сравнительного хромато-масс-спектрометрического исследования состава гексановых экстрактов хвои и обесхвоенных побегов кедра корейского, кедрового стланика, сосны густоцветковой и сосны Тунберга, а также внешней коры двух последних видов сосен. Экстрактивные вещества данных растений представлены преимущественно сескви-, ди-, и тритерпеноидами, стеринами, жирными кислотами и спиртами, а также жирами и восками. Ряд терпеновых соединений впервые обнаружены в изучаемых соснах. Выявлены количественные и качественные межвидовые и внутривидовые различия в составе липофильных экстрактивных веществ различных частей этих растений.

В рамках создания технологий комплексной переработки ДЗ был разработан эффективный способ выделения одного из главных кислотных компонентов ДЗ кедра сибирского – ламбертиановой кислоты – ценного полупродукта для получения фармакологических агентов. Была усовершенствована ранее используемая в НИОХ СО РАН технология переработки ДЗ пихты сибирской с выделением действующего начала фитостимулятора «Новосил», что позволило безотходно использовать все экстрактивные вещества и получать ранее известные и новых биоактивные продукты для сельского хозяйства. Разработана технология получения из изопропанольного экстракта ДЗ пихты сибирской хлорофилло-каротиновой пасты и пихтового масла.

OR-29. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ В КАЧЕСТВЕ СРЕДЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРИСУТСТВИИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НИКЕЛЯ

С.А. Приходько [a)], А.Г. Попов [a)], Н.Ю. Адонин [a)], В.Н. Пармон [a)]

[a)] *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, просп. Академика Лаврентьева, д. 5, Новосибирск, 630090, Россия*
e-mail: spri@catalysis.ru

Ранее нами было показано [1, 2], что использование ионных жидкостей в качестве среды для проведения реакций катализируемого комплексными соединениями никеля гидродефторирования различных фтороароматических соединений приводит к значительному увеличению скорости реакции по сравнению с таковой в обычных апротонных диполярных растворителях (ДМФ, N,N-диметилацетамид, N-метилпирролидон).

Было установлено, что природа ионной жидкости оказывает существенное влияние на каталитические свойства комплексов никеля. Использование в качестве реакционной среды ионных жидкостей с различными катионными и анионными фрагментами может приводить как к увеличению каталитической активности комплексов никеля, так и к ее снижению, вплоть до полного отсутствия каталитических свойств. На примере реакций каталитического гидродефторирования пентафторацетанилида и гомосочетания хлорбензола (Схема 1) показано, что оказываемый эффект носит специфический характер – ионная жидкость, в одном случае приводящая к дезактивации никелевого катализатора, в случае другой реакции может приводить к усилению каталитических свойств.

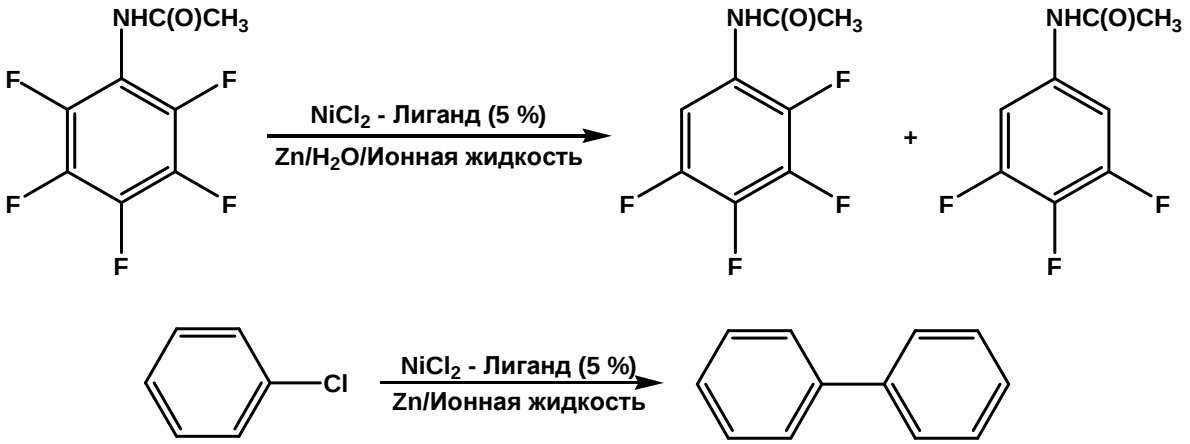


Схема 1.

В данной работе рассматриваются основные факторы, обуславливающие влияние ионной жидкости на каталитическую активность комплексов никеля, а также возможные причины специфического влияния структуры ионной жидкости на свойства никелевых комплексов.

Литература

1. Prikhod'ko, S.A. et al. *Tetrahedron Lett.*, **2010**, *51*, 2265-2268.
2. Приходько, С.А. и др., *Известия АН, Сер. Хим.*, **2013**, 34-39.

OR-30. ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕГЕНЕРАЦИИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ОКИСЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАСТВОРОВ Mo-V-ФОСФОРНЫХ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ

Е.Г. Жижина, Л.Л. Гогин, Ю.А. Родикова, З.П. Пай

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д. 5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: zhizh@catalysis.ru

Благодаря обратимой окисляемости водные растворы Mo-V-P ГПК (ГПК-x, x – число атомов V) – высокоэффективные катализаторы 2-стадийных процессов (1)+(2) окисления субстратов (Su) разных классов кислородом по суммарной реакции (3) [1].

$$^{m}/_{2}\ Su + ГПК\text{-}x + {}^{m}/_{2}\ H_2O \longrightarrow {}^{m}/_{2}\ SuO + H_mГПК\text{-}x \qquad (1)$$

$$H_mГПК\text{-}x + {}^{m}/_{4}\ O_2 \longrightarrow ГПК\text{-}x + {}^{m}/_{2}\ H_2O \qquad (2)$$

$$Su + {}^{1}/_{2}\ O_2 \xrightarrow{ÃÏ\ Ê\text{-}õ} SuO \qquad (3)$$

Растворы ГПК-x, обладающие (за счет V) высоким редокс-потенциалом (E ~ 1 В), являются сильными бренстедовскими кислотами, что позволяет использовать их как бифункциональные (кислотные и окислительные) катализаторы в различных one-pot процессах. Стадия (2) регенерации ГПК-x является о*бщей стадией* всех окислительных процессов с участием растворов ГПК-x. Регенерированный раствор вновь используется в реакции (1) на следующем цикле реакции (3).

Регенерацию раствора ГПК-x можно проводить как традиционным способом при 150-160 °C и P_{O_2} = 3-4 атм [2], так и при $P_{атм}$ (на воздухе) с добавками конц. HNO_3.

В таблице представлены данные многоциклового использования раствора $H_{17}P_3Mo_{16}V_{10}O_{89}$ (ГПК-10) в 7 циклах one-pot процесса получения 2,3-диметилантрахинона (2,3-ДМАХ) из нафтохинона и 2,3-диметилбутадиена. Восстановленный раствор ГПК-10 поочередно окисляли двумя указанными способами.

№ цикла	E раствора ГПК-10 до реакции (1), В	Выход 2,3-ДМАХ, %	Чистота 2,3-ДМАХ, %	Способ регенерации раствора катализатора
1	1.098	81	98	150°C, P_{O_2}= 4 атм, 20 мин
2	1.063	77	98	160°C, P_{O_2}= 4 атм, 15 мин
3	1.066	77	97.5	Кипячение, воздух, 0.15 мл $HNO_{3\ конц}$, 30 мин
4	1.101	80,5	98	Кипячение, воздух, 0.15 мл $HNO_{3\ конц}$, 30 мин
5	1.097	80	98.5	160°C, P_{O_2}= 4 атм, 15 мин
6	1.063	77	98	Кипячение, воздух, 0.2 мл $HNO_{3\ конц}$, 30 мин
7	1.104	81	98	160°C, P_{O_2}= 4 атм, 15 мин

Условия: 80 °C, 4 мл 0.2 М раствора ГПК-10, мольное отношение ГПК-10:HX 0.5:1, объемное отношение раствор ГПК:1,4-диоксан 1:1, время реакции 7 ч, конверсия нафтохинона во всех опытах была ≥ 99%.

Регенерация с добавкой HNO_3 обеспечивает более глубокое окисление восстановленного раствора ГПК-10, обеспечивая более высокое значение E перед следующим циклом. Целевые продукты на всех циклах идентичны (по ИК-спектрам).

Литература

1. Жижина Е.Г., Одяков В.Ф. *Кинетика и катализ*, **2008**, *49 (6)*, 814-823.
2. Zhizhina E.G., Odyakov V.F. *Int. J. Chem. Kinet.*, **2014**, *46* (9), 567-576.

OR-31. ПЕРЕРАБОТКА ПРЕССОВЫХ ОТТЕКОВ НАФТАЛИНА

М.С. Шаверин[a)], З.Р. Исмагилов[b)]

[a)]АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», ш. Космическое, д.16, Новокузнецк, 654043, Кемеровская область, Россия
e-mail:Mikhail.Shaverin@evraz.com
[b)]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово, пр. Советский 18, Кемеровская область, Россия, e-mail:IsmagilovZR@iccms.sbras.ru.

На сегодняшний день, при производстве прессованного нафталина по технологической схеме барабанный кристаллизатор – гидравлический пресс, образуются прессовые оттеки, которые содержат до 70% нафталина.

В отделении переработки смолы цеха химического улавливания и производства коксохимической продукции КХП ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» не предусмотрена переработка прессовых оттеков. По существующей технологической схеме прессовые оттеки откачиваются в хранилище участка дистилляции смолы, где смешиваются уже с усредненной каменноугольной смолой, которая в дальнейшем поступает на переработку.

Результатом такой дозировки является нарушение усредненности состава каменноугольной смолы и, как следствие, дополнительные потери нафталина с поглотительной и фенольной фракциями.

Одним из возможных способов переработки прессовых оттеков может стать дистилляция острым паром.

При этом необходимо создать требуемый паровой поток, встречное орошение и температуру. Применение данного метода позволит перерабатывать прессовые оттеки, исключая их дозировку в хранилище с уже усредненной каменноугольной смолой. В итоге появится возможность исключить потери нафталина с поглотительной и фенольной фракциями, получать поглотительное масло, как товарный продукт, в соответствии с требованиями ТУ 14-7-132-91 «Масло поглотительное для улавливания бензольных углеводородов» и увеличить выход нафталиновой фракции.

При переработке прессовых оттеков методом дистилляции возникает необходимость максимально снизить присутствие в извлекаемом нафталине других высококипящих примесей, в частноститионафтена. В связи с близостью температур кипения нафталина и тионафтена на стадии дистилляции каменноугольной смолы разделить их невозможно. Температура кипения нафталина составляет 218℃, а температура кипения тионафтена составляет 221℃. Для уменьшения содержания тионафтена в нафталине используется горячее прессование нафталиновой фракции, при котором значительная часть тионафтенавыводится с оттеками прессования.

Использование метода дистилляции для переработки прессовых оттеков позволит возвращать нафталин, теряющийся с оттеками, обратно на прессование, максимально очищая его от тионафтена и других примесей, получая нафталин соответствующий требованиям ГОСТ 16106-82 «Нафталин коксохимический».

Переработка нафталиновой фракции по схеме барабанный кристаллизатор – гидравлический пресс – дистилляционная колонна – барабанный кристаллизатор является новой и перспективной, особенно, когда цена нафталина на рынке имеет тенденцию к росту.

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

Р-1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА КРАУН-ЭФИРОВ

В.Н. Глушко, Л.И. Блохина, Н.Ю. Садовская, О.А. Усова

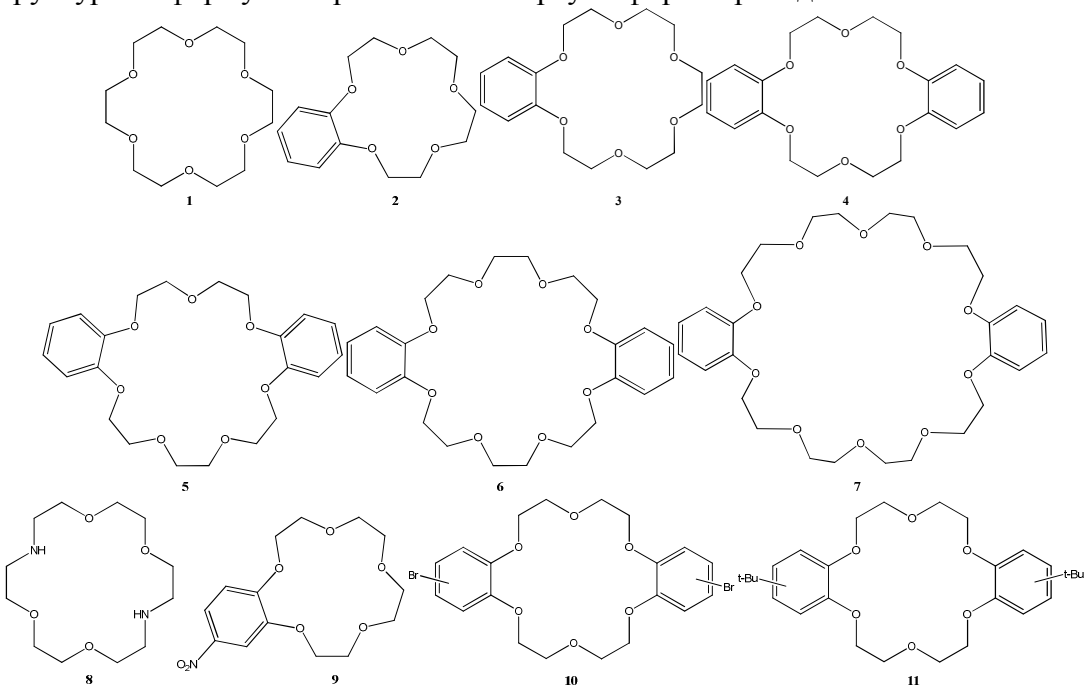
Научно-исследовательский ордена Трудового Красного Знамени институт химических реактивов и особо чистых химических веществ
ул. Богородский вал, д.3, г. Москва, 107076, Россия
e-mail: tetrazoli@yandex.ru

На базе ФГУП «ИРЕА»действуетуникальная технологическая линия малотоннажного производства краун-эфировдля обеспечения Российского потребительского рынка стратегически важной продукцией, используемой для развития приоритетных направлений науки и техники, жизнедеятельности человека, в частности, для повышения безопасности переработки и захоронения высокоактивных отходов атомных и ядерных производств, для создания принципиально новых методов качественного и количественного анализа сложных смесей органических и неорганических веществ, экстракции неорганических ионов, для получения модифицированных мономеров, полимеров, мембран, катализаторов межфазного переноса в синтетической химии и химии лекарственных средств.

Технологическая линия позволяет получить ряд соединений класса краун-эфиров:18-краун-6 (1), бензо-15-краун-5 (2), бензо-18-краун-6 (3),дибензо-18-краун-6 (4),дибензо-21-краун-7 (5), дибензо-24-краун-8 (6), дибензо-30-краун-10 (7).

Кроме этого, разработаны лабораторные методики получения следующих краун-эфиров:1,10-диаза-18-краун-6 (8), 4-нитробензо-15-краун-5 (9), 4',4"(5")-дибромдибензо-18-краун-6 (10), 4',4"(5")-дитретбутилдибензо-18-краун-6 (11).

Структурные формулы перечисленных краун-эфиров приведены ниже.



Авторы выносят благодарность за активное участие в разработке установки д.х.н. Н.В. Цирульниковой и А.М. Шульцу.

Р-2. АКТИВНОСТЬ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ В КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕГИДРАТАЦИИ БИОЭТАНОЛА В ЭТИЛЕН

С.П. Банзаракцаева[a)], Е.В. Овчинникова[a)], В.А. Чумаченко[a)]

[a)] *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: sardana_b@catalysis.ru

Современное развитие процессов получения этилена из биоэтанола инициировано ростом потребности в малотоннажных продуктах на основе этилена, в частности, композитных и полимерных материалах [1], а также доступностью исходного сырья и высокой чистотой биоэтилена. Установки каталитической дегидратации этанола считаются достаточно простыми и дешевыми [2], а сроки коммерческой реализации проектов, по данным компании Braskem, не превышают 5 лет. Технологии, использующие в качестве сырья биоэтанол, полученный из непищевого сырья, развиваются в странах, обладающих необходимыми климатическими и агротехническими условиями, способствующими высокой урожайности биомассы. В России также ведутся исследования по селекции культур, обладающих высокой урожайностью [3,4].

Перспективными катализаторами дегидратации этанола являются цеолиты, проявляющие активность при температурах 200-400°С, и оксиды алюминия, проявляющие активность в области более высоких температур 370-450°С [5]. Вследствие нестабильности цеолитов в условиях дегидратации концентрированного этанола, применение катализаторов на основе оксидов алюминия более экономически обосновано, и может обеспечить длительный срок службы.

В настоящей работе приводятся результаты испытания разработанных в ИК СО РАН катализаторов на основе оксидов алюминия в дегидратации биоэтанола в биоэтилен. Исследования проведены в проточном лабораторном реакторе при температурах 370 и 400°С, объеме загрузки образцов 1 мл, исходных концентрациях реагентов C_2H_5OH : H_2O : N_2= 77.5 : 14.8 : 14.1 (% мол.). В экспериментах использовали фракцию катализатора 0,25-0,5 мм, полученную из цилиндров диаметром 2-3 мм. По результатам тестирования были выбраны наиболее активные и селективные катализаторы даны рекомендации по наработке укрупненной партия для проведения пилотных испытаний. Выполнено сравнение чистоты получаемого этилена и каталитических свойств промышленных оксидов алюминия отечественного производства и катализаторов на основе оксида алюминия, разработанных в ИК. Проведен анализ технологической схемы для процесса дегидратации биоэтанола и выполнена оценка основных характеристик реактора дегидратации этанола в расчете на производительность 1000 тонн этилена в год.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ,
уникальный идентификатор проекта RFMEFI60714X0046.

Литература

1. Queiroz A.U. B. et al. *J. Macromolecular Sci.:Polymer Rev.*, **2009**, *49*, 65-78
2. Kochar N. K. *Chem. Eng.*, **1980**, 28 (1), 80−81
3. Доржиев С.С. и Патеева И.Б. *Ползуновский вестник*, **2011,** *№2/2*
4. Будаева В.В. и др. *Катализ в промышленности*, **2013**, *3*, 60-66.
5. Zhang M. and Yu Y. *Ind. Eng. Chem. Res.*, **2013**, *52 (28)*, 9505–9514.

Р-3. ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛЕНА ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ КОНВЕРСИЕЙ ЭТАНА НА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ВАНАДИЯ И МОЛИБДЕНА

В.М. Бондарева[а)], Е.В. Ищенко[а),б)], Т.Ю. Кардаш[а),б)], Г.А. Зенковец[а)], В.И. Соболев[а)], К.Ю. Колтунов[а),б)]

[а)] Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: valent@catalysis.ru
[б)]Новосибирский государственный университет

Этилен – важнейший продукт нефтехимической промышленности, находящийся в начале ряда производственных цепочек современной нефтехимии. На базе этилена производятся десятки полупродуктов, таких как этиленоксид, винилхлорид, этилбензол, ацетальдегид, винилацетат, этанол и др., которые, в свою очередь, являются источником получения сотен и тысяч конечных продуктов органического синтеза. Современное промышленное производство этилена базируется на высокоэнергозатратном процессе пиролиза углеводородного сырья - C_2-C_4 алканов и прямогонных бензиновых фракций. Перспективной альтернативой существующему способу является создание новой высокоэффективной технологии получения этилена на основе гетерогенно-каталитической окислительной конверсии этана.

В докладе представлены результаты систематического исследования селективных превращений этана в условиях окисления молекулярным кислородом на ванадий-молибденовых катализаторах различного состава (V-Mo-Ox, V-Mo-Te-Ox, V-Mo-Nb-Ox, V-Mo-Te-Nb-Ox и V-Mo-Sb-Nb-Ox). Реакции изучены в проточном газофазном режиме при атмосферном давлении. Показано, что в зависимости от выбранных условий (природа катализатора, температура, время контакта) возможна реализация высокоселективного превращения этана в этилен [1].

Создаваемая технология будет иметь ряд преимуществ перед существующими технологиями получения этилена на основе пиролиза углеводородов или каталитического (анаэробного) дегидрирования этана. Предполагается, что новая технология обеспечит повышение максимального выхода продукта за один проход, оперирование при относительно низких температурах (400-450°C вместо 600-800°C), увеличение времени процесса без замены катализатора (не менее 1 года), снижение материало- и энергоёмкости производства (процесс идет с выделением, а не с поглощением тепла), уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду.

Результаты работы могут быть использованы для создания современного малотоннажного производства производных этилена и продуктов на их основе, без привязки, как обычно, к крупнотоннажному производству этилена. Преимуществом новой технологии является ее гибкость в отношении масштабирования (как в сторону увеличения, так и в сторону понижения мощности производства), с учетом производственных потребностей.

Прикладные научные исследования проведены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки Российской Федерации. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI60714X0053.

Литература

1. Бондарева В.М. и др. *Катализ в промышленности.* **2014,** *№ 6*, 38-44.

Р-4. СЕЛЕКТИВНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ КАРВОНА В ДИГИДРОКАРВОН В ПРИСУТСТВИИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Ю.С. Демидова[a, b], Е.В. Суслов[c], О.А. Симакова[d], К.П. Волчо[b, c], Н.Ф. Салахутдинов[b, c], И.Л. Симакова[a, b], Д.Ю. Мурзин[d]

[a] *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: demidova@catalysis.ru
[b] *Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск, Россия*
[c] *Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН*
просп. Академика Лаврентьева, д.9, Новосибирск, 630090, Россия
[d] *Университет Або Академи, Турку, Финляндия*

Одной из актуальных проблем тонкой органической химии является разработка эффективных методик селективного превращения многофункциональных органических соединений природного происхождения. Разработка методов региоселективного гидрирования данных соединений представляет большой интерес в связи с практической важностью образующихся продуктов. Так, дигидрокарвон, ценный интермедиат и ингредиент различных коммерческих композиций душистых веществ, получаемый синтетически восстановлением карвона различными востановливающими реагентами и системами, включающими $Bu_3SnH/Pd(PPh_3)_4$ в присутствии различных кислот, гидриды металлов, цинковую пыль в присутствии $NiCl_2$ и спиртого раствора щелочи, может быть получен более эффективно каталитическим методом. Целью данной работы является разработка метода синтеза дигидрокарвона гидрированием карвона в присутствии золотосодержащих катализаторов на базе систематического исследования реакции конкурентного гидрирования различных функциональных групп в монотерпеноидах природного происхождения, карвона, лимонена, карвеола, оксима карвона в присутствии Au/TiO_2.

Реакцию жидкофазного гидрирования карвона и его производных проводили в автоклаве в присутствии Au/TiO_2 при температуре 100ºС и $p(H_2)$=9 атм с использованием протонных растворителей [1]. Впервые обнаружена высокая активность Au/TiO_2 катализатора в реакции региоселективного гидрирования двойной С=С связи, сопряженной с карбонильной группой, в присутствии несопряженной олефиновой двойной связи. Показана высокая активность Au/TiO_2 катализатора в стерео- и региоселективном гидрировании карвона в дигидрокарвон (выход около 65%) с преимущественным образованием *транс*-изомера, что является новым методом синтеза промышленно ценного дигидрокарвона. В рамках исследования влияния структуры исходного субстрата на каталитическую активность Au/TiO_2 катализатора было показано, что сопряжение с карбонильной группой является необходимым для регеоселективного гидрирования С=С связи. Изучено влияние растворителя на каталитическую активность и соотношение *транс*-/*цис*-дигидрокарвон. Показано, что скорость гидрирования возрастает в ряду: изопропанол<этанол<метанол, что коррелирует с величиной диэлектрической проницаемости ε. Предложена схема механизма реакции. Найдены условия селективного гидрирования карвона в дигидрокарвон, обеспечивающие выход целевого продукта ~65%, с преимущественным образованием *транс*-изомера.

Литература

1. Demidova, Yu.S., Suslov, E.V., Simakova, O.A., Simakova, I.L., Volcho, K.P., Salakhutdinov, N.F., Murzin, D.Yu. *Catal. Tod.* **2015**, *241 B*, 189-194.

Р-5. ПОЛУЧЕНИЕ РАСТВОРОВ Mo-V-ФОСФОРНЫХ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ: ОТ ЛАБОРАТОРНЫХ СПОСОБОВ ДО ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕТОДОВ

Е.Г. Жижина, В.Ф. Одяков, Л.Л. Гогин, В.Н. Пармон

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д. 5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: zhizh@catalysis.ru

Растворы Mo-V-P гетерополикислот (ГПК-x, x – число атомов V) за счет своей *обратимой окисляемости* являются высокоселективными (S=90-99%) катализаторами двухстадийных процессов окисления различных субстратов кислородом. В последние годы нам удалось разработать способы синтеза модифицированных (некеггиновских) высокованадиевых растворов ГПК-x, обладающих высокой окислительной ёмкостью и повышенной термостабильностью [1].

На одном из таких растворов (брутто-состава $H_{12}P_3Mo_{18}V_7O_{85}$ или ГПК-7) в пилотном варианте отрабатывалась промышленная технология синтеза метилэтилкетона (МЭК) путем окисления н-бутиленов на гомогенном катализаторе Pd+ГПК-7 [2]. Для заполнения всех аппаратов опытно-промышленной установки (ОПУ) потребовалось синтезировать **1350 л** катализатора. В ОПУ катализатор перемещался по замкнутому циклу, проходя через бутиленовый реактор, где осуществлялась целевая реакция, пленочный испаритель для отделения МЭК от восстановленного катализатора и воздушный реактор для регенерации катализатора кислородом воздуха. Окисленный катализатор снова попадал в бутиленовый реактор на новый каталитический цикл процесса синтеза МЭК.

Отработан опытно-промышленный способ получения укрупненных партий (по **50 л**) катализатора на основе ГПК-7 [3]. Раствор ГПК-7 синтезируют в несколько этапов, исходя из V_2O_5, MoO_3 и H_3PO_4 по суммарной реакции (1):

$$3{,}5\ V_2O_5 + 18\ MoO_3 + 3\ H_3PO_4 + 1{,}5\ H_2O \longrightarrow H_{12}P_3Mo_{18}V_7O_{85} \quad (1)$$

Ключевым моментом является растворение V_2O_5 в разбавленном (~5 %) и охлаждённом (3-4 °C) растворе H_2O_2. При этом образуются пероксидные комплексы V(V), которые при повышении температуры до комнатной разлагаются с образованием раствора $H_6V_{10}O_{28}$. В него для стабилизации ванадия вводят рассчитанное количество H_3PO_4 с получением более устойчивого раствора $H_9PV_{14}O_{42}$. Растворение MoO_3 в воде проводят отдельно при нагревании и перемешивании с добавлением другой порции H_3PO_4. В эту смесь постепенно вводят все ранее полученные порции разбавленного раствора $H_9PV_{14}O_{42}$ и упаривают полученную смесь до требуемого объема. В дополнительной активации MoO_3 необходимости нет.

Описанный в [3] способ получения укрупненной партии модифицированного 0,25 М водного раствора ГПК-7 представляется перспективным не только для промышленного процесса синтеза МЭК окислением *н*-бутенов, но и для широкого ряда других окислительных процессов с участием растворов Mo-V-фосфорных ГПК.

Литература

1. Odyakov V.F., Zhizhina E.G., Maksimovskaya R.I. *Appl. Catal. A*, **2008**, *342*, 126-130.
2. Матвеев К.И., Жижина Е.Г., Одяков В.Ф., Пармон В.Н. *Катализ в промышленности*, **2014**, *3*, С. 32-42.
3. Одяков В.Ф., Жижина Е.Г., Матвеев К.И., Пармон В.Н. *Катализ в промышленности*, **2015**, *1*, С. 19-27.

Р-6. РАЗРАБОТКА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТИОФЕНА ИЗ ДИСУЛЬФИДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ОЧИСТКЕ НЕФТИ И БУТАН-БУТИЛЕНОВОЙ ФРАКЦИИ

З.Р. Исмагилов[а), б)], А.М. Мазгаров[в)], С.А. Яшник[а)], С.Р. Хайрулин[а)], А.Ф. Вильданов [в)]

[а)] Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: zri@catalysis.ru
[б)] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН
просп. Советский, д.18, Кемерово, 650000, Россия
e-mail: zinfer1@mail.ru
[в)] ОАО «ВНИИУС» ул. Н.Ершова, 35А, Казань, 420045, Россия
e-mail: vniius@mail.ru

Всесторонний нарастающий интерес, проявляемый в последнее время к тиофену и его гомологам, обусловлен, прежде всего, возможностью синтеза на его основе ряда ценных лечебных препаратов, используемых в медицине и ветеринарии, а также выпуска химикатов для сельского хозяйства (гербициды, пестициды). Существенный интерес и несомненную перспективу представляют новые области применения тиофена, как исходного реагента, на базе которого возможно производство теплостойких полимеров для микроэлектроники, светочувствительных покрытий, приготовление современных красителей и отбеливателей, смазочных масел, антидетонаторов. Чистый тиофен и его производные являются малотоннажными продуктами. Объемы их производства на площадях отдельно взятой компании могут варьироваться от десятков килограммов до нескольких тонн.

В Институте катализа СО РАН совместно с ОАО «ВНИИУС» предложен способ синтеза тиофена из органических диалкилдисульфидов или их смесей и углеводородов, включающий стадии предварительного сульфидирования, синтеза, регенерации в присутствии катализатора общей формулы $Mg(Cu)Cr_2O_4/Al_2O_3$, промотированного калием или лантаном, а в качестве углеводородов используют предельные и непредельные углеводороды С4. Катализатор предварительно сульфидируют в присутствии водорода и смеси исходных диалкилсульфидных соединений [1-3].

В процессе разработки проведены всесторонние лабораторные исследования процесса, подтвердившие его высокую эффективность (выход тиофена в одну стадию составлял 60-70 %). Эффективность процесса также была подтверждена в процессе пилотных испытаний с использованием реальных сырьевых компонентов: дисульфидного масла и бутан – бутиленоволй фракции.

Литература

1. A. Yu. Kopylov, R. R. Sadykov, K. G. Sadikov, A. M. Mazgarov, A. F. Vil’danov, Z. R. Ismagilov, S. R. Khairulin, and S. A. Yashnik. Catalytic Synthesis of Thiophene from Dialkyl Disulfides and *n*-Butane // Petroleum Chemistry Vol. 48, No. 2, 2008, p. 112

2. Z.R.Ismagilov, S.A.Yashnik, S.R.Khairulin, A.M.Mazgarov, R.R.Sadykov, A.Yu.Kopylov Chromia-alumina catalyst for the catalytic synthesis of thiophene // EVROPACAT-8, August, 26-31, 2007 Turku, Finland, P-9-40

3. Патент РФ № 2325228**.** Катализатор и способ получения тиофена. Исмагилов З.Р., Яшник С.В., Хайрулин С.Р., Мазгаров А.М., Вильданов А.Ф., Копылов А.Ю., Садыков Р.Р.

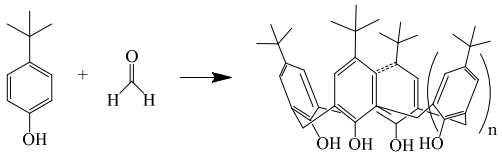
Р-7. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ КАЛИКС[N]АРЕНОВ

В.В. Курышева, Е.А. Иванова, П.Е. Прохорова, Ю.Ю. Моржерин

Химико-технологический институт Уральского федерального университета
ул. Мира д.19, г. Екатеринбург, 620002, Россия
e-mail: kviktoria.89@mail.ru

Каликс[n]арены – являются привлекательным и перспективным классом соединений [1] супрамолекулярной химии.

Каликс[n]арены **1** – макроциклические соединения, продукты конденсации фенола с формальдегидом [1]. Молекула каликс[n]арена может содержать от 4 до 8 фенольных фрагментов, связанных между собой метиленовыми мостиками, благодаря чему структура молекулы каликсарена приобретает чаше подобную форму.



1

Промышленный интерес к каликс[n]аренам обусловлен рядом факторов:

1. каликс[n]арены легко получаются в простых одностадийных процессах;
2. каликс[n]арены - это серия циклических олигомеров, поэтому возможна вариация размеров полости;
3. каликс[n]арены легко подвергаются химической модификации.

Структурная особенность молекул каликсаренов позволяет использовать их в качестве комплексообразующих агентов для анионов, катионов, и небольших нейтральных молекул [2]. Для настройки селективности по отношению к поглощаемым частицам, каликсарены легко подвергаются различным модификациям по верхнему и нижнему ободам.

Функционализация каликсаренов дает широкий спектр производных каликс[n]аренов, которые находят свое применение в различных отраслях промышленности в качестве веществ-переносчиков, хемосенсоров, экстрагентов, а также для моделирования основных функций биохимических процессов - молекулярного распознавания, мембранного переноса, ферментативного катализа [2]. Помимо этого, они способны проявлять антибактериальную, противогрибковую и противовирусную активность. На сегодняшний день синтезированы соединения на основе каликс[n]аренов [3,4], обладающие антимикробным действием по отношению к некоторым представителям патогенной микрофлоры.

Таким образом, каликс[n]арены являются уникальными соединениями, имеющими внутреннюю полость, при этом они доступны с коммерческой точки зрения, так как могут быть легко получены из дешевого сырья.

Литература

1. Gutsche C.D. *RSCPublishing*, ***2008***, *276 с.*

2. Rainer L., Nguyen T. K. D. *Sensors*, **2002**, 2, 397 – 416

3. Ukhatskaya E.V., Kurkov S.V., Hjálmarsdóttir M.A. *International Journal of Pharmaceutics*, **2013**, 458, 25–30.

4. Mourer M., Duval R.E., Finance C., Regnouf-de-Vains J.-B. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters.*,**2006**, 16, 2960–2963.

Р-8. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫДЕЛЕНИЯ БЕТУЛИНА И ПОЛУЧЕНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ЛУПАНОВОГО РЯДА

Е.А. Калугина [b)], Е.А. Ложкина[b)], С.А. Попов[a)]

[a)] *Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН*
просп. Академика Лаврентьева, д.9, Новосибирск, 630090, Россия
[b)]*Новосибирский государственный технический университет*
просп. Карла Маркса, д.20, Новосибирск, 630073, Россия
e-mail: mearies@inbox.ru

Бетулин – доступный пентациклический тритерпеноид ряда лупана, содержащийся в березовой коре. Бетулин и его производные активно используются в синтетических целях, в основном, для получения соединений, представляющих интерес в качестве фармпрепаратов.

Известно, что при экстракции бересты углеводородами может быть получен бетулин, с минимальным количеством примесей, однако с невысоким выходом. Выход экстрактивных веществ увеличивается при использовании полярных экстрагентов, вместе с этим, очистка бетулина осложнена, из-за примесей кислот и полиэфиров.

Нами предложены рациональные схемы экстракции березовой коры с использованием доступного и дешевого экстрагента – МТБЭ, позволяющие получать бетулин и субериновые кислоты. Экономические и экологические преимущества перед известными способами обеспечиваются за счет регенерации органических растворителей на всех стадиях процесса (гидродистилляция после экстракции и концентрирования экстрактов, кристаллизации бетулина).

Предложены технологические схемы с химической модификацией экстрактов, позволяющих получать бетулин с высоким выходом и чистотой и эффективно выделять производные бетулина из маточных растворов от кристаллизации экстрактов.

Получение бетулоновой кислоты окислением бетулина, как правило, характеризуется высокими эксплуатационными затратами (расход экстрагентов и растворителей для получения и очистки производных) и неудовлетворительными экологическими показателями (по количеству стоков и выбросов). Разработанная нами технология позволяет получать чистую бетулоновую кислоту из технического бетулина, при этом существенно сокращены расходы экстрагентов и вспомогательных веществ по сравнению с известными способами. Существенно упрощена технологическая схема. Процессы осуществляются с минимальным выбросом вредных веществ в окружающую среду. На основе бетулоновой кислоты разработаны способы получения ценных производных лупанового ряда, в частности, амидов – производные аминокислот.

Литература

1. Попов С.А., Козлова Л.П., Корнаухова Л.М, Шпатов А.В., Шульц Э.Э., Толстиков Г.А. Патент РФ №2460741.

Р-9. СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНОГО КОЛЛОИДНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ (СИЛИКАЗОЛЯ) С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ ЧИСТОТЫ

С.В. Лазарева[a)], Н.В. Шикина[a)], Л.Г. Симонова[a)], Л.Е. Татарова[a)], З.Р. Исмагилов[b)]

[a)] *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: shikina@catalysis.ru
[b)] *Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*
просп. Советский д.18, г. Кемерово, 650000, Россия

Силиказоль – коллоидная система, состоящая из частиц диоксида кремния, распределённого в жидкой среде. Благодаря полимерной природе частиц, наличию высокоразвитой поверхности и функциональных (силанольных) групп наноразмерный коллоидный диоксид кремния широко используется в оптической, электронной, полупроводниковой, металлургической промышленности, медицине, производстве бумаги, катализе, производстве высокотемпературных покрытий [1, 2].

Данная работа посвящена исследованиям синтеза силиказолей методом гидролиза тетраэтоксисилана (ТЭОС) с последующими конденсацией и полимеризацией [3]. В качестве катализаторов использовали традиционные (аммиак, HCl), и альтернативные (лизин, триэтаноламин). Разработанные методики синтеза позволили получить высокочистые силиказоли с различным размером частиц (10-150 нм) и содержанием SiO_2. Синтезированные золи были исследованы рядом физико-химических и аналитических методов (ПЭМ, АСМ, ИК-и ЯМР- спектроскопии, определение дзета-потенциала коллоидной системы, размера частиц на лазерном анализаторе, ИСП-АЭС). Установлено влияние условий синтеза: температуры процесса, соотношения исходных реагентов, вида катализатора на конечные свойства полученных силиказолей, главным образом, на размер частиц (рис.1). pH силиказоля и содержание твёрдой фазы SiO_2 являются важными факторами, влияющими на стабильность коллоидной системы, а время старения и количество воды определяют степень полноты гидролиза ТЭОС, которая также существенно влияет на отсутствие коагуляции или гелеобразования в течение длительного времени хранения золя.

Возможность синтеза силиказолей с заданными характеристиками: размером частиц, pH, стабильностью, содержанием SiO_2 в водной или спиртовой среде, высокой степенью чистоты, позволяет применять продукт в различных отраслях.

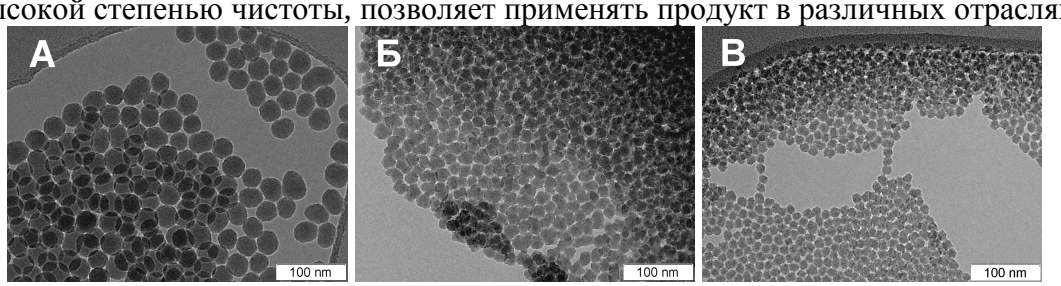


Рис.1. ПЭМ-изображения силиказолей №1 (а), №2 (б) и №3 (в), синтезированных при различном соотношении исходных реагентов и катализатора-аммиака.

Литература

1. Айлер Р. Химия кремнезёма: Пер. с англ. М.: Мир, 1982. Ч.2. 712 с.

2. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезёма. М.: ИКЦ Академкнига, 2004. 208 с.

3. Stober W., Fink A., Bohn E. Controlled growth of monodispersed silica spheres in the micron size range// J. Coll. Inter. Sci. 1968. V. 26. P.62-69.

Р-10. КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОТКАНИ ДЛЯ СУХОГО РИФОРМИНГА МЕТАНА

А.В. Мироненко, А.Б. Казиева, Ж.Б. Кудьярова, В.И. Антонюк, З.А. Мансуров

Институт проблем горения
ул. Богенбай батыра, 172, г.Алматы, 050012, Республика Казахстан,
e-mail: anamir.48@mail.ru

Интерес к стеклоткани как основы для создания новых каталитических систем в различных химических процессах с каждым годом возрастает [1-3]. В данных исследованиях существуют в основном два способа нанесения активных компонентов на подложку из стеклоткани. Первое направление заключается в непосредственном введении модифицирующих добавок (в основном драгметаллы) непосредственно в стекломассу при варке стекла [1], второе направление предусматривает нанесение активных компонентов на поверхность стеклоткани с использованием метода "solution combustion" или его развитием - методом поверхностного самораспространяющегося термосинтеза (ПСТ) [2, 3].

В представленной работе исследована каталитическая активность полиоксидных катализаторов на основе стеклоткани в процессе углекислотной конверсии метана. Образцы катализаторов готовились на основе стеклоткани марки КТ-11-ТО. Активные компоненты катализатора наносились на поверхность стеклоткани методом “solution combustion”. Активность катализаторов проверялась on-line с использованием газохроматографического метода анализа на приборе «ХРОМОС ГХ-1000». Исследовано влияние температуры каталитического процесса на конверсию исходных компонентов (CH_4 и CO_2) и выход целевых продуктов (H_2 и CO) для катализатора, имеющего в своем составе 2% MgO, 1,2% NiO, 0,1% Cr_2O_3. Максимальные значения конверсий CH_4 и CO_2 наблюдается при температуре, равной 860 ^oC и составляет для метана 87%, диоксида углерода 96%, соответственно. С ростом температуры процесса выход водорода и монооксида углерода постепенно увеличивается и при температуре, равной 860 ^oC достигает максимального значения. Выход H_2 – 35%, CO – 42%. Варьирование состава катализаторов показало, что содержание в основе образца оксида хрома не влияет на конверсию и выходы конечных продуктов реакции. Изменение концентрации оксида никеля от 0,5 до 1,5 % приводит к росту конверсии и возрастанию выходов H_2 и CO, однако, при этом наблюдается и рост углеродных отложений от 10 до 13%. Увеличение содержания оксида магния в образцах от 1 до 3 % ведет к понижению как конверсии исходных компонентов, так и выходов продуктов реакции. Методом рентгенофазового анализа установлено, что активной фазой является монофаза соединения MgO·NiO.

Литература

1. Симонова Л.Г., Барелко В.В., Бальжинимаев Б.С. и др. // Кинетика и катализ. – 2001. - Т.42, № 6. - С. 917-927.

2. G.B.Aldashukurova, A.V. Mironenko, Z.A. Mansurov, N.V.Shikina, S.A. Yashnik, V.V. Kuznetsov Z.R. Ismagilov // Journal of Energy Chemistry 22(2013)811–818

3. Патент РФ №2284219. Способ приготовления нанесенных катализаторов / Цырульников П.Г., Завьялова У.Ф., Шитова Н.Б., Рыжова Н.Д., Третьяков В.Ф.; Опубл. 27.09.06.

Р-11. МНОГОСЛОЙНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МАЛОТОНАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В.Л. Кузнецов[a,b)], С.И. Мосеенков[a)], М.А. Казакова[a)], Д.В. Красников[a,b)], В.В. Гойдин[a)]

[a)] Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, г. Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: moseenkov@catalysis.ru
[b)] Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
ул. Пирогова, д.2, г. Новосибирск, 630090, Россия

Многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ) представляют собой вложенные друг в друга цилиндры, образованные из свернутых графеновых слоев. В силу своего строения они имеют ряд уникальных свойств по сравнению с традиционными материалами на основе углерода. В частности, МУНТ характеризуются высокой прочностью на разрыв, превышающей прочность стали, и при этом высокой гибкостью, высокой тепло- и электропроводностью. В настоящее время МУНТ используются для создания: высокопрочных композионных материалов на основе полимеров, металлов и керамик, токопроводящих композитов; материалов катодов и анодов литий-ионных батарей и суперконденсаторов, армирующих добавок к электродам свинцовых аккумуляторов; высокостойких красок, пожаростойких покрытий; трещиноустойчивых бетонов; смазочных материалов с улучшенными свойствами.

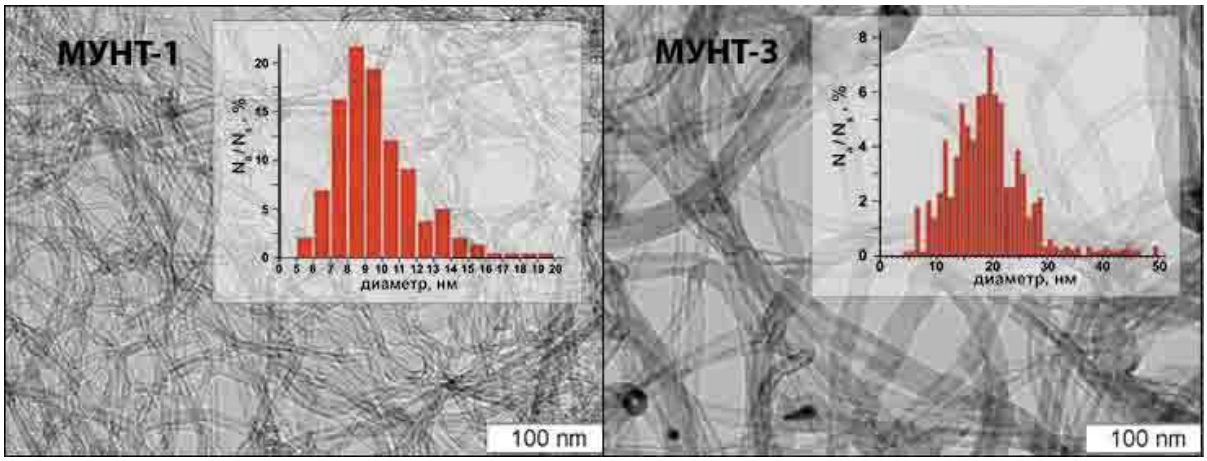


Рис. 1. Электронно-микроскопические изображения МУНТ, характеризующие их структуру, и распределение по диаметру в образцах МУНТ-1 и МУНТ-3.

В ИК СО РАН развиты подходы, позволяющие получать МУНТ с варьируемым распределением по диаметру (рис. 1), длине и различной морфологией. Разработаны методики очистки МУНТ, функционализации их поверхности. Создана пилотная установка с псевдоожиженным слоем с производительностью до 1 т МУНТ в год. В настоящее время проводится разработка способов получения катализаторов, композиционных материалов на основе МУНТ.

ИК СО РАН предлагает широкий ассортимент охарактеризованных образцов МУНТ для проведения НИР и НИОКР по разработке материалов на их основе, а также помощь в получении материалов с заданными свойствами на основе МУНТ.

Р-12. ВЛИЯНИЕ ЦИС-ТРАНС ИЗОМЕРИИ НА РЕАКЦИЮ ОКИСЛЕНИЯ АЛКЕНОВ ЗАКИСЬЮ АЗОТА

С.В. Семиколенов[a)], Д.П. Иванов[a)], А.В. Нартова[a,b)], Д.Э. Бабушкин[a)], К.А. Дубков [a)]

[a)] Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия,
e-mail: sersem@catalysis.ru
[b)] Новосибирский Государственный Университет
ул. Пирогова д.2, г. Новосибирск, 630090, Россия

В последние годы закись азота привлекает большое внимание исследователей как эффективный донор кислорода. В частности, недавно было открыто, что закись азота способна вести некаталитическое жидкофазное окисление алкенов в карбонильные соединения - альдегиды и кетоны. Эти реакции протекают при температуре 150-250°С с высокой селективностью, во многих случаях близкой к 100% [1]. Исследование широкого круга тестовых реакций показало, что таким образом можно синтезировать карбонильные соединения из алкенов различных классов, включая линейные, циклические, гетероциклические и другие алкены и их производные.

В данной работе изучен вопрос о влиянии цис-транс изомерии на реакционную способность С=С связи алкенов в отношении N_2O, а также на вклад маршрута, протекающего с разрывом исходной двойной связи на примере цис- и транс- изомеров гептена. В частности, учет такого влияния приобретает особое значение в случае окисления составе бутадиеновых каучуков с различной степенью стереорегулярности.

Реакцию проводили в стальном Parr реакторе, объемом 100 см^3. Состав продуктов анализировался методами ГЖХ и ЯМР-спектроскопии. На основании полученных данных была предложена схема протекания реакции. Показано, что оба изомера обладают близкой реакционной способностью. Например, при 240°С за 6 ч конверсия цис-изомера составила 19.9%, а транс-изомера – 21.4 %. Однако для транс-3-гептена величина доли маршрута реакции, идущей с разрывом С-С связи ($F_{разр}$) примерно в три раза выше по сравнению с цис-3-гептеном ($F_{разр}$ = 4.1%). Это говорит о том, что транс-изомер имеет большую склонность к разрыву при взаимодействии с N_2O по сравнению с цис-изомером. Вопрос о причинах такого различия остается открытым.

Следует отметить, что сделанный вывод о величине доли разрыва для разных изомеров хорошо согласуется с предыдущими нашими исследованиями. Так, в случае окисления 2-бутена и 2-пентена, исследованного нами ранее, наблюдалось промежуточное значение $F_{разр}$ = 8% [3]. Очевидно, это связано с тем, что эти алкены содержали смесь изомеров. Найденная доля маршрута с разрывом для цис-3-гептена близка к величине $F_{разр}$ ≈ 5%, полученной нами при исследовании окисления стереорегулярного цис-1,4-бутадиенового каучука закисью азота [3-4]. В свою очередь, доля разрывов для транс-3-гептена довольно хорошо согласуется с усредненным значением $F_{разр}$ = 15%, наблюдаемым при окислении С=С связей бутадиен-нитрильного каучука [4], который содержит преимущественно транс-1,4-бутадиеновые звенья.

Таким образом, исследование позволило выявить общую закономерность для реакции окисления закисью азота соединений, содержащих С=С связь.

Работа была поддержана грантом РФФИ №14-03-31052 мол_а

Литература

1. G. I. Panov et al. *React. Kinet. Catal. Lett.*, **2002**, *76*, 401-406;
2. С.В. Семиколенов и др., *Изв РАН, сер. Хим*, **2005** *5* 925-933.
3. K.A. Dubkov et al. *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem*. **2006** *44* 2510-2520.
4. S.V. Semikolenov et al. *European Polymer Journal* **2009** *45* 3355–3362

Р-13. СИНТЕЗ 4-МЕТОКСИБИФЕНИЛА РЕАКЦИЕЙ КРОСС-СОЧЕТАНИЯ СУЗУКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ СВЕРХСШИТОГО ПОЛИСТИРОЛА

Н.А. Немыгина[а)], Л.Ж. Никошвили[б)], М.Г. Сульман[б)], Э.М. Сульман[б)], А.И. Сидоров[б)]

[а)]Тверской государственный университет, ул. Желябова, д. 33, Тверь, 170100, Россия
e-mail: nlinda@science.tver.ru
[б)]Тверской государственный технический университет
наб. Афанасия Никитина, д.22, Тверь, 170026, Россия

Реакция Сузуки-Мияура – важный метод формирования арил-арил связи, использующий в качестве исходных соединений арилгалогениды и арилбороновые кислоты, который находит широкое применение в синтезе активных фармацевтических субстанций и средств защиты растений. Многочисленные исследования, проводимые в этой области, подтверждают достоинства реакции Сузуки-Мияура по сравнению с другими методами кросс-сочетания, такие как высокая стабильность, мягкие условия реакции, использование неорганических оснований [1].

Традиционно реакция Сузуки проводится с применением палладиевых комплексов, содержащих лиганды на основе соединений фосфора и азота, в качестве катализаторов. Однако, большинство таких лигандов дорогостоящи, что существенно ограничивает их применение в промышленности [2]. Кроме того, основным недостатком гомогенных палладиевых катализаторов является трудность их отделения от продуктов реакции для повторного использования [3]. Указанные недостатки можно устранить с помощью гетерогенных или квази-гомогенных палладиевых катализаторов, так как они могут быть легко отделены от реакционной смеси и использованы повторно [4].

Необходимость разработки новых стабильных и легко отделяемых катализаторов реакций кросс-сочетания в тонком органическом синтезе, в первую очередь, связана с существующими ограничениями на содержание в целевых продуктах токсичных каталитических веществ или коллоидных частиц металлов, сформированными в ходе реакции [5].

Настоящее исследование посвящено возможности получения активных, селективных и стабильных палладиевых катализаторов реакции кросс-сочетания Сузуки-Мияура на основе пористой полимерной матрицы сверхсшитого полистирола (СПС). В рамках данной работы был синтезирован ряд катализаторов при варьировании природы прекурсора ($PdCl_2(CH_3CN)_2$, $Pd(OAc)_2$, $PdCl_2$) и содержания металла (от 0.5% до 2%(масс.)). Каталитическое тестирование было проведено на примере реакции кросс-сочетания 4-броманизола и фенилбороновой кислоты при варьировании природы и концентрации основания, состава растворителя, соотношения субстратов и катализатора и температуры реакции. Было обнаружено, что наиболее высокая степень конверсии 4-броманизола (более 98% в течение 1 часа) достигается в случае катализатора 2%-Pd/СПС ($PdCl_2(CH_3CN)_2$) при использовании смеси этанол/вода (5:1) в качестве растворителя и NaOH в качестве основания.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Проект: RFMEFI57414X0121)

Литература

1. Hajipour, A.R. *J. Chem. Sci*., **2014**., 126, 83 – 93.
2. Pan, C. at al. *Catalysis communication*, **2008**, 9, 321-323.
3. Sołoducho, J. at al. *Advances in Chemical Engineering and Science*, **2013**, 3, 19-32.
4. Gujral, S.S. at al. *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences*, **2012**, 2, 351-367.

Р-14. НОВЫЙ ТИП КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ ГИДРОЛИТИЧЕСКОГО ГИДРИРОВАНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

А.Е. Филатова, О.В. Манаенков, В.Г. Матвеева, Э.М. Сульман, О.В. Кислица, А.И. Сидоров, В.Ю. Долуда, М.Г. Сульман

Тверской Государственный Технический Университет
Набережная Афанасия Никитина, д.12, 170026, Тверь, Россия
e-mail: afilatowa@mail.ru

В данной работе предложен новый тип Ru-содержащих катализаторов на основе сверхсшитого полистирола (СПС) для процесса гидролитического гидрирования целлюлозы в среде субкритической воды. Представленные в работе результаты показали, что использование катализатора 1.0 % Ru/СПС MN 270 позволяет достичь суммарного выхода сорбитола и маннитола в среднем около 50 %.Гидролитическое гидрирование целлюлозы в субкритической воде с использованием Ru-содержащих катализаторов на основе СПС может стать основой технологических процессов конверсии целлюлозной биомассы в сырьё для химического синтеза и промышленного производства биотоплива второго поколения.

Ru-содержащие катализаторы на основе СПС разных типов в процессе гидролитического гидрирования целлюлозы проявили различную эффективность, которая оценивалась по суммарному выходу целевых продуктов конверсии – сорбитолу и маннитолу (табл. 1). В ходе исследования было показано, что такое различие обусловлено структурными и морфологическими свойствами катализаторов.

Таблица 1. Зависимость конверсии целлюлозы и суммарного выхода гекситолов от типа катализатора

Катализатор:	Конверсия целлюлозы, %	Суммарный выход гекситолов, %
1.0 % Ru/СПС MN 270	84.3	31.5
1.0 % Ru/СПС MN 100	77.0	9.1
1.0 % Ru/СПС MN 500	80.6	1.8

В ходе работы было исследовано влияние процентного содержания рутения в катализаторе на характер протекания процесса гидролитического гидрирования целлюлозы. Было показано, что оптимальным, с точки зрения суммарного выхода гекситолов, является использование катализаторов на основе СПС с однопроцентным содержанием рутения. В этом случае увеличивается конверсия целлюлозы. Кроме того, для таких катализаторов при уменьшении количества рутения, приходящегося на единицу массы целлюлозы, наблюдается повышение выхода гекситолов.

В ходе работы также была произведена оценка стабильности катализатора. Таким образом, в перспективе гидролитическое гидрирование целлюлозы в субкритической воде с использованием Ru-содержащих катализаторов на основе СПС может стать основой технологических процессов конверсии целлюлозной биомассы в сырьё для химического синтеза и промышленного производства биотоплива второго поколения.

Р-15. ПРЯМОЙ СИНТЕЗ АЛКИЛФУРФУРИЛОВЫХ ЭФИРОВ ИЗ ФУРФУРОЛА В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛОВ VIII ГРУППЫ

И.Л. Симакова[a, b)], В.Е. Тарабанько[c)], А.А. Морозов[c)], М.Ю. Черняк[c)]
[a)] *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,*
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия,
e-mail: simakova@catalysis.ru
[b)] *Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск, Россия*
[c)] *Институт химии и химической технологии СО РАН*
Академгородок, 50-24, 660036, Красноярск, Россия

В настоящее время особенно актуальными являются исследования, направленные на получение новых фурановых высокооктановых компонентов бензинов на основе фурфурола, получаемого из углеводного сырья. Ранее сообщалось об успешных дорожных испытаниях на протяжении 90 тыс. км смесей бензина с 2-метилфураном, получаемым гидрированием фурфурола [1]. Алкилфурфуриловые эфиры (АФЭ), наряду с 2-метилфураном, обладают высокими октановыми числами, составляющими 110 [2], 113 и 97 [3] для этил-, пропил- и бутилфурфуриловых эфиров, соответственно. Нами ранее установлено, что в присутствии палладиевых катализаторов в первую очередь протекают процессы гидрирования фуранового кольца в тетрагидрофурановые производные [4]. Целью данной работы является изучение процессов каталитического гидрирования фурфурола в спиртовых средах на RuCu и Pt катализаторах для выяснения оптимальных условий синтеза этил-, пропил- и бутилфурфуриловых эфиров.

Жидкофазное гидрирование фурфурола (0.544 г) в этаноле, пропаноле, изопропаноле и бутаноле (19 г) проводили в автоклаве (150 мл) под давлением водорода 10 атм при температуре 70-200°С в присутствии катализаторов RuCu/C, Pt/C, PtNi/C, PtCo/C, PtRu/C, PtRe/C (0.2-0.4 г). Установлено, что основными маршрутами каталитического гидрирования фурфурола являются образование 2-метилфурана, АФЭ, фурфурилового спирта (ФС) и диалкилацеталей фурфурола. Последний под действием водорода и катализатора превращаются в АФЭ с выходами до 30 %. При этом ФС в этих условиях слабо алкилируется и дает в основном 2-метилфуран с селективностью ~5 %. Наиболее эффективными катализаторами, обеспечивающими максимальный выход АФЭ, служат модифицированные Pt/C (выход 30 мол. %). Катализаторы RuCu оказались менее активны, как и в гидрировании 5-бутоксиметилфурфурола [5], конверсия фурфурола и его диацеталя не превышает 30%, а суммарные выходы перспективных продуктов, АФЭ и сильвана, не превышают 15 – 20 %. Увеличение температуры от 110 до 200°С приводит к росту конверсии фурфурола в бутаноле с 33 до 66 %, при этом селективность по ФС возрастает с 33 до 75 %, а по бутилфурфуриловому эфиру снижается с 27 до 12 %. Отношение дибутилацеталя к фурфуролу при повышении температуры снижается незначительно с 0.20 до 0.16. На основании полученных результатов показано, что синтез АФЭ в ходе гидрирования фурфурола в спиртовых средах происходит преимущественно через последовательное образование и гидрогенолиз диацеталей фурфурола.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант РФФИ № 13-03-00754.

Литература

1. Roman-Leshkov, Yu., Barrett, C.J., Liu, Z.Y., Dumesic, J.A. *Nature*, **2007**, *447*, 982–986.
2. Lange, J.-P. *et al. ChemSusChem*, **2012**, *5*, 150 – 166
3. Тарабанько, В.Е. др. *Журнал СФУ. Химия*, 2014, *7*, 31-35.
4. Симакова, И.Л., Морозов, А.А., Тарабанько, В.Е. и др. *Журнал СФУ. Химия*, **2014**, *4*, 536-45.
5. Симакова, И.Л., Тарабанько, В.Е. и др. *Юж.-Сиб. научн. вестник*, **2014**, *3 (7)*, 37-42.

Р-16. ТОНКОСЛОЙНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ГЛИФОСАТА

Д.Ю. Ющенко, Т.Б. Хлебникова, З.П. Пай

Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: dyy@catalysis.ru

Глифосат (N-фосфонометилглицин, **3**) является востребованным высокоэффективным неселективным гербицидом [1]. Завершающая стадия наиболее распространенного промышленного способа синтеза (**3**) основана на окислении N-фосфонометилиминодиуксусной кислоты (ФИДУК, **1**) пероксидом водорода, протекающем через стадию образования N-оксида (**2**), разлагающегося до глифосата [2, 3]. В ходе реакции необходимо контролировать конверсию (**1**) и селективность по (**2**). Несмотря на большое количество опубликованных методик количественного определения (**3**) с использованием методов ИК, ГХ, ВЭЖХ, ТСХ [4, 5, 6, 7] анализ реакционных смесей, содержащих одновременно (**3**), (**1**) и (**2**) не описан. Поэтому целью данной работы являлась разработка методики количественного определения соединений **1** – **3** определения методом ТСХ.

Рис.1. Основные продукты синтеза глифосата.

В ходе работы выбраны условия разделения соединений **1** – **3** методом тонкослойной хроматографии на пластинах “Сорбфил” ПТСХ-АФ-В-УФ с подвижной фазой *изопропанол - 15-%-ный водный раствор аммиака* с денситометрическим определением (365 нм), путем проявления раствором 3%-ной лимонной кислоты в уксусном ангидриде. Определено влияние состава элюента (концентрация аммиака, соотношение растворителей) на величины R_f и эффективность разделения соединений **1** - **3** в модельных смесях. Установлены нижние границы определяемых количеств компонентов (мкг): глифосат – 0.05, ФИДУК – 0.06. Разработанная методика может быть использована для анализа реакционных смесей, образующихся при жидкофазном каталитическом окислении ФИДУК до глифосата

Литература

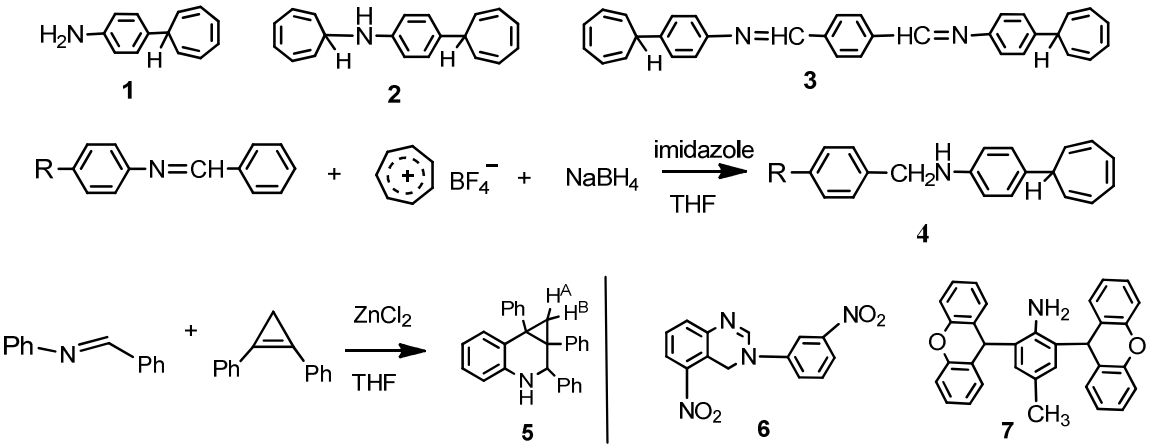
1. Woodburn A.T. *Pest Management Science*, **2000**, 56, 309-312.
2. Tian J., Shi H., Li X., Yin Y., Chen L *Green Chem*, **2012**, 14, 7, 1990-2000.
3. Fields J.D. Pat. US5023369, 1991, Monsanto.
4. Зеленкова Н.Ф., Винокурова Н.Г. *Журн. аналит. химии*. **2008**, 63, 9, 958-961.
5. Зеленкова Н.Ф., Винокурова Н.Г., Леонтьевский А.А. *Журн. аналит. химии*. **2010**, 65, 11, 1169-1173.
6. Roy D.N., Konar S.K. J. Agric. Food Chem. **1989**, 37, 2, 441-443.
7. Ющенко Д.Ю., Хлебникова Т.Б., Малышева Л.В., Баранова С.С., Пай З.П. *Журн. аналит. химии*. **2013** ,68, 11, 1075-1078.

Р-17. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ NADH-NAD$^+$ ДЛЯ СИНТЕЗА ПРОДУКТОВ МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ

Л.П. Юнникова, Т.А. Акентьева, В.Ю. Горохов, В.В. Эсенбаева

Пермская государственная сельскохозяйственная академия
ул. Петропавловская 23. 614000. Пермь. Россия
e-mail: yunnikova@yahoo.com

1,3,5-Циклогептатриен, 1,2-дифенилциклопропен, 9*H*-(тио)ксантены, 1,3-бензодитиол, 1,3-диоксолан и соответствующие им соли относятся, к группе специфических соединений, моделирующих поведение кофермента NADH-NAD$^+$. Осуществлённый нами цикл работ позволил синтезировать новые амины и имины, содержащие эти специфические заместители, с целью изучения их биологических и физических свойств. Синтезированы более 150 новых соединений, представляющих интерес как продукты малотоннажной химии. По результатам первичного скрининга высокая антимикробная активность выявлена для соединений **1** и **2** [1,2]. Соединение **3** [3] представляет собой редкий случай формирования мезофазы каламитным соединением без алифатических терминальных заместителей. Для серии тропилированных анилинов **4** разработан доступный однореакторный трёхкомпонентный синтез [4]. Соединение хинолинового ряда **5** синтезировано из имина и 1,2-дифенилциклопропена [5]. Хиназолин **6** – продукт взаимодействия *м*-нитроанилина и 1,3-диоксолана. Симметричный диксантенилированный толуидин **7** получен при взаимодействии *п*-толуидина и перхлората ксантилия [6].



Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Пермского края 2013-2015 г.г. (Конкурс МИГ).

Литература

1. Юнникова Л.П., Акентьева Т.А. Патент № 2479571/С1.РФ.20.04.2013. Бюл.№ 11.
2. Юнникова Л. П. и др. *Хим.-фарм. журнал,* **2015**. *Т. 49, № 4,* С. 33-35.
3. Эсенбаева В.В., Смирнова А.И., Усольцева Н.В., Юнникова Л.П., Акентьева Т.А. *Жидкие кристаллы и их практическое использование,* **2015**, *Т.15, №2,* С. 26-34.
4. Yunnikova L.P., Akentieva T.A. et al. *I. J. Org. Chem.* **2013.** *Vol. 3, No.2,* P. 148-150.
5. Юнникова Л.П., Эсенбаева В.В. *Журнал органической химии,* **2014**, *Т. 50.*
6. Горохов В.Ю., Юнникова Л.П. *Бутлеровские сообщения,* **2015**, *Т. 43, №8.*

Р-18. РЕАКЦИИ КООРДИНИРОВАННОГО КИСЛОРОДА

Г.Н. Абдуллаева, З.Э. Байрамова, М.М. Агагусейнова
Азербайджанская государственная нефтяная академия
Проспект Азадлыг, д. 20, г. Баку, Азербайджанская Республика
e-mail: gulnare-abdullayeva@rambler.ru

Проблема активации молекулярного кислорода комплексами металлов переменной валентности в последнее десятилетие являлась предметом многих исследований, посвященных различным аспектам строения таких комплексов, их реакционной способности и механизма взаимодействия с окисляющимися субстратами.

Рентгеноструктурный анализ комплексов переходных металлов с молекулой кислорода показывает, что при координации происходит определенная активация молекулы кислорода, выражающаяся в удлинении О-О связи. Это дает возможность использовать активированный кислород для целей окисления, неосуществимого при помощи газообразного кислорода.

Цель настоящей работы – использование комплексообразования с переходными металлами для активации молекулярного кислорода, изучение механизма активации молекулы кислорода такими комплексами.

В работе проведено обширное исследование кислородсодержащих комплексов, действующих как окисляющий агент, в реакции окисления бутенов до метилэтилкетона (МЭК). Комплексы Cu(I)Cl, Ti(III)Cl_3, V(III)Cl_3 с гексаметилфосфорамидом (HMFA)– производным фосфорной кислоты могут образовывать стабильные комплексы с молекулярным кислородом. Связанный кислород в этих комплексах действует как эффективный окислитель бутенов до МЭК в мягких условиях, атмосферном давлении, селективно и с высоким выходом.

Данные УФ-спектроскопического исследования подтверждают образование кислородных комплексов с указанными переходными металлами. Было измерено количество абсорбированного кислорода данными комплексами, в результате чего выявлено, что мольное отношение абсорбированного кислорода к переходному металлу составляло 1:2.

$$2\ Cu(I)Cl{\cdot}HMFA + O_2 \rightarrow [Cu(I)Cl{\cdot}\ HMFA]_2{\cdot}O_2$$

Интересным является тот факт, что даже когда раствор комплекса Cu(I)Cl·HMFA абсорбирует кислород, валентность меди не меняется, т.е кислород не расходуется на окисление Cu(I) до Cu(II), а существует в форме кислородного комплекса, в котором молекула кислорода координирована Cu(I). Специфическая особенность этого кислородного комплекса состоит в том, что координированный кислород не отщепляется от комплекса даже при нагревании, т.е. абсорбция необратима.

В процессе координации кислорода O_2 с ионом переходного металла субстрат поляризуется и активируется в результате переноса электрона.

МЭК получается в результате реакции окисления бутена-1 посредством связанного кислорода, активированного в результате координирования переходных металлов по схеме:

$$(2Cu(I)Cl{\cdot}\ HMFA){\cdot}O_2 + (2\ Pd(II)Cl_2{\cdot}CH_3CN\ {\cdot}CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3 + HMFA) \rightarrow$$
$$2\ CH_3COC_2H_5 + 2\ Cu(I)Cl{\cdot}HMFA + 2\ Pd(II)Cl_2{\cdot}HMFA$$

Осуществление процесса получения МЭК предложенным способом имеет ряд отличий от существующих способов и ряд преимуществ, заключающихся в том, что процесс осуществляется в мягких условиях: при атмосферном давлении и температуре 60-80 градусов с высоким выходом и селективностью целевого продукта.

Р-19. ПОЛУЧЕНИЕ МЕТИЛФОРМИАТА КАТАЛИТИЧЕСКИМ ДЕГИДРИРОВАНИЕМ МЕТАНОЛА

С.Н. Антонюк[a)], В.Н. Торховский[a)], Е.З. Голосман[b)], М.А. Круглова[b)], О.В. Костылева[a)]

[a)] *Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В.Ломоносова (МИТХТ им. М.В. Ломоносова)*
пр. Вернадского, д.86, 119571, Москва, Россия
e-mail: antonyuk2006@yandex.ru
[b)] *ООО "НИАП-Катализатор", ул. Связи, д.10, Новомосковск, 301660, Россия,*
e-mail: gez75@yandex.ru

В настоящее время использование метанола приобретает все более широкие масштабы в промышленности. С дальнейшим ростом объемов производства метанола теперь связывают не только обеспечение сырьем традиционных химических производств формальдегида, диметилтерефталата, метиламинов, метилметакрилата, уксусной кислоты, но и решение актуальных проблем энергетики, транспорта и экологии.

В МИТХТ им. М.В. Ломоносова совместно с ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН и ООО "НИАП-Катализатор" разработана технология комплексной переработки метанола с получением синтез-газа, его компонентов (H_2, CO), диметилового эфира, а также метилформиата (МФ), необходимого для получения формамидов и муравьиной кислоты [1-3].

Для реализации процесса разработаны эффективные и стабильные каталитические системы. Нами изучена активность и селективность в дегидрировании метанола до метилформиата медьцинкалюмокальциевых систем, полученных методом химического смешения гидроксокарбоната меди и гидроксокарбоната цинка, а также образцов на основе смешанных гидроксокарбонатов меди-цинка с алюминатным цементом (талюмом) в качестве носителя, промотированных оксидами Zn, Zr и Al.

Исследование активности катализаторов проводили в диапазоне температур от 150 до 325°C и варьировании объемной скорости подачи метанола от 0,6 до 20,0 ч$^{-1}$ при атмосферном давлении.

Показано, что в зависимости от типа катализатора процесс получения метилформиата может быть реализован с производительностью до 600гМФ/л$_{кат}$ч. при температуре 220 - 250°C и объемной скорости подачи метанола 12 ч$^{-1}$. Технологическая схема установки мощностью 300 т/год состоит из нескольких типовых модулей – емкостей для хранения исходного сырья и полупродуктов, узла подогрева и испарения сырья в теплообменниках, реакционного узла (реактор дегидрирования метанола до метилформиата трубчатого типа), узла ректификации и сепарации.

Литература

1. Антонюк, С.Н. Каталитические превращения метанола с целью получения метилформиата, диметилового эфира, монооксида углерода и водорода: дис. … канд. техн. наук: 02.00.13. / Антонюк Сергей Николаевич. М., 2005. - 168 с.

2. Антонюк С.Н. и др., Ученые Записки МИТХТ, 2003, №9, с. 74.

3. Круглова М.А. и др. Катализ в промышленности. 2008 г., № 5, с. 57-63.

Р-20. СИНТЕЗ ХАЛКОНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ФРАГМЕНТЫ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АМИНОВ

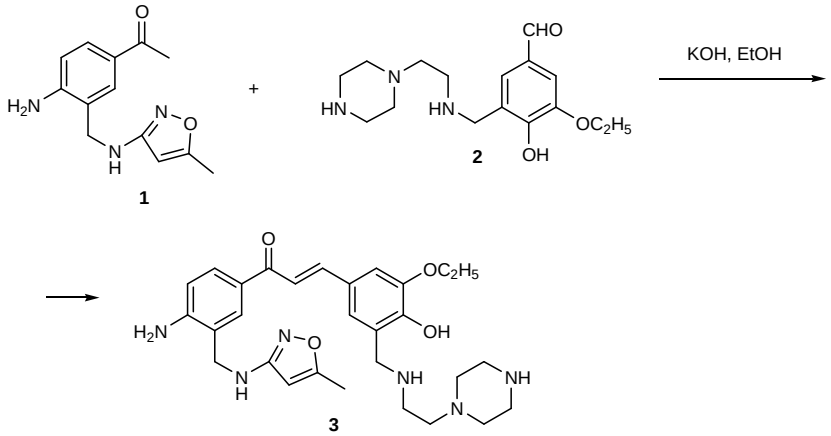
Д.П. Бойко, В.В. Юрачка, В.А. Тарасевич

Институт химии новых материалов НАН Беларуси
ул.Ф.Скорины д.36, г. Минск 2200141, Республика Беларусь

Халконы относятся к важной группе вторичных метаболитов, которые широко распространены в растительном мире. Данный класс соединений обладает широким спектром фармакологической активности: противомикробной, противовоспалительной, болеутоляющей.[1]. В последние годы производные халконов, содержащие азотистые гетероциклы, привлекли особое внимание синтетиков, поскольку ожидается, что такие продукты, содержащие в своей структуре фармакофорные фрагменты и группы, могут обладать новыми свойствами.

Разработаны методы синтеза новых халконов, включающие реакции хлорметилирования, N-алкилирования, конденсацию Кляйзена-Шмидта и содержащие в своей структуре фрагменты гетероциклических аминов ряда 2-ариламинопиримидина, изоксазола, пиперазина.

Халкон (E)-1-(4-амино-3-((5-метилизоксазол-3-иламино)метил)фенил)-3-(3-этокси-4-гидрокси-5-((2-(пиперазин-1-ил)этиламино)-метил)-фенил)проп-2-ен-1-он **(3)** был получен при взаимодействии 1-(4-амино-3-((5-метилизоксазол-3-ил)метил)фенил)-этанона **(1)** с 3-этокси-4-гидрокси-5-((2-(пиперазин-1-ил)этиламино)-метил)бензальдегидом **(2)** по реакции Кляйзена-Шмидта (схема). Реакцию проводили при комнатной температуре.



Указанный халкон (3) и халкон (E)-3-(3-((3-(1H-имидазол-1-ил)пропиламино)метил)-2,6-диметил-фенил)-1-(4-амино-3-((5-метилизоксазол-3-илами-но)метил)- фенил)проп-2-ен-1-он, получены впервые. Строение синтезированных соединений установлено методами ИК-, *ЯМР*^{1}Н- и *ЯМР*^{13}С-спектроскопии.

Литература

1. Prashar H., et al. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research.*, **2012,** *3, № 7,* 1913-1927.

P-21. СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИОКСИДА ТИТАНА, ДОПИРОВАННОГО ВАНАДИЕМ И УГЛЕРОДОМ

И.В. Бакланова, В.Н. Красильников, М.В. Кузнецов, О.И. Гырдасова, Л.Ю. Булдакова, М.Ю. Янченко

Институт химии твердого тела УрО РАН

ул. Первомайская 91, г. Екатеринбург, 620990, Российская Федерация

e-mail: baklanova_i@ihim.uran.ru

Диоксид титана находит широкое применение в качестве фотокатализатора для бытовой и промышленной очистки воды и воздуха, а также для создания самоочищающихся покрытий. Однако ширина запрещенной зоны диоксида титана составляет 3.2 эВ (анатаз), поэтому он проявляет значительную фотокаталитическую активность только при ультрафиолетовом облучении. Для улучшения фотокаталитических свойств диоксида титана проводят допирование различными катионами и анионами. Среди ионов переходных металлов ванадий может стать эффективным допантом диоксида титана из-за близости ионных радиусов титана и ванадия. Реакционная способность допированного ванадием диоксида титана зависит от концентрации допанта, распределения его на поверхности или в объеме образца, и критически зависит от метода синтеза и условий термообработки.

Синтез образцов осуществляли по прекурсорной методике с использованием в качестве прекурсора гликолята состава $Ti_{1-x}V_x(OCH_2CH_2O)_2$, учитывая способность кристаллов этого соединения псевдоморфно превращаться в агрегаты $Ti_{1-x}V_xO_{2-y}C_y$ при нагревании. Частицы оксида $Ti_{1-x}V_xO_{2-y}C_y$ обладают неправильной сферической формой с малым уровнем агломерации. Сами микрочастицы состоят из пластин собранных в хаотичном порядке. С увеличением концентрации ванадия ($x \geq 0.03$) частицы теряют округлость, и наблюдается большая степень расслоения на пластины. Элементный анализ показал, что для всех составов $Ti_{1-x}V_xO_{2-y}C_y$ ($0.01 \leq x \leq 0.05$) содержание углерода составляет около 0.45%. Степень окисления ванадия внедренного в структуру диоксида титана исследовали методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. В спектрах V2p-ванадия идентифицированы максимумы при 516.5 эВ ($2p_{3/2}$) и 523 эВ ($2p_{1/2}$), которые отвечают степени окисления ванадия V^{4+}. Ванадий в степени окисления V^{5+} не обнаружен. Ширина запрещенной зоны $Ti_{1-x}V_xO_{2-y}C_y$ с увеличением концентрации ванадия уменьшается (TiO_2 – 3.18 эВ, $Ti_{0.95}V_{0.05}O_{2-y}C_y$ – 2.75 эВ), т.е. допирование ванадием эффективно расширяет поглощение света диоксида титана в видимую область. Изучение фотокаталитической активности $Ti_{1-x}V_xO_{2-y}C_y$ в реакции окисления гидрохинона под действием как видимого, так и ультрафиолетового излучения показывает, что введение ванадия (4+) в структуру анатаза и увеличение его концентрации, вплоть до значений $x = 0.05$, приводит к повышению активности фотокатализатора, что полностью согласуется с красным сдвигом в спектрах поглощения. Высокая фотокаталитическая активность данных оксидов обязана модификации структуры и свойств диоксида титана за счет совместного введения углерода и ванадия.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-03-00265-а).

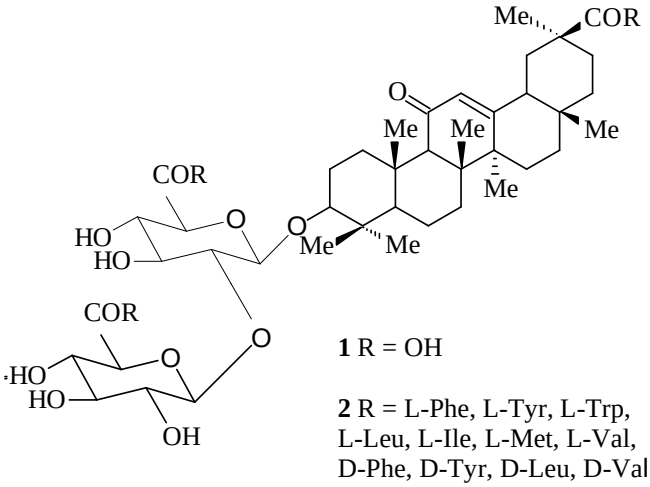
Р-22. НОВЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА КОНЬЮГАТОВ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ С АМИНОКИСЛОТАМИ

Л.А. Балтина (мл.), А.И. Файрушина, Л.А. Балтина

Уфимский институт химии РАН
просп. Октября, д.71, Уфа, 450054, Россия
e-mail: baltina@anrb.ru

Глицирризиновая кислота (ГК) **(1)** – основной тритерпеновый гликозид корней солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L.*) относится к числу лидирующих природных соединений, перспективных для создания новых иммуномодуляторов и противовирусных агентов [1]. Среди производных ГК найдены эффективные ингибиторы вируса иммунодефицита человека (ВИЧ), вируса Эпштейна-Барра и SARS-ассоциированных коронавирусов, вызывающих атипичную пневмонию [2].

Основной целью данной работы является разработка новых методов синтеза аминокислотных коньюгатов ГК по принципу «минимальной защиты» аминокомпонента.



Нами предложен улучшенный метод синтеза коньюгатов ГК с L- и D-аминокислотами **(2)** с использованием нуклеофильных реагентов - N-гидроксисукцинимида (HOSu) или N-гидроксибензотриазола (HOBt) и N,N'-дициклогексилкарбодиимида (DCC). Реакция конденсации проводилась в две стадии с получением активированных (оксисукцинимидного, оксибензотриазольного) эфиров ГК в тетрагидрофуране, который в виде раствора вводили в реакцию с аминокислотами в виде натриевых солей в смеси диметилформамида - 1N раствора NaOH. Коньюгаты **(2)** выделяли флеш-хроматографией на силикагеле с выходами 55-60%.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (грант 14-13-01307)

Литература

1. Толстиков Г.А., Балтина Л.А., Гранкина В.П., Кондратенко Р.М., Толстиков Г.А. *Солодка: биоразнообразие, химия, применение в медицине.* Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», **2007,** 311 с.

2. Балтина Л.А., Кондратенко Р.М., Балтина Л.А. (мл.), Плясунова О.А., Покровский А.Г., Толстиков Г.А. *Хим.-фарм. ж.,* **2009,** *43*, 3-12.

Р-23. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ

А.М. Бессарабов, А.Г. Вендило, В.Е. Трохин

ПАО Научный центр «Малотоннажная химия»
ул. Краснобогатырская, д.42, Москва, 107564, Россия
e-mail: bessarabov@nc-mtc.ru

Одним из кластеров научной школы академика Виктора Кафарова является созданное нами направление - кибернетика химико-технологических процессов в малотоннажной химии (промышленности химреактивов и особо чистых веществ). В течение 40 лет это направление развивалось в Институте химических реактивов и особо чистых веществ, а в последние годы в Научном центре «Малотоннажная химия» [1].

Работы проводились по следующим 4-м направлениям: моделирование и оптимизация технологических процессов получения химреактивов и особо чистых веществ (ОСЧВ); системный анализ в технологии ОСЧВ и синтез оптимальных гибких многоассортиментных производств; создание специализированных АСНИ и АСУТП; разработка автоматизированных банков данных, экспертных систем искусственного интеллекта и компьютерных систем принятия решения.

В результате проведенных научных исследований:

- разработаны теоретические основы системного анализа в технологии ОСЧВ, позволившие провести декомпозицию сложных систем по ключевым признакам, а также классификации микропримесей, исходных реагентов и целевых продуктов [2].
- с учетом системных обобщений, а также на базе автоматизированных фактографических банков данных создана программно-целевая система анализа и выбора структуры химико-технологических производств ОСЧВ;
- создана теория многоуровневого системного анализа и синтеза гибких многоассортиментных производств ОСЧВ.
- разработаны математические модели индивидуальных и совмещенных процессов очистки кристаллизационными, ионообменными, адсорбционными, экстракционными, химическими и дистилляционными методами с учетом изменения механизма процесса при переходе из области макро- в область микроконцентраций по примеси;

В 2000-е годы мы заняли ведущие позиции в химическом комплексе России по разработке и внедрению информационных CALS-технологий (ISO 10303 STEP). На их основе созданы автоматизированные системы конструкторской документации в технологии ОСЧВ, биотехнологии; плазменно-криогенной технологии получения нанодисперсных порошков и др. Разработаны CALS-системы компьютерного менеджмента качества в технологии особо чистых веществ и наноматериалов [3].

В последние годы по контрактам Минпромторга России для разработки стратегии развития химической промышленности созданы информационные технологии системного анализа и рейтинговой оценки инновационного потенциала 83 ведущих научных организаций акционерной и государственной форм собственности. Так же проведен системный анализ инновационных ресурсов 165 ведущих промышленных предприятий химического и нефтехимического комплекса.

Литература

1. Bessarabov, A. *Chemical Engineering Transactions*, **2014**, *39*, 1003-1008.
2. Бессарабов А.М. и др. Теор. основы химической технологии, 1989, *23*, 421-424.
3. Bessarabov, A. et al. *Journal of Applied Polymer Science*, **2008**, *110*, 4016–4021.

Р-24. ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ГИБКИХ МОДУЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ И ОСОБО ЧИСТЫХ ВЕЩЕСТВ

А.А. Казаков, Л.В. Трынкина, В.Е. Трохин, А.М. Бессарабов

ПАО Научный центр «Малотоннажная химия»
ул. Краснобогатырская, д.42, Москва, 107564, Россия
e-mail: bessarabov@nc-mtc.ru

Для предметной области «химические реактивы и особо чистые вещества» проведен системный анализ на четырех иерархических уровнях гибкости [1, 2] (номенклатурный, производственно-технологический, организационно-технологический, организационно-производственный), на примере разработки гибких многоассортиментных производств алифатических углеводородов [1] и неорганических кислот [2].

При синтезе гибких технологий для фиксированного ассортимента произведено разбиение массива продуктов по признакам технологического и химического сходства, а также решена задача выбора оптимальной последовательности выпуска целевых продуктов. Научные исследования и автоматизированное проектирование проводятся на основе наиболее перспективной системы компьютерной поддержки - CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life cycle Sopport – непрерывная, информационная поддержка жизненного цикла продукта) [3].

В CALS-протоколе применения «Технологические регламенты» разработана структура базы данных для рассматриваемых технологий, созданы типовые структуры словарей и справочников по элементам оборудования, конструкционным материалам и др. Разработаны универсальные, обладающие конструкторской гибкостью, модульные установки [4] для получения особо чистых неорганических кислот и алифатических углеводородов (также их смесей - петролейных эфиров) чистых и особо чистых квалификаций. Получены: азотная кислота квалификации «ос.ч» концентрацией 100%, хлорная, соляная и плавиковая кислоты «ос.ч» азеотропного состава; алифатические углеводороды (н-пентан, н-гексан, н-гептан, изооктан, н-нонан, н-декан) квалификаций «ч», «хч», «ос.ч» и петролейные эфиры 90-110 и 70-100 квалификации «ч».

Для аналитического мониторинга выпускаемой продукции в рамках типового CALS-проекта «Технические условия» разработана архитектура, алгоритмическое и программное обеспечение системы компьютерного менеджмента качества химических реактивов и особо чистых веществ в следующих информационных сечениях: анализируемое вещество; показатели качества; методы анализа; аналитическое оборудование. Показатели качества структурированы по 4-м информационным кластерам: основное вещество, катионы металлов, анионы, взвешенные частицы. По этим кластерам разработана база данных по методам анализа и аналитическому оборудованию, используемых в технологии получения особо чистых веществ [5].

Разработанные технологии реализованы и успешно используются на базе производства ЗАО «ЭКОС-1». Полученные результаты вошли в конкурсные проекты Минобрнауки (№02.513.12.3072, №02.513.123073) и Минпромторга (№16.1СА.12.8003).

Литература

1. Трохин В.Е. и др. *Химическое и нефтегазовое машиностроение*, **2012**, *48(5)*, 4-9.
2. Bessarabov, A. et al. *Chemical Engineering Transactions*, **2015**, *43*, 1021-1026.
3. Степанова Т.И. и др. *Химическая промышленность сегодня*, **2013**, *12*, 44-52.
4. Бессарабов А.М., и др. *Вестник Казанского технол. ун-та*, **2014**, *17(3)*, 292-297.
5. Bessarabov, A. et al. *Journal of Applied Polymer Science*, **2008**, *110*, 4016–4021.

Р-25. ТИПОВАЯ ЛОКАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ

В.Е. Трохин, А.Г. Вендило, Е.Ю. Полубояринова, А.М. Бессарабов

ПАО Научный центр «Малотоннажная химия»
ул. Краснобогатырская, д.42, Москва, 107564, Россия
e-mail: bessarabov@nc-mtc.ru

Разработанный для завода малотоннажной химии ЭКОС-1 (Купавна, Московская область) комплекс водного хозяйства охватывает все технологические и вспомогательные процессы предприятия, в которых используются водные ресурсы. Он включает в себя следующие 8 систем: система приема и подготовки (умягчения, обезжелезивания) магистральной или артезианской воды; система оборотного водоснабжения; системы обеспечения производств паром, а также системы сбора и коррекции состава конденсата; система получения обессоленной технологической воды; система получения высокочистой воды (также для обеспечения работы исследовательской и аналитической лабораторий); система сбора условно чистой воды, её подготовки и возврата в производство; система сбора загрязненных вод и их обработка (подготовка к передаче на внешние комплексы или к вторичному её использованию); система обеспечения производственных и вспомогательных помещений горячей водой (технологические и бытовые нужды).

Входящая в комплекс водного хозяйства типовая система оборотного водоснабжения (СОВС) позволяет повторно использовать промышленные сточные воды, прошедшие процесс очистки на очистных сооружениях замкнутого цикла. Система полностью исключает сброс сточных вод в канализацию или водные объекты. Оборотное водоснабжение позволяет: значительно (на 85-95%) сократить водопотребление промышленного предприятия, снизить потери ценных компонентов со сточными водами, избежать платы за водоотведение и превышение предельно допустимых концентраций – ПДК сточных вод [1].

Разработка СОВС осуществлялась в рамках наиболее перспективной системы компьютерной поддержки – CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная, информационная поддержка жизненного цикла продукта) [2]. Это позволяет повысить качество исследовательских и конструкторских работ, а также обеспечить полное компьютерное сопровождение всех этапов жизненного цикла.

Система оборотного водоснабжения разрабатывалась по модульному принципу [3] для технологического отделения с тремя установками периодической ректификации. Потребителями в данной системе являются теплообменники, водокольцевые вакуумные насосы, парожидкостные рубашки и конденсаторы. Все оборудование занесено в базу данных, где создан справочник «Аппараты». К каждому изделию справочника присоединены важнейшие характеристики: составные элементы, материал, из которого изготовлено оборудование, прочностные характеристики и др.

Созданный информационный комплекс был успешно реализован при разработке технологического регламента типовой СОВС. Применение концепции CALS позволило существенно сократить время и повысить качество выполняемых работ.

Литература

1. Немтинов В.А. и др. *Теор. основы химической технологии*, **2011**, *45*, 578-587.
2. Bessarabov, A. et al. *Chemical Engineering Transactions*, **2014**, *39*, 1003-1008.
3. Trokhin, V.E. et al. *Chemical and Petroleum Engineering*, **2012**, *48*, 271-277.

Р-26. КОМПЬЮТЕРНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ДОРОЖНОЙ ХИМИИ

А.Н. Глушко[a)], Т.И. Степанова[b)], Г.А. Заремба[b)], А.М. Бессарабов[b)]

[a)] *Научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых веществ, Богородский вал, д.3, Москва, 107076, Россия*
e-mail: ang@irea.org.ru
[b)] *ПАО Научный центр «Малотоннажная химия»*
ул. Краснобогатырская, д.42, Москва, 107564, Россия
e-mail: bessarabov@nc-mtc.ru

Непрерывный рост автомобильного парка, увеличение объема грузооборота и перевозок пассажиров предъявляют все более жесткие требования к содержанию автомобильных дорог, а также обеспечению безопасности движения по ним. Решение этих проблем связано с двумя комплексами задач: борьба с зимней скользкостью с применением противогололедных реагентов (ПГР) и поддержание дорожных покрытий в оптимальном состоянии с помощью специализированных пропиток. Для практической реализации этих задач разработаны системы компьютерного менеджмента качества (КМК-системы), позволяющие на высоком уровне проводить аналитический мониторинг при создании и использовании продуктов дорожной химии.

Для аналитических исследований химических противогололедных реагентов разработана система компьютерного менеджмента качества в следующих информационных сечениях: химический состав; показатели качества; методы анализа; аналитическое оборудование. Основные 18 показателей качества сгруппированы по 4-м информационным кластерам. С использованием КМК-системы для Департамента ЖКХ и благоустройства г. Москвы проведены комплексы системных теоретических и экспериментальных исследований по договорам на НИР и Государственным контрактам «Проведение испытаний противогололедных реагентов на соответствие техническим требованиям по условиям поставки».

Применение ПГР связано с попаданием в окружающую среду большого количества химических веществ. Для снижения экологических последствий нами проводится мониторинг состояния объектов окружающей среды, который позволяет оценить воздействие ПГР по 4-м важнейшим экологическим кластерам: почвенный покров, водные объекты, зеленые насаждения и атмосферный воздух. Для каждой экологической составляющей в КМК-систему введены 6 важнейших индикаторов качества, характеризующих воздействие конкретного ПГР на выбранный объект окружающей среды. Полученные по экологическому мониторингу результаты вошли в отчеты по договорам Департамента природопользования и охраны окружающей среды.

Для компьютерного менеджмента качества дорожных пропиток разработана информационная система по двум целевым классам: восстанавливающие и защитные. Для каждого класса пропиток выделены основные подкатегории, по которым сгруппированы пропитки соответствующих химических составов, характеризуемых совокупностью показателей качества. Проведена систематизация показателей качества по предложенным нами информационным кластерам. По каждому рассматриваемому показателю в систему введены наиболее перспективные методы анализа и аналитическое оборудование.

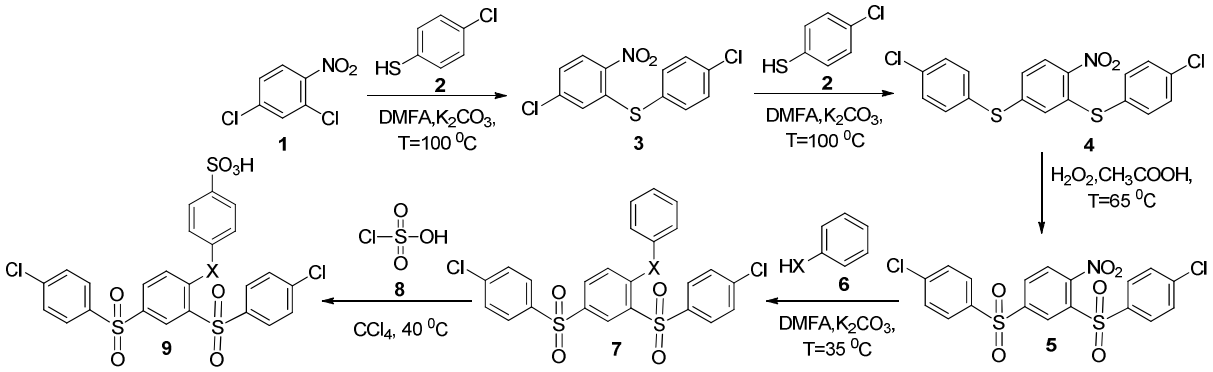
Разработанные КМК-системы внедрены в Аналитическом испытательном центре и Центре коллективного пользования научным оборудованием ФГУП «ИРЕА». Программные модули КМК-систем аналитического мониторинга вошли в Государственный контракт Минобрнауки России ГК 16.552.11.7010.

Р-27. СИНТЕЗ НОВОГО МОНОМЕРА ДЛЯ ПОЛИАРИЛЕНЭФИРСУЛЬФОНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОТОГЕННЫЕ ГРУППЫ

А.Н. Валяева, Р.С. Бегунов
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
ул. Советская, д.14, Ярославль, 150000, Россия
e-mail: sud-asya@yandex.ru

Ароматические конденсационные полимеры с ковалентносвязанными сульфокислотными группами нашли широкое применение в качестве полимерных электролитов для топливных элементов. Среди них можно выделить сульфированные полиариленэфирсульфоны (РАЭС), обладающие значительной протонной проводимостью при температурах ниже 100 °С. Недостатком данных мембран является необходимость оптимизации содержания протогенных групп в полимере, так как увеличение их количества хотя и повышает ионную проводимость мембраны, но, с другой стороны, увеличивает растворимость полимера в воде и степень ее набухания, ухудшая механические характеристики полиэлектролита. Введение сульфогрупп можно осуществлять как непосредственно в полимер в условиях полимеранологичных превращений, так и используя для синтеза полимеров мономеры, уже содержащие данные группы. Последний способ является наиболее перспективным, поскольку позволяет контролировать содержание протогенных групп в полимере, избегая дополнительных и часто непредсказуемых реакций постсульфирования.

В данном направлении были синтезированы новые мономеры для РАЭС по следующей схеме:



где X= O (a), S (b), NH (c)

Синтезированные высокомолекулярные соединения на основе **9a-c** содержат сульфогруппы в боковых звеньях, благодаря чему ожидаются высокие температуры стеклования и деструкции, по сравнению с полимерами, содержащими протогенные группы в основной цепи[1-2].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук МК-3839.2015.3.

Литература

1. Miyatake, K. et al. K. *Macromolecules*, **2001**, 34, 2056-2071.
2. Miyatake, K. et al. *Macromolecules*, **2003**, 36, 9691-9693.

Р-28. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ РЕНИЯ(V) С АЗОТСОДЕРЖАЩИМИ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМИ ЛИГАНДАМИ

Ф.Д. Гудратова, Л.Н. Мамедова

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия
просп. Азадлыг д.20, AZ1010, г. Баку, Азербайджанская Республика

Комплексные соединения рения (V) с азотсодержащими гетероциклическими лигандами представляют интерес в связи с тем, что проявляемые ими фармакологические свойства могут быть использованы в медицине.

С целью синтеза координационных соединений рения (V) в качестве исходного реагента использовали оксопентахлорид рения (V), органическими лигандами являлись имидазол, 4-метилимидазол. Полученные соединения охарактеризованы посредством инфракрасной спектроскопии (ИКС), термогравиметрии и элементного анализа.

В результате изучения условий комплексообразования обнаружено, что образуются различные типы соединений. Так, взаимодействие $H_2[ReOCl_5]$ с имидазолом (L) в среде галогеноводородной кислоты с концентрацией HCl равной 2-5 М приводит к образованию оксогидроксокомплексов состава $[ReO(OH)LCl_2(H_2O)]$ (I) и $[ReO(OH)L_2Cl_2]$ (II) соответственно. Это подтверждается появлением на ИК- спектрах комплексов I и II полос поглощения координированной гидроксильной группы в области 3500 $см^{-1}$. Комплексообразование рения с имидазолом в среде концентрированной кислоты (8М HCl) приводит к получению только оксокомплекса состава $[ReOCl_3L_2]$ (III). Термогравиметрическое исследование соединения (III) указывают что молекулы координационной и кристаллизационной воды отсутствуют.

В среде кислоты пониженной концентрации (3М HCl) взаимодействие рения с 4-метилимидазолом (L^1) приводит к образованию оксогидроксокомплекса состава $[ReO(OH)L^1{}_2Cl_2]H_2O$ (IV). При повышенной концентрации галогеноводородной кислоты (7М HCl) получен оксокомплекс состава $[ReOCl_3L^1{}_2]$ (V). В ИК- спектрах этих комплексов присутствуют полосы поглощения, ответственные за связь рения с гидроксид-ионом при 524 $см^{-1}$ и валентные колебания ренильной группы при 950-960 $см^{-1}$.

На основании данных ИК- спектров синтезированных комплексов (I-V) можно утверждать, что во всех случаях гетероциклические лиганды монодентатно координированы к атому рения (V) посредством атома азота с двойной связью.

Р-29. ОСОБЕННОСТИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА П-ЭТИНИЛБЕНЗОЛА

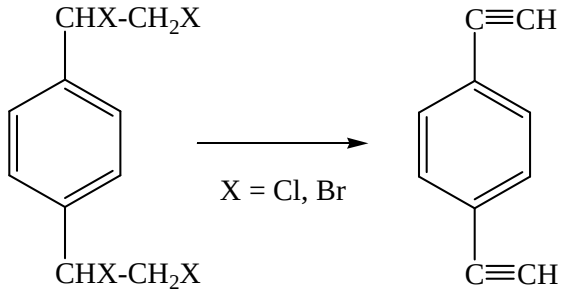
Т.М. Гусейнова, Н.Э.Джаббарова

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия
просп. Азадлыг д.20, AZ1010, г. Баку, Азербайджанская Республика

Проблема изыскания новых высокоэффективных, безвредных, удобных способов для получения разнообразных ценных продуктов является весъма актуалъной.

Поэтому с применением метода МФК нами разработан новый, простой и очень эффективный способ получения *п*-этинилбензола.

Изучена возможность получения п-этинилбензола щелочным дегидрогалогенированием *п-бис*-(1,2-дигалогенэтил)бензола в двухфазной гетерогенной системе, состоящей из исходного галогенида и твердой порошкообразной щелочи в присутствии межфазного катализатора в органических растворителях.



В качестве межфазных катализаторов (МК) использовались краун-эфиры: дибензо-18-краун-6 (ДБ18К6), 18-краун-6 (18К6), пентаметил-15-краун-5 (ПМ15К5), тетраметил-12-краун-4 (ТМ12К4) и их ациклические аналоги – диметиловые эфиры диэтиленгликоля (диглим), триэтиленгликол (триглим), тетраэтиленгликоля (тетраглим), а также широко применяемая четвертичная аммониевая соль – триэтилбензиламмонийхлорид (ТЭБАХ).

Нами исследованы закономерности дегидрогалогенирования *п-бис*-(1,2-дигалогенэтил)бензола в зависимости от природы и концентрации щелочи и МК, а также растворителей. Наибольший выход *п*-этинилбензола достигается в диглиме (98%).

Изучено также влияние природы краун эфиров на выход п-этинилбензола. Максимальный выход *п*-этинилбензола наблюдается при применении ДБ18К6 и 18К6. На выход п-этинилбензола также влияет изменение концентрации ДБ 18К6 и КОН.

Максимальный выход достигается при применении 0,004 моль ДБ18К6.

Повышение концентрации КОН от 0,1 до 0,4 моль увеличивает выход *п*-этинилбензола. При изучении влияния различных факторов, установлено, что при использовании гидроксида калия (0,4 моль) в ксилоле при температуре 130°С в присутствии дибензо-18-краун-6 (ДБ18К6) (0,0004 моль) выход *п*-этинилбензола достигает 90-95%.

Литература

1. М. Хираока. Краун-соединения. М., «Мир», с. 212, 1986.

2. В. Вебер, Г. Гокель, Межфазный катализ в органическом синтезе. М., «Мир», 1980.

3. C.J. Pedersen. J.Am. Chem Soc. 1967, 89 (26), 7017.

Р-30. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПРОПИНА И ПРОПАДИЕНА КАТАЛИТИЧЕСКИМ ПРЕВРАЩЕНИЕМ ХЛОРПРОИЗВОДНЫХ ПРОПИЛЕНА

Н.Э. Джаббарова, Т.М. Гусейнова

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия
просп. Азадлыг д.20, AZ1010, г. Баку, Азербайджанская Республика

В связи с высокой реакционной способностью пропина и пропадиена раскрывются широкие возможности их использования для синтеза многих промышленно важных продуктов (полимерных и целлюлозно-бумажных материалов, ядохимикатов, медицинских препаратов, ракетного топлива и др.)

Многочисленные попытки получить пропин и пропадиен пиролизом пропилена и хлористого аллила при высоких температурах (800-1200°С) не увенчались успехом вследствие образования значительных количеств продуктов побочных реакций, поэтому изыскание новых более эффективных способов получения пропадиена на основе экономически выгодного сырья и катализатора является актуальным.

Настоящее исследование посвящено изучению возможности получения пропина и пропадиена, имеющих практическую значимость для утилизации отходов производства глицерина с целью получения ценных мономеров.

С целью выявления сравнительной реакционной способности хлорпроизводных пропилена в реакции дегидрохлорирования использовались 2-хлорпропан (2-ХП), 1,2-дихлорпропан (1,2-ДХП), 1,2,3-трихлорпропан (1,2,3-ТХП) и хлористый аллил (ХА), выделенные из отходов производства глицерина. Дегидрохлорирование проводилось при 400°С на промышленном катализаторе на основе оксида магния. Согласно полученным данным, реакционная способность хлорпроизводных пропилена, выраженная средней скоростью образования (моль/л·ч) пропина и пропадиена, падает в ряду:

1,2-ДХП (0,31) > 1,2,3-ТХП (0,22) ≥ ХА (0,13) >> 2-ХП (следы).

Изучение закономерностей образования продуктов дегидрохлорирования 1,2-дихлорпропана показало, что при увеличении времени контакта до~7сек. наблюдается тенденция к уменьшению средних скоростей образования продуктов реакции: монохлорпропенов, ацетилена, этилена, пропилена, пропина и пропадиена, что связано с протеканием побочных реакций поверхностной конденсации.

Полученные данные позволяют предположить, что соотношение скоростей промежуточных стадий гидрирования, деструкциии дегидрирования аллильного радикала оказывает определяющее влияние на смещение реакции крекинга изучаемых хлоруглеводородов в сторону пропина и пронадиена или побочных продуктов.

Следует подчеркнуть, что синтез пропина и пропадиена из дихлорпропана и трихлорпропана – отходов производства глицерина – благоприятен не только с точки зрения сокращения расходов ценных мономеров – пропилена, изобутилена и хлористого аллила в процессах пиролиза, но и тем, что в случае этих хлоруглеводородов удается использовать одновременно каталитическое действие как оксида, так и хлора в момент его образования в промежуточных стадиях на поверхности.

Р-31. ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА МИКРОПРИМЕСЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ В ВЫСОКОЧИСТЫХ ОБЪЕКТАХ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ МЕТОДОМ ИСП-АЭС

Ю.М. Дикарева, В.Е. Трохин, Е.И. Афанасьева

ПАО Научный центр «Малотоннажная химия»
ул. Краснобогатырская, д.42, Москва, 107564, Россия
e-mail: dikarevajulia@gmail.com

При производстве и сертификации продуктов малотоннажной химии, таких как химические реактивы и высокочистые химические вещества, одним из основных параметров качества является содержание микропримесей элементов.

Ассортимент продуктов малотоннажной химии характеризуется широкой номенклатурой как по наименованию, так и по квалификации, причем анализ качества этих продуктов приходится проводить в возможно сжатые сроки и зачастую параллельно.

Перспективным способом решения такого ряда задач в отношении измерения массовой концентрации примесей элементов является применение спектрометрического метода атомной эмиссии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС). При значительном наборе положительных характеристик метода в случае анализа большого ассортимента продуктов возникает задача быстрой перенастройки прибора для анализа объектов с минимизацией их взаимного влияния [1]. На одном приборе анализируют кислоты (органические и неорганические), щелочи (органические и неорганические), соли, органические растворители. Определяющую роль в качестве результатов проводимого анализа играют процесс подготовки проб и точная настройка прибора при переориентировании с объекта на объект. Проведение ряда соответствующих операций позволяет привести анализируемые образцы к единому основанию и минимизировать тем самым влияние посторонних примесей на детали устройств отбора и формирования ионного пучка спектрометра [2].

В нашей лаборатории используется оптический спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Thermo Scientific iCAP 6300 Duo.

Для каждого из анализируемых объектов на основе литературных данных, НТД (ГОСТ, ASTM) и накопленного опыта разработаны методики пробоподготовки, подобраны режимы работы спектрометра, выбран набор аналитических линий. Разработан ряд унифицированных методик, позволяющих проводить анализ материалов в одинаковых условиях, учитывая природу происхождения исследуемого объекта, набор определяемых примесей элементов.

Разработаны методики измерения массовой доли примесей элементов в неорганических кислотах и органических растворителях. Методы обладают хорошей воспроизводимостью и удовлетворительной точностью.

Литература

1. Отто М. *Современные методы аналитической химии*, 3-е издание / Перевод с немецкого под ред. А.В. Гармаша. – М.: Техносфера, **2008**, 553 с.

2. Шелпакова И.Р. и др. *Успехи химии*, **2005**, *74 (11)*, 1106-1117.

Р-32. СИНТЕЗ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ С АЗОТНЫМ СОДЕРЖИМЫМ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КОНСЕРВАЦИОННЫХ ЖИДКОСТЯХ

Х.Р. Дюздабан

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия
просп. Азадлыг д.20, AZ1010, г. Баку, Азербайджанская Республика
e-mail: hayaledzn@gmail.com

Защита от коррозии является самой актуальной задачей нашей эпохи. Применение консервационных жидкостей для защиты сельскохозяйственного оборудования и военной техники от коррозии – лучший из используемых способов. Консервационные жидкости, обладающие высоким антикоррозийным защитным эффектом и длительным действием должны отвечать ряду общеустановленных требований. Присадки, которые добавляются в антикоррозийные консервационные жидкости, наряду с оптимальным содержанием и многофункциональностью, должны хорошо растворяться в используемых как среда маслах [1]. Помимо того, что должны быть экономически выгодны и экологически безопасны, к тому же должны иметь структуру простой технологии обработки.

Хотя не удается полностью предотвратитьпроцесс коррозии, существуют различные пути выраженного снижения его скорости, из них наиболее выгодный и простой в применении заключается в использовании антикоррозийных ингибиторов[2].Были проведены исследовательские работы в направлении создания консервационных жидкостей, обладающих высокой защитной способностью. Как известно, многие азотосодержащие органические соединения обладают высоким защитным эффектом как ингибиторы коррозии. Поэтому для синтеза высокоэффективных ингибиторов коррозии,мы синтезировали имидазолин на основе диэтилентриамина и природных нефтяных кислот и получили их водорастворимые соли. Первый этап получения имидазолинов проводился при температуре 140^0С, второй этап – 230-240^0 С. Выход полученного имидазолина составляет 89,6%.

Получены различные комплексы синтезированного имидазолина состеариновойи олеиновой кислотами, кислотами кукурузного и подсолнечного масла в соотношении 1:2. Подготовлены консервационные растворы полученных комплексов приразличных концентрациях (5% и 10%) в среде масла Т-30.Консервационная жидкость, взятая в указанныхконцентрациях, защитила стали марки«Ст-3» от коррозии в гидрокамере «Г-4» в течение 209 дней, а в морской воде и 0,0001%-ном растворе H_2SO_4–142 дня. В настоящее время опыты продолжаютсяв гидрокамере.

Литература

1. Трифонова О.Н. Научные основы разработки малокомпонентных антикоррозионных составов на базе амидоаминов и высших карбоновых кислот для защиты стали от атмосферной коррозии. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Тамбовский Государственный Университет, Тамбов, 2005. 135с.

2. Аббасов В.М., Мурсалов Н.И., Алиева Л.И., Абдуллаева Э.Г., Махмудова Л.А. Азотпроизводные нафтеновых кислот- эффективные ингибиторы коррозии. // «Процессы нефтехимии и нефтепереработки» 2007, № 3(30), с. 19-22.

Р-33. ПОЛИ(ФЕНИЛКАРБИН) КАК МОДИФИКАТОР КАТАЛИЗАТОРА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ НЕНАСЫЩЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Т.М. Звукова, А.И. Сизов, Д.А. Курмаев, Б.М. Булычев

МГУ им. М.В. Ломоносова, Химический ф-т
ГСП-1, Ленинские горы, д.1, стр.3, 119991, Москва, Россия
e-mail: tmzvukova@yandex.ru

Полимеры ряда поликарбина, представляющие собой разветвленные углеводороды особого строения, обычно применяются как исходные вещества в синтезе различных аллотропных форм углерода [1]. Структура поли(фенилкарбина) представляет собой трехмерную сетку, построенную из sp^3 – гибридизованных атомов углерода, каждый из которых связан одинарными связями с тремя другими такими же атомами углерода и с фенильным заместителем [1]. Присущие такой структуре стерические напряжения определяют высокую реакционную способность поликарбинов и, в частности, способность инициировать радикальные реакции [2].

Нами получены комплексы поли(фенилкарбина) с соединениями циркония и изучена их каталитическая активность в реакции полимеризации этилена. Для экспериментов были использованы два типа комплексов, синтезированных по схемам 1 и 2.

$$CPhBr_3 + Mg \xrightarrow[-MgBr_2]{\text{ТГФ, Мехактивация}} (CPh)_n \xrightarrow{\text{ТГФ, } (Cp_2ZrCl_2)_x} \underset{\text{I}}{[(CPh)^{\cdot}(Cp_2ZrCl_2)_x]_n} \qquad (1)$$

$$CPhBr_3 + Mg + (Cp_2ZrCl_2)_x \xrightarrow[-MgBr(Cl)]{\text{ТГФ, Мехактивация}} \underset{\text{II}}{\left[(CPh)(Cp_2Zr)_x\right]_n} \qquad (2)$$

Cp = циклопентадиенил x = 0.1-0.01

Комплексы I типа приготовлены смешением растворов Cp_2ZrCl_2 (Cp = циклопентадиенил) с раствором предварительно синтезированного поли(фенилкарбина) $(CPh)_n$. В комплексах II типа металлсодержащие фрагменты зашиты в структуру поли(фенилкарбина) при синтезе полимера. Полимеризацию проводили в толуоле, активатор – МАО (Zr/МАО = 1/1000). Данные по каталитической активности комплексов I и II в сравнении с активностью исходного соединения Cp_2ZrCl_2 приведены в таблице.

Комплекс	Активность (кг ПЭ/(г.ат.Zr·ч·бар)
Cp_2ZrCl_2	247
I. $[(CPh)^{\cdot}(Cp_2ZrCl_2)_{0.1}]_n$	1520
I. $[(CPh)^{\cdot}(Cp_2ZrCl_2)_{0.05}]_n$	1670
II. $[(CPh)(Cp_2Zr)_{0.1}]_n$	551
II. $[(CPh)(Cp_2Zr)_{0.05}]_n$	591

Полученные данные показывают, что поли(фенилкарбин) может служить эффективным модификатором катализаторов полимеризации непредельных соединений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 15-03-0697615)

Литература

1. Visscher G.T., et al. *J. Am. Chem. Soc.*, **1994**, *116*, 1805-1811.
2. Greco J.F., et al. *Polymer Journal*, **2010**, *42*, 298-303.

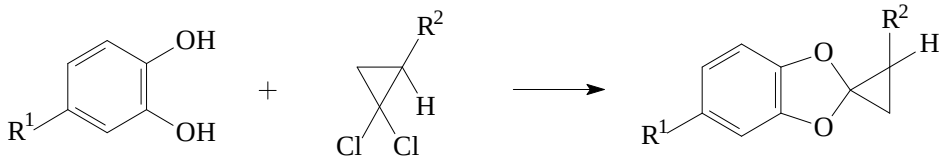
Р-34. СИНТЕЗ ЗАМЕЩЕННЫХ БЕНЗО-1,3-ДИОКСАЦИКЛОАЛКАНОВ

С.С. Злотский, В.Ф. Валиев, Н.Н. Михайлова, Г.З. Раскильдина

Уфимский государственный нефтяной технический университет,
450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, тел. 8(347)242-08-54
e-mail: nocturne@mail.ru

В настоящее время все больше возрастает интерес к разработке методов получения и изучения свойств бензо-1,3-диоксациклоалканов, которые находят широкое применение в тонком органическом синтезе.

Нами получен ряд замещенных бензо-1,3-диоксациклоалканов путем взаимодействия пирокатехинов с замещенными гем-дигалогенциклопропанами.



R^1=H **(1, 5, 7)** R^2 = C_6H_5 **(3, 5, 6)**

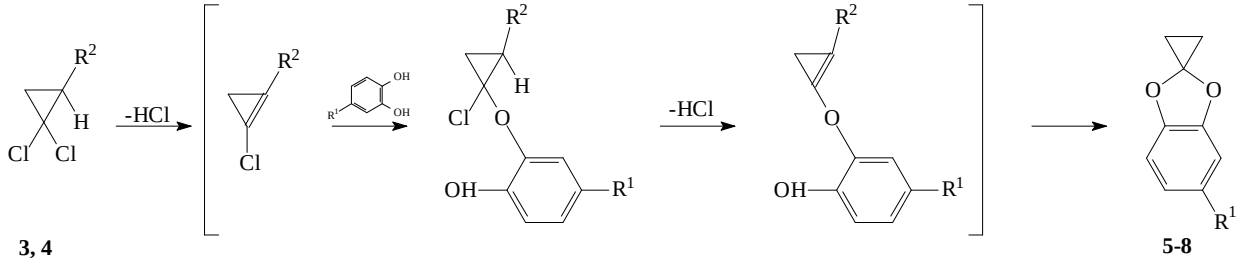
R^1=*трет*-C_4H_9 **(2, 6, 8)** R^2 = CH_2=CH **(4, 7, 8)**

Установлено, что винил-*гем*-дихлорциклопропан **4** менее активен, чем его аналог **3** и сопоставимый выход 2'-винилспиро[1,3-бензодиоксолан-2,1'-циклопропана] **7** (65%) достигается за 10 часов при двукратном увеличении концентрации катализатора.

4-*трет*-Бутилпирокатехин **2** уступает в активности незамещенному аналогу **1** и выход соответствующих гетероциклических спиросоединений **6, 8** не превышает 40%.

При замене ДМСО на толуол или ДМФА реакция не протекает.

Предполагаем, что первой (медленной) стадией реакции является отщепление молекулы HCl в соединениях **3, 4**, а второй (быстрой) стадией – присоединение OH-групп по возникающим двойным связям:



Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания

Р-35. ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИЙ КАТАЛИЗАТОР ДЛЯ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ЦИКЛОГЕКСАНОЛА В ПРОИЗВОДСТВЕ КАПРОЛАКТАМА

В.И. Ванчурин[b)], О.И. Караченко[a)], Л.И. Марачук [a)], Ю.Л. Павлов [b)]

[a)]*ОАО "Гродно Азот», пр. Космонавтов, д.100, 230013, г. Гродно, Республика Беларусь*
e-mail:karach@open.by
[b)]*Российский химико-технооогический университет им. Д.И. Менделеева.*
Миусская пл., д.9, Москва, 125047, Россия
e-mail:vanchourin@mail.ru

Дегидрирование циклогексанола в циклогексанон производстве капролактама осуществляют в основном на медьсодержащих катализаторах. В отечественной практике приоритет отдан импортному таблетированному катализатору НЗ-11 фирмы БАСФ . Катализатор НЗ-11 проявляет высокую селективность ≈99% при средних значениях степени конверсии циклогексанола ≈ 40-50%, но не устойчив к температурным воздействиям. Отсутствие достойной альтернативы НЗ-11 на катализаторном рынке стало побудительной причиной для развертывания работ по синтезу медьсодержащего катализатора МАК-К К (медьалюмокремнеземный для капролактама) с высокими показателями селективности, активности и термостабильности [1,2]. В технологии нового катализатора МАК-К использован гидроксилированный комбинированный носитель, состоящий из белой сажи и бёмита. Для приготовления катализатора МАК-К усовершенствована аммиачно-карбонатная технология [3]. Установлено, что в условиях развитого турбулентного режима при перемешивании медноаммиачной суспензии в процессе нанесения медного компонента на алюмокремнеземный носитель осаждение прекурсора происходит преимущественно в форме наноструктурированных гидроксокарбонатных структур. Другой особенностью технологии является замена дорогостоящей операции по таблетированию катализаторного порошка на более производительный и доступный метод экструзионного формования в гранулы. Методом ИК-спектроскопии выявлены изменения в спектре кремнеземной составляющей носителя катализатора МАК-К по сравнению со спектром чистой белой сажи. Под влиянием бёмита и медноаммиачно-карбонатных соединений меди поверхность частиц белой сажи обогащается гидроксильными группами, происходит её функционализация и, благодаря генерированию дополнительных силанольных групп, прекурсор активного компонента прочно закрепляется на носителе

Получены данные по изменению текстурных характеристик и фазового состава МАК – К и катализатора НЗ-11 после их испытаний в реакции дегидрирования циклогексанола. Установлено, что текстура МАК – К изменяется слабо и морфология частиц активного компонента сохраняется в виде наноразмерных структур. В катализаторе НЗ-11 происходят необратимые изменения поверхностных свойств, обусловленные процессами рекристаллизации и спекания медного компонента.

В ходе опытных испытаний подтверждено, что селективность катализаторов НЗ-11 и МАК–К находится на уровне 99%. При этом активность катализатора НЗ-11 после перегрева при 350°С упала с 50,6% до 29,8% (снижение на 41 отн.%). В тех же условиях испытания активность катализатора МАК–К изменилась всего на 15 отн.% с 56,6% до 48,1%.

Литература

1. Ванчурин В.И. и др. // *Химическая технол*огия, **2014** .*Т.15, 5*, 283-288.
2. Ванчурин В.И. и др.// *Стекло и керамика*, **2014**, *11*, 32-36.
3. Комова З. В. и др. *Катализ в промышленности*, *5*, **2007**, 43-51.

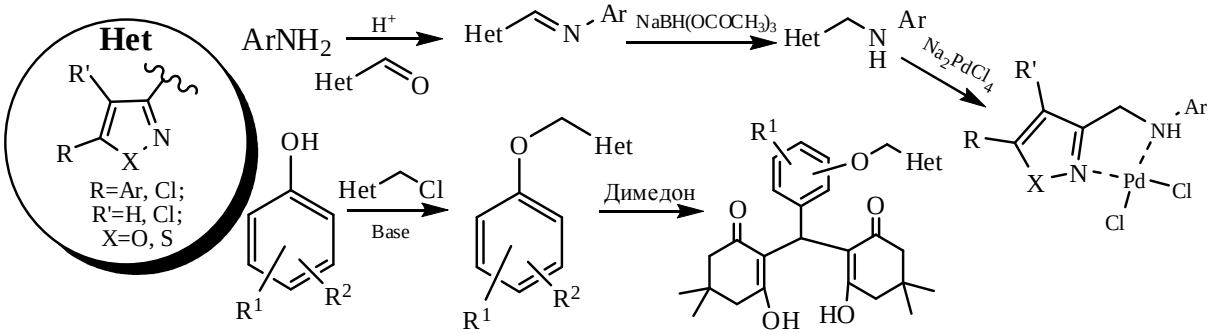
Р-36. МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЁННЫХ ИЗОТИАЗОЛОВ И ИЗОКСАЗОЛОВ

А.В. Клецков [a)], Н.А. Бумагин [b)], С.К. Петкевич [a)], Е.А. Дикусар [a)], Д.А. Рудаков [a)], Р.М. Золотарь [c)], О.П. Чепик [c)], В.И. Поткин [a)]

[a)] Институт физико-органической химии НАН Беларуси
ул. Сурганова д.13,г. Минск, 220072, Республика Беларусь
e-mail: avkletskov@gmail.com
[b)] Московский государственный университет,
ГСП-1, Ленинские горы, 119991, Москва, Российская Федерация
[c)] Институт биоорганической химии НАН Беларуси
ул. Акад. Купревича, д.5/2, г. Минск, 220141, Республика Беларусь

Ранее нами были разработаны методы формирования изотиазольного и изоксазольного циклов путём последовательнх превращений трихлорэтилена. В дальнейшем, через трансформацию экзоциклических групп полученных 1,2-азолов нами были синтезированы их полифункциональные производные. Для многих из синтезированных соединений обнаружен широкий спектр биологической активности, включая пестицидную [1] и противораковую [2], выявлены лиганды для получения металлокомплексов [3]. Синтезированные 1,2-азольные металлокомплексы палладия(II) проявили высокую каталитическую активность в реакциях кросс-сочетания. В целях дальнейшего исследования путей применения 1,2-азолов, полученных на основе последовательных трансформаций доступного хлорорганического сырья, нами были синтезированы новые эффективные 1,2-азольные лиганды для металлокомплексов и перспективные для биоиспытаний простые эфиры природных альдегидофенолов.

Синтезированные амины 1,2-азольного ряда на основе этилового эфира *п*-аминобензойной кислоты являются не только эффективными лигандами для катализаторов реакций кросс-сочетания, но и могут служить в качестве реагентов для полимераналогичных превращений, с целью получения каталитических систем многократного использования.



R^1=H, OMe, OEt; R^2=CHO; Ar=Ph, p-Ph-Ph, Naph, p-NH_2-Ph-COOEt

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 14-08-90012-Бел_а и БРФФИ, грант Х14Р-003.

Литература

1. V.I. Potkin et al. Nat. Prod. Comm., **2009**, Vol. 4, 1205-1208.
2. V.A. Kulchitsky et al. Medicinal Chemistry, **2012**, Vol. 8, 22-32.
3. N.A. Bumagin et al. Chem. Het. Comp., **2014**, Vol. 49, 1515-1529.

Р-37. СИНТЕЗ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ 4,5-ДИХЛОРИЗОТИАЗОЛ-3-КАРБОНОВОЙ И *O*(*M*)-КАРБОРАН-*C*-КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ И НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ МОНО- И 1,1'-ДИАЦЕТИЛФЕРРОЦЕНА

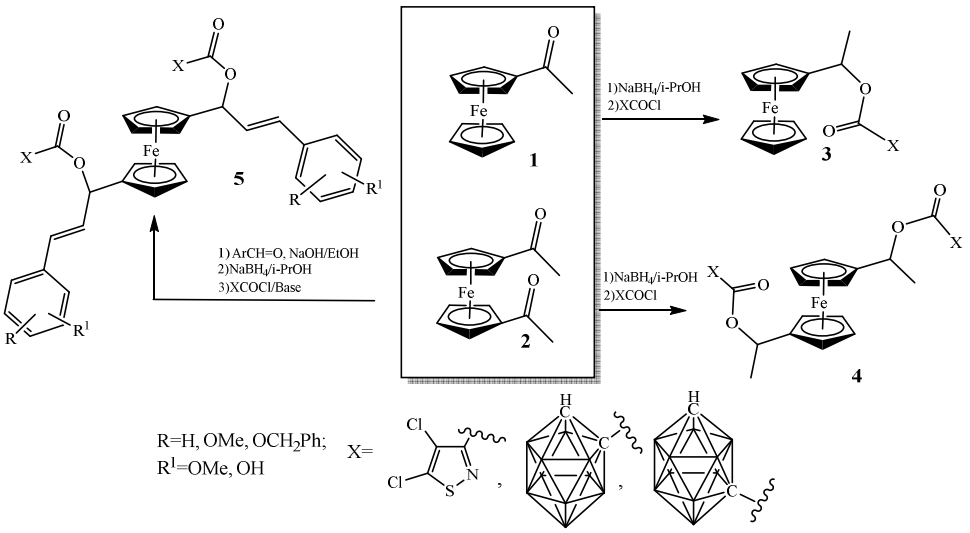
А.В. Клецков, Д.А. Рудаков, Е.А. Семенова, Ю.О. Суша, И.А. Колесник, Е.А. Дикусар

Институт физико-органической химии НАН Беларуси
ул. Сурганова д.13, г. Минск, 220072, Республика Беларусь
e-mail:avkletskov@gmail.com

Многие производные ферроцена обладают высокой биологической активностью. Замена ароматического ядра ферроценильным фрагментом в соединениях, обладающих биологической активностью, часто приводит к усилению биологической активности или преодолению резистентности у вредных микроорганизмов.

Значительный интерес представляют производные ферроцена, содержащие фармакофорные изотиазольный и карборановые фрагменты. Биологическая активность соответствующих производных ещё не была подробно изучена.

Путем последовательного превращения моно- и 1,1'-диацетилферроцена (**1,2**) были синтезированы сложные эфиры (**3-5**), представляющие интерес в качестве соединений, потенциально обладающих антимикробной, фунгицидной или противоопухолевой активностью. Аналогичная активность ранее была обнаружена для многих производных изотиазола. Методом циклической вольтамперометрии для синтезированных соединений были определены окислительно-восстановительные потенциалы, полуэмпирическим квантово-химическим методом PM7 рассчитаны энергии граничных орбиталей. Исходя из полученных экспериментальных и расчётных данных, выявлена корреляция между структурой и окислительно-восстановительными потенциалами. Соединения **3-5** представляют собой перспективные агенты для биотестирования [1].



Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (гранты Х15М-029 и Х15СО-006).

Литература

1. В.И. Поткин и др. Химия и технология новых веществ и материалов. Сборник научных трудов. Минск: «Беларуская навука», **2014**, вып. 4, 122-174.

Р-38. НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ 3-(2,2-ДИХЛОРЦИКЛОПРОПИЛ)ПИРАЗОЛОВ

В.А. Кобелевская, А.В. Попов, Г.Г. Левковская

Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН
ул. Фавоского, д.1, Иркутск, 664033, Россия
e-mail: sva18@mail.ru

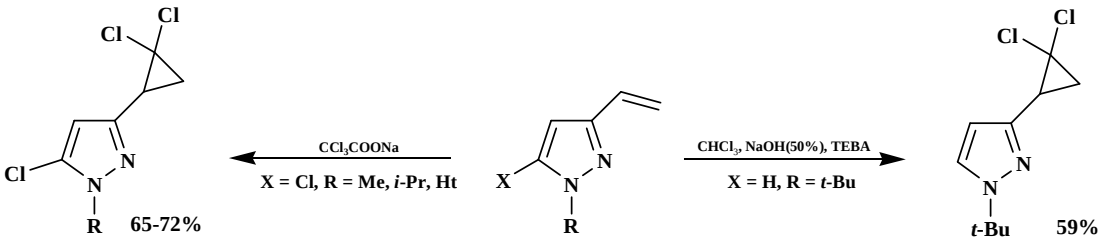
Производные пиразола входят в структуру действующих веществ многих современных фармакологических препаратов и нашли применение в качестве инсектоакарицидов, красителей, люминофоров, лигандов и др.

Нами разработан оригинальный метод синтеза малодоступных 3-алкенилпиразолов и неописанных ранее 3-алкенил-5-хлорпиразолов [1] – новых универсальных строительных блоков для направленного синтеза биологически активных веществ и материалов для высоких технологий. Получены первые примеры реакций 3-алкенил-5-H(Cl)-пиразолов с халькогенолами, пентахлоридом фосфора.

Продолжая исследования реакционной способности 3-алкенилпиразолов, с целью получения производных содержащих в своей структуре некоторые фрагменты известных инсектоакарицидных препаратов (фипронил, тебуфенпирад, циперметрин) мы изучили их реакции с дихлоркарбеном.

Синтез 1-*трет*-бутил-3-(2,2-дихлорциклопропил)-1*H*-пиразола был осуществлен взаимодействием 3-винилпиразола с дихлоркарбеном генерируемым из хлороформа и гидроксида натрия в условиях межфазного катализа.

В аналогичных условиях получить пиразолилциклопропаны из 1-алкил-3-винил-5-хлорпиразолов с препаративным выходом не удалось. При проведении реакции в условиях генерирования дихлоркарбена термолизом из трихлорацетата натрия в присутствии межфазного катализатора, 1-алкил-5-хлор-3-(2,2-дихлорциклопропил)-1*H*-пиразолы образуются с хорошим выходом.



Таким образом, разработан метод синтеза ранее неизвестных фармакофорных пиразолов, сочетающих в своей структуре биогенные фрагменты - перспективных веществ для создания лекарственных препаратов и продуктов пестицидного действия.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Х15СО-006) и Сибирского отделения Российской академии наук (грант СО РАН №4)

Основные результаты получены с использованием материально-технической базы Байкальского аналитического центра коллективного пользования СО РАН.

Литература

1. Levkovskaya, G.G., Kobelevskaya V.A., Rudyakova E.V. et al. *Tetrahedron*, **2011**, *67*, 1844–1851.

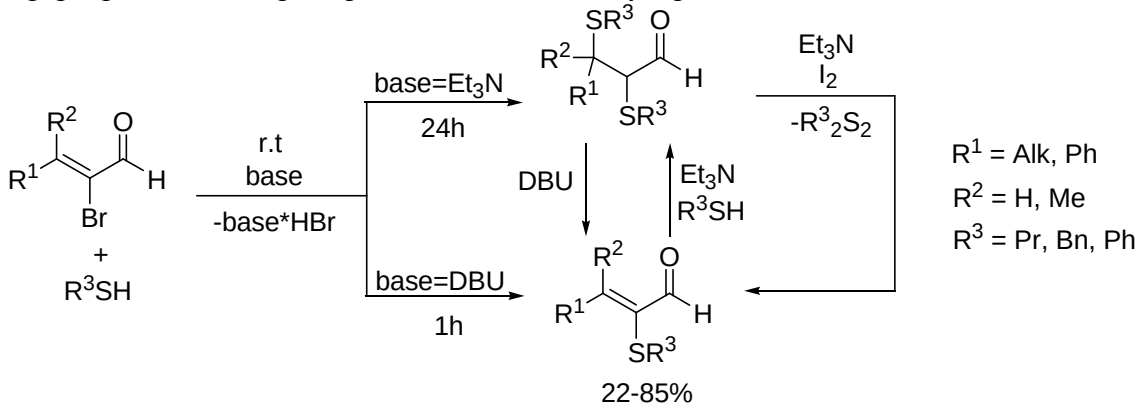
Р-39. 2-(СУЛЬФАНИЛ)ПРОПЕНАЛИ И 2,3-БИС(СУЛЬФАНИЛ)-ПРОПАНАЛИ ИЗ 2-БРОМЕНАЛЕЙ И ТИОЛОВ

Е.В. Кондрашов, А.Р. Романов, А.Ю. Рулёв

Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН
ул. Фаворского, д.1, Иркутск, 664033, Россия
e-mail: evgeny_irich@irioch.irk.ru

Производные алкенилсульфидов встречаются во многих природных объектах и обладают биологической активностью. Благодаря полифункциональности они могут использоваться как строительные блоки в синтезе различных органических соединений. Одним из наиболее простых путей к (органилсульфанил)алкеналям может служить нуклеофильное винильное замещение в активированных галогеналкенах.

Реакция α,β-ненасыщенных α-бромальдегидов с тиолами хорошо идёт в апротонных растворителях (Et_2O, CH_2Cl_2) в условиях основного катализа. При использовании триэтиламина и двукратного мольного избытка тиола количественно образуются насыщенные 2,3-бис(органилсульфанил)пропанали. Последние под действием оснований способны равновесно отщеплять эквивалент тиола. Сильное основание DBU полностью смещает равновесие в сторону ненасыщенных сульфидов, тогда как в присутствии триэтиламина наблюдается обратная картина. В этом случае получить целевые α-(органилсульфанил)пропенали можно путём необратимого удаления тиола из сферы реакции, например, окисляя его молекулярным йодом.



Полученные сульфанилпропенали количественно присоединяют тиолы, благодаря чему открывается удобная возможность получения альдегидов, содержащих в вицинальном положении несимметричные органилтиогруппы.

Ранее в литературе [1,2] упоминались лишь единичные примеры реакций ненасыщенных α-галогенальдегидов с тиолами, при этом требовались труднодоступные катализаторы и отсутствовали способы селективного изменения направления реакции. В результате проведённого исследования разработан простой селективный способ получения 2-(органилсульфанил)пропеналей и 2,3-бис(органилсульфанил)пропаналей различного строения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-03-31832 мол_а и № 13-03-00063_а).

Литература

1. Кейко Н.А. и др. *Изв. АН СССР Сер. хим.*, **1986,** *7*, 1676-1678.
2. Lin He et al. *Chem. Commun.*, **2014**, *50*, 3719-3721.

Р-40. МОЮЩЕ-ДИСПЕРГИРУЮЩАЯ ПРИСАДКА К МОТОРНЫМ МАСЛАМ

А.К. Кязим-заде, Э.А. Нагиева, А.А. Гадиров, Х.Н. Мамедьярова, Р.А. Мамедова

Институт химии присадок им. акад. А.М. Кулиева НАН Азербайджана
Беюк-шорское шоссе, квартал 2062, г. Баку, AZ 1029, Азербайджанская Республика
e-mail: aki05@mail.ru

Высокие темны развития современного машиностроения предъявляют повышенные требования к качеству моторных масел. Одним из перспективных направлений улучшения качества моторных является введение в их состав новых эффективных присадок.

Известно, что алкилфенолятные присадки широко используются как моюще-диспергирующие присадки к моторным маслом. Введение в состав молекулы присадок различных гетероатомов и функциональных групп расширяет диапазон их эксплуатационного действия.

Нами предложен способ получения новой алкилфенолятной присадки AKI-155, представляющей собой карбонатированную кальциевую соль продукта конденсации алкилфенола с формальдегидом и 5-аминосалициловой кислотой.

Процесс получения присадки AKI-155 состоит из следующих стадий:

-последовательной конденсации алкилфенола с формальдегидом и 5-аминосалициловой кислотой в щелочной среде;

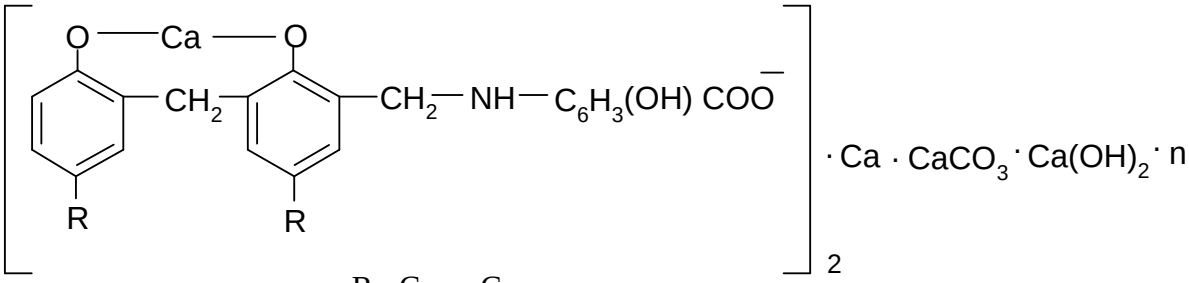
-нейтрализации продуктов конденсации гидроксидом кальция;

-карбонатации продуктов нейтрализации;

-сушки и центрофугирования продуктов карбонатации.

Присадка AKI-155 имеет щелочное число 140-165 мг KOH/г.

Предполагаемая формула присадки:



R= C_9; C_{12}

Результаты испытаний показали, что полученная присадка является многофункциональной, придающей моторным маслам антикоррозионные, антиокислительные, моющие свойства. Присадка AKI-155 исследовалась как индивидуальном виде, так и в составе смазочной композиции. Исследования показали что присадка по антикоррозионным свойствам превосходит товарную присадку ОЛОА-218А (карбонатированный сульфидалкилфенолят кальция).

С применением присадки AKI-155, а также присадок вырабатываемых в промышленности, разработано моторное масло М-12В$_2$, соответствующее предъявляемым требованиям на это масло и не уступающее по эксплуатационным свойствам зарубежному аналогу фирмы Shell.

Р-41. КИНЕТИКА ФОТОИНДУЦИРОВАННОЙ ОРИЕНТАЦИИ БИСАЗОПРОИЗВОДНОГО 5,5’-ДИОКСОДИБЕНЗОТИОФЕНА В МАТРИЦЕ ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА

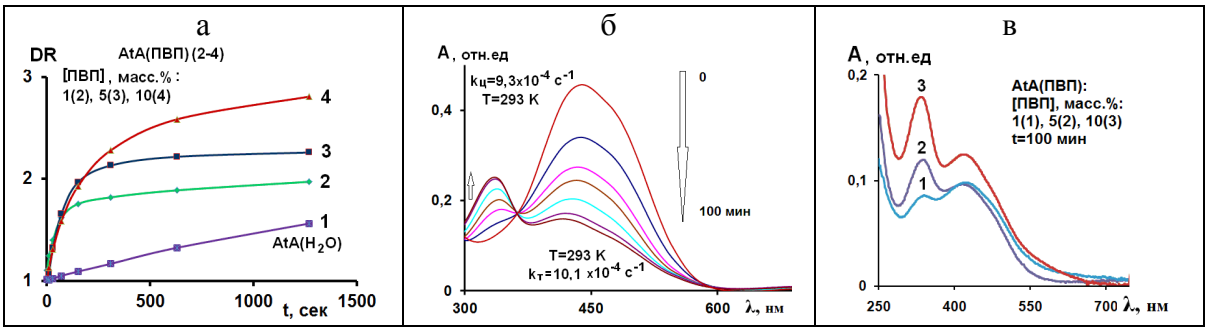
С.Н. Ларикова, Ж.Д. Чапланова, В.Е. Агабеков, В.С. Микулич

Институт химии новых материалов НАН Беларуси
ул. Ф. Скорины, д.36, Минск, 220141, Республика Беларусь
e-mail: larikova.svetlana@gmail.com

Тонкопленочные материалы на основе фотоориентируемых азокрасителей и полимеров широко используются в технологии производства разнообразных поляризационно-оптических элементов и устройств. Применение водорастворимых компонентов упрощает процесс получения анизотропных пленок и обеспечивает его экологическую безопасность. Спектральные свойства пленок зависят от условий их формирования и полимерной матрицы, в которой диспергирован азокраситель [1].

Разработана методика формирования тонких пленок на основе нового водорастворимого азокрасителя – калий 3,7-бис[1-(4-гидрокси-3-карбоксилат)-фенилазо]-5,5’-диоксодибензотиофена (AtA-2), исследовано влияние растворителей на их спектрально-поляризационные свойства, изучена кинетика фотоориентации AtA-2 при облучении линейно-поляризованным (синий светодиод с λ=450 нм, I=15 мВт/см^2) и полным светом ртутной лампы сверхвысокого давления ДРТ-1000. Пленки, сформированные центрифугированием растворов AtA-2 в воде [(AtA-2(H_2O)] и диметилформамиде, незначительно ориентируются при облучении (дихроичное отношение DR ~ 1,3), в то время, как в пленках, полученных из водных растворов поливинилпирролидона [AtA-2(ПВП)], протекают процессы изомеризации и ориентации красителя (рис.1). Величина DR для пленок AtA-2(ПВП) увеличивается с ростом концентрации ПВП в исходных растворах (рис.1 а).

Фотоиндуцированная ориентация азокрасителей протекает по механизму обратимой транс-цис-изомеризации. В литературе описана кинетика цис→транс-изомеризации красителей в матрице полимеров. Облучение пленок AtA-2(ПВП) полихроматическим светом в вакууме или аргоне позволило зафиксировать накопление цис-изомера в ходе реакции (рис.1 б) и рассчитать эффективные константы скорости как прямого, так и обратного процессов. Фотоизомеризация AtA-2 в матрице ПВП описывается уравнением реакции первого порядка. В интервале температур 281÷303 К энергия активации транс→цис-изомеризации AtA-2 составляет 24,8 кДж/моль. Показано, что содержание ПВП в исходных растворах влияет на поглощение (λmax=338 нм) и концентрацию цис-изомера в пленке AtA-2(ПВП) при облучении (рис.1 в).



Литература

1. Chaplanova, J. D. et.al. *J. Appl. Spectrosc.*, **2015**, *82(2)*, 169-174.

Р-42. ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА НАХЧЫВАНА

Г.А. Мамедова

Нахчыванское Отделение Национальной Академии Наук Азербайджана
Институт Природных Ресурсов, пр. Гейдара Алиева 76, Нахчыван, AZ 7000, Азербайджан
e-mail: chinashka89@yahoo.com

После открытия в конце 50-х годов каталитических свойств цеолитов начались интенсивные исследования их структуры, свойств и методов получения [1-4].

Актуальность работы обусловлена изучением химической модификации местного цеолита. Цель работы заключалась в изучении влияния щелочных растворов на структуру цеолита Нахчывана.

Идентификация цеолитовых фаз проводилась методом рентгенофазового, ИК-спектроскопического анализов и электронно-микроскопическими исследованиями. Фазовый состав исследовался с помощью рентгеновского анализатора 2D PHASER «Bruker» (Cu, K_α, 2θ, 20-80 град). Методом ИК-спектроскопии исследовалась структура природного цеолита морденита и полученных на основе его модифицирования цеолитов, которые проводились на ИК-спектрометре «Nicolete IS-10» в диапазоне частот 400...5000 $см^{-1}$. Электронно-микроскопические снимки были получены на микроскопе Hitachi-3000.

Изучено фазовое превращение природного морденита Нахчывана при гидротермальной обработке в термальном растворе гидрооксида натрия и калия (NaOH+KOH). Гидротермальная обработка проводилась в водном смешанном растворе KOH и NaOH в автоклаве. Параметры обработки менялись в следующих интервалах: температура – 100-300^{0}C, концентрация смеси щелочи – 1-4 *N* (соотношение компонентов KOH и NaOH 1:1) , время – 2-100 часов.

На основании данных термического, рентгенофазового анализов и электронно-микроскопических исследований было показано, что при гидротермальной обработке в смеси NaOH+KOH морденит превращается в другие минералы цеолитовой группы, имеющие промышленное и практически важное значение. Прослежено протекание процессов превращения в зависимости от условий обработки (температура, время, концентрация термального раствора). Определены области стабильности минералов при различной гидротермальной обработке. Это позволяет синтезировать минералы с желаемыми характеристиками. Путем гидротермальной обработки морденита Нахчывана в смеси NaOH+KOH была получена следующая серия минералов: анальцим, шабазит, клиноптилолит, филлипсит, эрионит.

В заключение отметим, что свойства цеолита на нынешнее время активно изучаются современной наукой, поэтому не будет удивительным тот факт, что в ближайшем будущем сфера применения данного природного минерала будет значительно расширена, благодаря открытию его новых свойств и областей применения в жизни современного человека.

Литература

1. Махмудов Ф.Т. Природные цеолиты и применение их в народном хозяйстве. Баку, «Элм», **2003**, 88 с.
2. Jovanovic, L. et al. *Bull. Natural History Museum*, Belgrade, **2000**, A 44-45, 1989-1990.
3. Galarnau, A. Et al. Elsvier Science, **2001**, p. 13–27.
4. Горбунов А.В. и др. *Геология и геофизика,* **1990**, № 1, с. 132-137.

Р-43. СИНТЕЗ *S*-СОДЕРЖАЩИХ ЭТИЛЕНГЛИКОЛЕВЫХ ЭФИРОВ ФЕНОКСИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ В КАЧЕСТВЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРИСАДОК К СМАЗОЧНЫМ МАСЛАМ

П.Ш. Мамедова, Н.Р. Бабаев, Х.Ш. Алиева, З.К. Солтанова, Б.М. Аминова

Институт химии присадок им. акад. А.М. Кулиева НАН Азербайджана
Баку, Беюкшорское шоссе, квартал 2062, E-mail: aki05@mail.ru
Институт нефтехимических процессов им. акад. Ю.Г. Мамедалиева
НАН Азербайджана

Производные феноксиуксусной кислоты обладают широким спектром физиологической активности, направленное действие которой зависит как от заместителей в арома-тическом кольце, так и от функциональных групп в кислотной части. В этом аспекте пер-спективным и актуальным представляется разработка удобных, легкодоступных методов получения описанных соединений с последующим изучением из функциональных, в том числе биоцидных свойств, определяющих возможности применения их в композициях смазочных материалов

Целью настоящей работы является разработка синтеза некоторых S-содержащих производных этиленгликолевых эфиров феноксиуксусной кислоты и исследование их в качестве многофункциональных присадок к смазочным материалам.

Известно, что включение в состав молекул арилоксиалкилкарбоновых кислот атома хлора повышает их биологическую активность. В этом аспекте определенный интерес представляет синтез β-хлорэтилового эфира феноксиуксусной кислоты как в качестве исходного сырья, так и для изучения влияния атома хлора в боковой цепи на биологичес-кую активность эфира. Взаимодействием β-хлорэтилового эфира феноксиуксусной кис-лоты с натриевыми солями некоторых алкилмеркаптанов получен ряд алкилтиоэтиловых эфиров феноксиуксусной кислоты. ($C_6H_5OCH_2COOCH_2CH_2SR$, где $R=C_3H_7$; C_4H_9; C_5H_{11}; C_6H_{13}; C_7H_{15}). Структура синтезированных соединений подтверждена методом ИК-спектроскопии.

В работе описаны результаты исследований синтезированных соединений в качестве присадок различного функционального действия к смазочным маслам.

Антимикробные свойства соединений были изучены в составе масла М-10 в концентрации 0,25-1,0% методом зональной диффузии на агаровой среде по ГОСТ 9.052-88 и ГОСТ 9.082-77. Для испытаний использовали широко распространенные в нефтепродук-тах чистые культуры: бактериальные – *Pseudomonas aeruginosa* и *Mycobacterium lactico-lium;* грибы – *Aspergillus niger, Cladosporium resinae* и *Penicillium.* В качестве питательной среды для бактерий использован мясо-пептонный агар (МПА), а для грибов - сусло-агар (СА). Эффективность антимикробного действия присадок в масле оценивали по величине диаметра зоны угнетения роста грибов и бактерий вокруг лунки с присадкой и без нее.

Показано, что среди тиоалкилэтиловых эфиров феноксиуксусной кислоты в концентрации 0,5% наиболее эффективными антибактериальными (2,2-2,4 см) и антимикробными (2,4-2,6 см) свойствами обладают бутил- и амилэтиловые эфиры феноксиуксус-ной кислоты. Далее, по мере роста тиоалкильного фрагмента уменьшается антимикробная эффективность соединений.

Противоизносная эффективность синтезированных соединений определялась на четырехшариковой машине трения ЧШМ-3.2. Добавление синтезированных соединений к маслу М-10 в концентрации 1,5% способствует значительному улучшению их смазочных свойств ($d_{изн}$ – 0,5 мм).

Р-44. ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ ПОЧВ

В.М. Фарзалиев, Э.Р. Бабаев, П.Ш. Мамедова

Институт химии присадок им. акад. А.М. Кулиева НАН Азербайджана
Баку, Беюкшорское шоссе, квартал 2062
E-mail: aki05@mail.ru

Эксплуатация существующих месторождений нефти Апшеронского полуострова Азербайджана, количество и протяженность которых в последние годы возросла, а также проводимые работы по освоению новых запасов привели к значительному загрязнению нефтепродуктами больших площадей земель. Такое загрязнение является практически неизбежным следствием добычи и переработки нефти. Одним из действенных, экологичных и эффективных с экономической точки зрения способов восстановления загрязненных земель является метод фиторемедиации, при котором используют способность растений к ризодеградации. Принцип этого механизма состоит в том, что разложение загрязняющей почвы углеводородов производится не непосредственно самим растением, а микроорганизмами, обитающими в непосредственной близости к его корням, т.е. в ризосфере.

Целью настоящей работы является изучение изменения свойств загрязненных нефтью почв в процессе их фиторемедиации, протекающих с использованием растений и ассоциированных с ними сообществ микроорганизмов – деструкторов нефти.

Объектами исследований были образцы нефтезагрязненных почв с различным содержанием нефтепродуктов, отобранных с поверхностных и прикорневых сфер (ризосфер) растений, типичных для территорий нефтепромыслового района Бузовны и устойчивых к воздействию нефтезагрязнений. Эти растения характеризуются сильной корневой системой, могут выдерживать затопленные почвы. В качестве контроля использованы образцы не загрязненных почв с территории того же района.

В образцах проведены некоторые физико-химические (влажность – 12,7%, pH 7,6, содержание нефти – 7,2%) и микробиологические анализы. Содержание нефти в почвах определяли весовым методом после экстракции углеводородов из навески почвы горячим гексаном в аппарате Сокслета.

Проведено фракционирование выделенных из загрязненных почв нефтей методом адсорбции и экстракции растворителями, различающимися по полярности и растворяющей способности. Элюирование проводили гексаном, бензолом и спирто-бензолом.

Для выделения и учета групп микроорганизмов применялись специальные методы и питательные среды. Они различаются в зависимости от биологических особенностей выделенных микроорганизмов. Из полученных результатов микробиологических исследований следует, что в исследуемых почвах количество бактерий значительно превышает количество грибов и дрожжей. Количество углеводородокисляющих микроорганизмов в нефтезагрязненных почвах больше, чем в контроле. С использованием элективных (избирательных) сред выделены и количественно охарактеризованы: аэробные, анаэробные, азотфиксирующие и целлюлозоразлагающие, а также нитрифицирующие, споровые бактерии и актиномицеты. Был осуществлен подбор растений, перспективных для фиторемедиации, способных произрастать на загрязненных нефтепродуктами почвах, т.е. устойчивых к воздействию поллютанта.

Р-45. СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ НАНОКОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ РУТЕНИЯ

М.Р. Микаилова, Л.Н. Мамедова, М.М. Агагусейнова

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, г.Баку
просп. Азадлыг д.20, AZ1010, г. Баку, Азербайджанская Республика

Материалы, содержащие наноразмерные частицы металлов, проявляют уникальные физико-химические свойства и в последние годы являются объектом интенсивных исследований. Особый интерес представляет их использование в качестве катализаторов, а также материалов с интересными электрохимическими, фотохимическими свойствами.

Известны нуль-валентные комплексы и наночастицы Pd как эффективные катализаторы многих органических реакций. Представляло интерес изучение и другого аналога палладия, рутения. В настоящей работе основной целью было получение наночастиц Ru, закрепление на поверхности неорганического носителя SiO_2: и стабилизация их путем введения полимерного лиганда. Эта цель достигалась путем получения полимер-иммобилизованных наночастиц Ru в присутствии неорганического носителя $Si0_2$ посредством полимеризации акриламидного комплекса нитрата Ru и изучение их каталитических свойств в реакции гидрирования циклогексена. Акриламидный комплекс нитрата рутения был получен методом замещения в кристаллогидрате нитрата металла кристаллизационной воды на молекулы акриламида.

Проведены ИК-спектроскопические исследования комплексов рутения. Данные свидетельствуют о том, что атом металла координируется через атомы кислорода карбонильной группы акриламидного лиганда и при этом: полосы колебаний CO (1665 см ') смещены в длинноволновую область.

Акриламидные комплексы нитратов металлов обладают способностью эффективно по- лимеризоваться, реакция протекает в мягких условиях при атмосферном давлении и термическом инициировании. Получение акриламидного комплекса Ru, их внедрение в кремнеземную матрицу и его последующая полимеризация приводит к образованию наногибридных материалов, которые по данным электронной микроскопии состоит из наноразмерных частиц Ru. Полученные гибридные нанокомпозиты имеют достаточно развитую поверхность и высокую активность в исследуемых каталитических реакциях. Было установлено, что исследуемые нанокомпозиты сохраняют каталитическую активность в реакции гидрирования циклогексена при многократном использовании и позволяют исследовать различными физико-химическими методами формирующиеся на катализаторе интермедиаты.

Р-46. ПОЛУЧЕНИЕ ЗАМЕЩЕННЫХ ГЕМ-ДИХЛОРЦИКЛОПРОПАНОВ И СИНТЕЗЫ НА ИХ ОСНОВЕ

С.С. Злотский[a)], Н.Н. Михайлова[a)], А.А. Богомазова[b)]

[a)] Уфимский государственный нефтяной технический университет
450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, тел. 8(347)242-08-54
e-mail: ximik2008@mail.ru
[b)] Башкирский государственный университет, Стерлитамакский филиал
453103, г. Стерлитамак, пр. Ленина, д.49

Замещенные гем-дихлорциклопропаны количественно образуются в результате дихлоркарбенирования линейных и циклических олефинов и диенов, алкенилгалогенидов, непредельных спиртов, кислот и др. Представляло интерес разработать пути селективной функционализации замещенных гем-дихлорциклопропанов, позволяющих сохранить карбоциклический фрагмент.

Найдены условия селективного галогенирования и дегидрогалогенирования винил- и алкенил-гем-дихлорциклопропанов, протекающие без разрушения кольца. «Мягкое» окисление винил-гем-дихлорциклопропанов привело к соответствующим спиртам, карбонильным соединениям и кислотам.

О-алкилирование спиртов и фенолов хлорметилгем-дихлорциклопропанами в зависимости от условий протекает как по экзо- так и по эндоциклическим атомам хлора, что позволяет получать соответствующие простые эфиры и кетали. Использование в этой реакции пирокатехинов приводит к соответствующим бензо-1,3-диоксоланам.

Жидкофазное радикально-цепное окисление алкил- и фенил-гем-дихлорциклопропанов протекает с промежуточным образованием соответствующих третичных гидропероксидов, разложение которых сопровождается раскрытием карбоцикла.

Найдены условия селективного восстановления одного атома хлора в эндоциклической CCl_2-группе.

Получена широкая гамма полифункциональных гем-дихлорциклопропанов, среди которых обнаружены молекулы с высокой биологической активностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президента РФ
(стипендия Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам
№ СП-2541.2015.4).

Р-47. СИНТЕЗ ВЯЗКОСТНЫХ ПРИСАДОК К СМАЗОЧНЫМ МАСЛАМ СОПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ АЛЛИЛНАФТЕНАТОВ СО СТИРОЛОМ

М.Э. Мусаева, Д.Ш. Гамидова, Э.У. Исаков, Э.И. Гасанова, Р.Х. Назаров, Х.А. Аскерова

Институт химии присадок им. академика А.М. Кулиева НАНА
Беюк-шорское шоссе, квартал 2062, г. Баку, Az 1029, Азербайджанская Республика
e-mail: aki05@mail.ru

Одной из важнейщих эксплуатационных характеристик смазочных масел является их вязкостно-температурные свойства. Более простым и надежным путем получения масел, обладающих хорошими вязкостно-температурными характеристиками, является использование в их составе вязкостных присадок, которые улучшают указанные характеристики масел, как при положительных, так и отрицательных температурах.

Общим недостатком применяемых в настоящее время вязкостных присадок является их низкая устойчивость к деструктивным воздействиям. Поэтому расширение и углубление исследований по разработке новых, высокоустойчивых к деструктивным воздействиям вязкостных присадок является актуальной задачей современной нефтехимии. Мировая практика в области исследования вязкостных присадок показали, что эффективные присадки получаются на основе ненасыщенных эфиров. С другой стороны, интерес представляет получение этих присадок на основе более доступного сырья. Исходя из изложенного, авторами проведены исследования в направлении получения вязкостных присадок с использованием местного сырья – нафтеновых кислот из бакинских нефтей.

Оправданным способом повышения деструктивной устойчивости вязкостных присадок является метод сополимеризации основного мономера со стабилизирующим мономером. В качестве основного мономера авторы использовали, аллиловые эфиры нафтеновых кислот, а в качестве сомономера выбрали стирол. Результаты исследований показывают, что введение стирола или его производных в молекулу повышает устойчивость полимера к термическим и механическим деструкциям.

Аллиловые эфиры нафтеновых кислот синтезированы в лабораторных условиях, по известной методике получения сложных эфиров, взаимодействием нафтеновых кислот с аллиловым спиртом.

Аллиловые эфиры практически не полимеризуются по радикальному механизму, но легко вступают в реакцию сополимеризации. Поэтому, проведена сополимеризация аллиловых эфиров нафтеновых кислот со стиролом в присутствии инициатора радикальной полимеризации и получены полимерные соединения чередующимися мономерными звеньями. Было изучено влияние на процесс состава исходной смеси мономеров, температуры, расхода инициатора и продолжительности сополимеризации. Физико-химические свойства, состав и структуры синтезированных соединений исследованы общеизвестными методами. При этом были получены сополимеры, содержащие 20-30 % стирольных звеньев и молекулярной массой 8000-10000.

Использование синтезированных соединений в составе нефтяных масел в концентрации 3-5% позволяет увеличить их индекс вязкости на 10-15 единиц. Выявлено, что полученные сополимеры в составе масел обладают высокой устойчивостью к термическим и механическим воздействиям.

Данная работа выполняется при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики – Грант № EİF-2013-9(15)-46/21/4-M-38

P-48. АССОЦИАТЫ ИМАТИНИБА И МЕТАНСУЛЬФОНАТА ИМАТИНИБА С МАГНЕТИТОМ, ГИДРОКСИАПАТИТОМ И ИХ КОМПОЗИТАМИ

А.В. Петкевич[a)], Ж.В. Игнатович[a)], А.Н. Еремин[a)], M.K. Muhanna[b)], В.Е. Агабеков[a)]

[a)] *Институт химии новых материалов НАН Беларуси*
ул. Ф. Скорины, 36, Минск, 220141, Беларусь
e-mail: m_a_w1987@mail.ru
[b)] *King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST), Saudi Arabia*

Иматиниб – лекарственный препарат первой линии в терапии хронического миелолейкоза и неоперабельных и/или метастатических злокачественных стромальных опухолей желудочно-кишечного тракта. Разработаны подходы к получению препаратов иматиниба в форме золя, содержащего композитные наносорбенты на основе магнетита и гидроксиапатита для обеспечения целевой доставки противоопухолевого препарата. Цель работы – формирование ассоциатов основной (И) и солевой (МСИ) форм иматиниба с наноразмерными магнетитом, гидроксиапатитом (ГА) и их композитами - $(Fe_3O_4)Au$, $(Fe_3O_4)Ag$, $(ГА)Fe_3O_4$, $Fe_3O_4(ГА)Au$. Полученные ассоциаты были охарактеризованы методами ИК-спектроскопии и динамического светорассеяния.

При промывке дистиллированной водой и этанолом И и МСИ производные 2-ариламинопиримидина не удаляются с поверхности частиц, так как связываются с вышеназванными наносорбентами путем физической адсорбции.

Коагуляция наноразмерного магнетита происходит при pH 6,5-6,8. Величины гидродинамического диаметра частиц свидетельствуют о том, что И и МСИ не предотвращают коагуляцию наносорбентов (табл.), однако МСИ обладает более высокой антиагрегативной активностью по сравнению с И. Дзета-потенциал ассоциатов на основе магнетита является положительным (8,4 - 24,6 мВ), а для ассоциатов, в состав которых входит гидроксиапатит, - отрицательным (от -13,4 до -5,4 мВ). При разведении золей ассоциатов $[(Fe_3O_4)Au]$И, (Fe_3O_4)МСИ, $[(Fe_3O_4)Ag]$МСИ их дзета-потенциал увеличивается, свидетельствуя о концентрировании производных 2-ариламинопиримидина на их поверхности.

Таблица. Гидродинамический диаметр и дзета-потенциал различных ассоциатов в концентрированном и разведенном (в 40 раз) золе

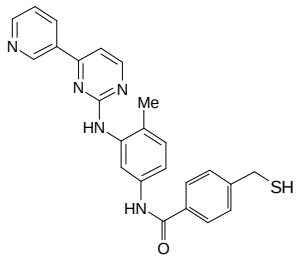
Ассоциат	Диаметр, нм		Дзета-потенциал, мВ (разведенный золь)
	Концентрированный	Разведенный	
(Fe_3O_4)И	3682	1368	14,1
(Fe_3O_4)МСИ	3979	896	8,4
(ГА)И		1482	-1,8
(ГА)МСИ	2912	657	-5,4
$[(Fe_3O_4)Au]$И	1860	899	16,1
$[(Fe_3O_4)Au]$МСИ	1811	1215	24,6
$[(Fe_3O_4)Ag]$МСИ	2572	936	13,4
$[Fe_3O_4(ГА)]$И	8439	1089	-13,4
$[Fe_3O_4(ГА)]$МСИ	9092	903	-11,0
$[Fe_3O_4(ГА)Au]$И	10350	1116	-12,0
$[Fe_3O_4(ГА)Au]$МСИ	2495	926	-13,3

Р-49. АССОЦИАТЫ ТИОЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-АРИЛАМИНОПИРИМИДИНА С НАНОРАЗМЕРНЫМ ГИДРОКСИАПАТИТОМ И ЕГО КОМПОЗИТАМИ

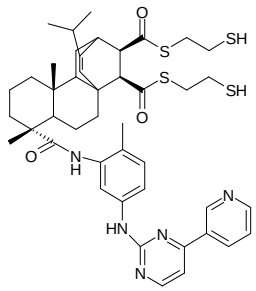
А.В. Петкевич[a)], Ж.В. Игнатович[a)], Ю.В. Синютич[a)], А.Н. Еремин[a)], M.K. Muhanna[b)], В.Е. Агабеков[a)]

[a)] *Институт химии новых материалов НАН Беларуси*
ул. Ф. Скорины, 36, Минск, 220141, Беларусь
e-mail: m_a_w1987@mail.ru
[b)] *King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST), Saudi Arabia*

На основе производных 2-ариламинопиримидина получен широкий ряд фармацевтических препаратов, которые обладают антибактериальной, фунгицидной, противоопухолевой активностями. Синтезированы новые соединения, содержащие фармакозначимый фрагмент иматиниба и функциональную SH-группу 1 и 2 для обеспечения связывания тиолов с металлсодержащими наночастицами путем физической адсорбции и образования ковалентных связей.



1



2

Цель работы – формирование ассоциатов тиолов 1 и 2 с наноразмерным гидроксиапатитом (ГА) и композитами на его основе - (ГА)Fe_3O_4, Fe_3O_4(ГА)Au, Fe_3O_4(ГА)Ag, Fe_3O_4(ГА)AuAg и изучение их свойств.

Наиболее существенные изменения в положении характеристических полос валентных колебаний обнаруживаются для амино (N-H) (сдвиг на 3-7 см$^{-1}$), тио (S-H) (отсутствуют максимумы при 2850 см$^{-1}$) и карбонильной (C=O) (сдвиг на 22-27 см$^{-1}$) групп, особенно для тиольной группы в составе ассоциатов, содержащих наночастицы магнетита, золота и серебра (отсутствуют максимумы при 2584 и 2523 см$^{-1}$). Это свидетельствует о том, что в связывание тиола 1 с наносорбентом вовлечены именно функциональные группы N-H, S-H и C=O.

Тиолы, связываясь с композитами на основе гидроксиапатита, влияют на их агрегативную устойчивость. Соединение 1 способствует агрегации наночастиц (средний гидродинамический диаметр ассоциатов ГА1 – 2272 нм), а тиол 2 проявляет себя как эффективный коллоидный стабилизатор ГА (средний гидродинамический диаметр ассоциатов ГА2 - 218 нм). Все ассоциаты с тиолами 1 и 2 (за исключением ГА1) характеризуются отрицательным значением дзета-потенциала. Его наибольшая величина в водном растворе ДМСО (2,34% об.) отмечена для ассоциата ГА2 (-21,5 мВ).

Р-50. СИНТЕЗ НОВЫХ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЕННЫХ 2,2’-АЛКОКСИБИФЕНИЛОВ

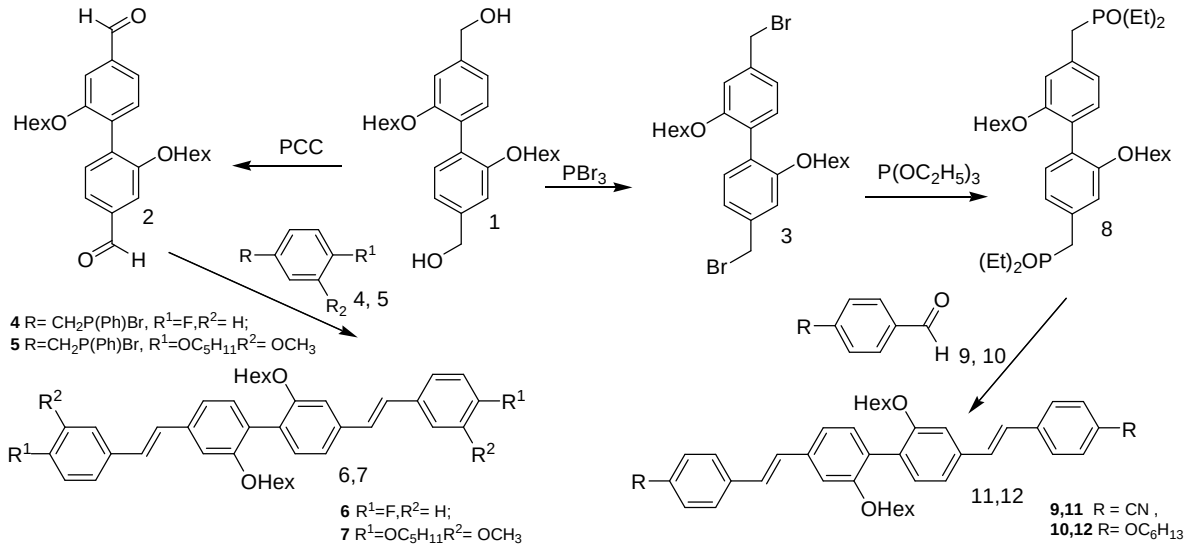
В.Г. Петушок, Г.В. Калечиц, В.К. Ольховик

Институт химии новых материалов НАН Беларуси
ул. Ф.Скорины 36, г. Минск, 220141, Республика Беларусь
e-mail: slavol@ichnm.basnet.by

Диарильная «ось» является центральным структурным фрагментом разнообразных молекул, обладающих свойствами жидких кристаллов, органических полупроводников, электролюминесцентных соединений [1,2]. Особый интерес представляют соединения способные формировать молекулярно ориентированные структуры, например эмиссионный слой в OLED, которые будут обладать улучшенными характеристиками.

С целью поиска новых люминесцентных красителей способных формировать молекулярно ориентированные пленки и изучения их свойств был осуществлен стереоселективный синтез производных ряда 4,4′-бис[(E)-стирил]-2,2′-дигексилоксибифенилов, имеющих низкую склонность к кристаллизации и способных формировать тонкие аморфные пленки.

Серия новых люминофоров была синтезирована реакцией Виттига альдегида (2) с бензил(трифенил)фосфониевыми солями (4, 5), а также конденсацией Виттига-Хорнера бифенильного дифосфоний бромида (8) с различными ароматическими альдегидами (9, 10). Реакции протекают с образованием единственного *транс-транс* изомера (6,7, 11,12) с выходом более 80%.



Соединения интенсивно люминесцируют в твердом состоянии от сине-зеленой до зелено-желтой, а в растворах от синей до сине-зеленой области спектра.

Литература

1. Yamamuro, K.; Ono, S.; Ogoshi, H.; Masuda, H.; Kuroda, Y. *Synlett* **1989**, 18.

2. Hohnholz, D.; Schweikart, K.-H.; Subramanian, L. R.; Wedel, A.; Wischert, W.; Hanack, M. *Synthetic Metals* **2000**, *110*, 141.

Р-51. ПРОЦЕССЫ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ В ГОМОГЕННОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ $PdBr_2$ – $CuBr_2$ – ТГФ – H_2O, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В СОПРЯЖЁННОМ ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА ЦИКЛОГЕКСАНКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ

А.Ю. Путин, Л.Г. Брук, Е.А. Кацман, О.Н. Темкин

Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, просп. Вернадского, д.86, Москва, 119571, Россия
e-mail: putinalekse@yandex.ru

Циклогексанкарбоновая кислота – ценный продукт органического синтеза. Она является промежуточным продуктом в стадии получения капролактама. Кроме того, её можно использовать для получения лекарств, применяемых для лечения болезней нервной системы, а также в косметических препаратах.

В каталитической системе $PdBr_2$ – $CuBr_2$ – ТГФ – H_2O проводят сопряжённый процесс гидрокарбоксилирования циклогексена с образованием циклогексанкарбоновой кислоты при атмосферном давлении газовой смеси CO и O_2, температуре 30°C [1, 2].

$$CO + 0.5\ O_2 = CO_2 \quad (1)$$

$$C_6H_{10} + CO + H_2O = C_6H_{11}COOH \quad (2)$$

Кинетические закономерности данного процесса изучены ранее [1, 2], но недостаток информации о состоянии каталитической системы и распределении комплексов палладия не позволял предложить достаточно детальный механизм процесса. Основной целью данной работы является информация о равновесии комплексообразования палладия и меди в указанной каталитической системе. Методами электронной и инфракрасной спектроскопии изучены модельные и каталитические системы как в исходном состоянии, так и под воздействием реагентов и продуктов каталитических процессов. Выполнена математическая обработка электронных спектров модельных систем $CuBr_2$ – LiBr – ТГФ, $PdBr_2$ – LiBr – ТГФ. Вычислены константы равновесия стадий комплексообразования и коэффициенты экстинкции комплексов. Проведено отнесение полос поглощения к различным комплексам палладия и меди в модельных и реакционных системах [3].

Установлено, что в исходной каталитической системе ($PdBr_2$ – $CuBr_2$ – ТГФ) преобладают следующие соединения: $PdBr^+$, $PdBr_2$, $CuBr_2$. В условиях гидрокарбоксилирования циклогексена медь существует, в основном, в виде соединений меди(I). Палладий присутствует в форме карбонильного комплекса палладия(II).

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 14-03-00052.

Литература

[1] *Тимашова Е.А., Путин А.Ю., Бычкова Е.Ю. и др.* Вестник МИТХТ. 2014. Т. 9. № 3. С. 57.

[2] *Путин А.Ю., Бычкова Е.Ю., Трунилина К.В. и др.* Журн. физ. химии. 2015. Т. 89. № 3. С. 373.

[3] *Путин А.Ю.* Процессы комплексообразования в гомогенных каталитических системах карбонилирования алкенов и алкинов на основе комплексов палладия: автореф. дис. …канд. хим. наук, М, 2014. 23 с.

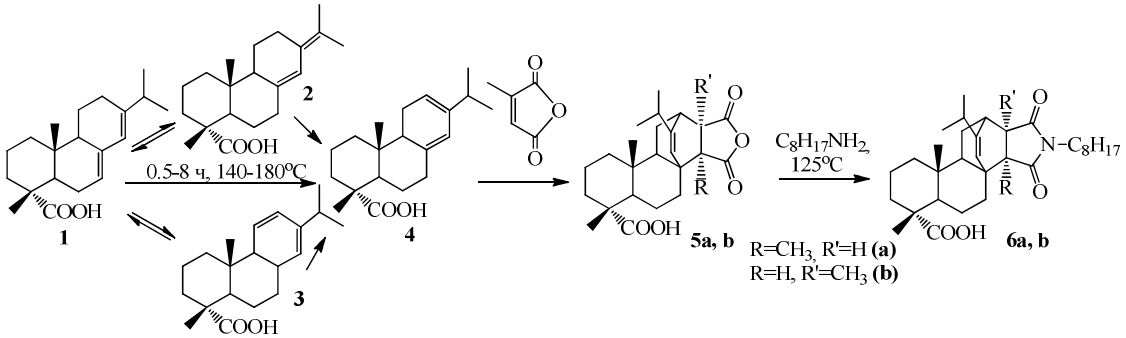
Р-52. ПОЛУЧЕНИЕ АДДУКТОВ КАНИФОЛИ И ЦИТРАКОНОВОГО АНГИДРИДА

Н.В. Пучкова, М.П. Бей, О.В. Сокол, А.П. Ювченко, В.Е. Агабеков

Институт химии новых материалов НАН Беларуси
ул. Ф. Скорины д.36, г. Минск, 220141, Республика Беларусь
e-mail: puchkova@ichnm.basnet.by

Диеновые аддукты канифоли нашли широкое применение в различных отраслях промышленности: лакокрасочной, полимерной, резинотехнической, в производстве бумаги и др. С целью получения новых аддуктов для практического применения исследована реакция канифоли с цитраконовым ангидридом, получаемым из промышленно доступной итаконовой кислоты. Ранее показано, что реакция канифоли и итаконовой кислоты при 170–200°С в течение 9–13 ч приводит к смеси продуктов присоединения левопимаровой кислоты и цитраконового ангидрида и не вступивших в реакцию смоляных кислот [1]. Из полученного аддукта выделена цитраконопимаровая кислота в виде двух изомеров (выход 20–22%), один из которых с метильной группой у С-15 (**5а**) получен в индивидуальном виде.

Проведена реакция цитраконового ангидрида и канифоли при 140–180°С в течение 0,5–8 ч, в том числе с использованием H_2SO_4 в качестве катализатора. Установлено, что при этом происходит образование аддуктов канифоли и цитраконового ангидрида (КЦА) с содержанием цитраконопимаровой кислоты до 70% (преимущественно изомеры **5а, b**).



Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) установлено, что содержание изомера **5а** в полученных образцах КЦА составляет 2,8−37,5%. Применение H_2SO_4 в качестве катализатора при продолжительности реакции 0,5 ч увеличивает концентрацию изомера **5а** в аддукте в ~3,5 раза (с 2,77 до 9,72 масс. % при 140°С и с 6,81 до 23,82 масс. % при 180°С). При повышении температуры реакции от 140°С до 180°С (продолжительность – 8 ч) количество образующегося изомера **5а** увеличивается в ~2 раза (с 18,32 до 37,52 масс. %).

В реакции КЦА с *н*-октиламином при 180–200°С (продолжительность − 8 ч) образуется N-октилимид цитраконопимаровой кислоты в виде двух изомеров **6а**, **b**. Его обработкой 8-оксихинолином получена смесь аминовых солей, которая является биоцидной добавкой для водорастворимых смазочно-охлаждающих жидкостей на основе лесохимического сырья [2].

Литература

1. Бей М.П., Ювченко А.П. Патент *Республики Беларусь* № 13646.
2. Пучкова Н.В., Бей М.П., Ювченко А.П., Белясова Н.А. Сб. трудов Международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии», 2014, С. 59–62.

P-53. ВЛИЯНИЕ N- И O-СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ГЛУБИНУ И СЕЛЕКТИВНОСТЬ РЕАКЦИЙ ГИДРОДЕСУЛЬФУРИЗАЦИИ, ГИДРИРОВАНИЯ И ГИДРОДЕАЗОТИРОВАНИЯ НА CoMo И NiMo КАТАЛИЗАТОРАХ

В.А. Сальников, П.П. Минаев, П.А. Никульшин, А.А. Пимерзин

Самарский государственный технический университет
ул. Молодогвардейская, д.244, Самара, 443100, Россия
e-mail: pavelpminaev@gmail.com

Синтезированы $Co(Ni)Mo_6S/Al_2O_3$ катализаторы на основе гетерополисоединений (ГПС) структуры Андерсона методом однократной пропитки Al_2O_3 по влагоёмкости пропиточным раствором 10 % пероксида водорода и ГПС.

Каталитические свойства определяли в условиях проточной установки с микрореактором под давлением водорода в реакциях гидродесульфуризации (ГДС) дибензотиофена (ДБТ), гидрирования (ГИД) нафталина и гидродеазотирования (ГДА) хинолина. Эксперименты выполнили при постоянном содержании ДБТ (2 %мас.), нафталина (3 %мас.), диметилдисульфида (1 %мас.) и варьировании содержания гваякола, додекановой кислоты или хинолина.

Добавление всех изученных ингибиторов в сырье приводило к снижению конверсии и ДБТ, и нафталина вследствие конкурентной адсорбции O- и N-содержащих соединений и продуктов их гидрокаталитических превращений (H_2O, CO, NH_3). Кинетику изучаемых реакций описывали уравнением Ленгмюра-Хиншельвуда и рассчитывали значения кажущихся констант адсорбции ингибиторов на поверхности сульфидных катализаторов.

Установленные степени ингибирования ГДС ДБТ гваяколом и додекановой кислотой на $CoMo_6S/Al_2O_3$ катализаторе совпадают с результатами, опубликованными Brunet с сотр., полученными на промышленном катализаторе $CoMo/Al_2O_3$ катализаторе [1]. Однако полученные нами данные указывают, что хинолин является более сильным ингибитором, чем карбоновые кислоты и при рассмотрении смесевого сырья, возможно, вторичные нефтяные фракции (газойли коксования), содержащие до 1500 ppm N и выше, будут более серьезным ингибитором, чем растительное масло. Кроме того, $NiMo_6S/Al_2O_3$ катализатор более устойчив к присутствию додекановой кислоты вследствие менее сильной кажущей константы адсорбции, чем на CoMo катализаторе. Полученные результаты согласуются с энергиями адсорбции CO на NiMoS и CoMoS фазах, рассчитанных методом DFT в [2].

Изучено влияние хинолина, додекановой кислоты и гваякола на глубину и селективность превращений ДБТ и нафталина в процессе совместной гидроочистки на $Co(Ni)Mo_6S/Al_2O_3$ катализаторах. Наиболее сильным ингибитором ГДС и ГИД реакций является хинолин на обоих типах активных центров (на CoMo и NiMo). Рассчитанные значения кажущейся константы адсорбции изученных ингибиторов на поверхности исследуемых катализаторов позволяют сделать вывод, что кажущаяся константа адсорбции додекановой кислоты выше, чем у гваякола на CoMo катализаторе, и, наоборот, ниже на NiMo образце.

Работа поддержана Минобрнауки России в рамках базовой части госзадания (проект № 1288).

Литература

1. Brunet, S. et al. *Applied Catalysis A: General*, **2010**, *383*, 14-23.
2. Travert, A. et al. *J. Phys. Chem.B.*, **2006**, *110*, 1261-1270.

Р-54. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОКАРБОМЕТОКСИЛИРОВАНИЯ ЦИКЛОГЕКСЕНА В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР 373-388 К ПРИ КАТАЛИЗЕ СИСТЕМОЙ $Pd(PPh_3)_2Cl_2$ – PPh_3 – п-ТОЛУОЛСУЛЬФОКИСЛОТА

Н.Т. Севостьянова, А.М. Демерлий, С.А. Баташев

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого
просп. Ленина, д. 125, Тула, 300026, Россия
e-mail: piligrim.tula.ru@gmail.com

Гидрокарбалкоксилирование алкенов при металлокомплексном катализе представляет практический интерес как современный ресурсосберегающий процесс, позволяющий в одну стадию получать разнообразные сложные эфиры. Использование каталитических систем на основе соединений палладия обеспечивает протекание процесса в мягких условиях с высокими выходами. В данной работе изучено гидрокарбометоксилирование циклогексена при катализе системой $Pd(PPh_3)_2Cl_2$ – PPh_3 – п-толуолсульфокислота (TsOH) в диапазоне температур 373-388 К.

С целью изучения влияния различных участников реакции на ее скорость были проведены серии однофакторных экспериментов по влиянию реагентов и компонентов каталитической системы при температурах 373, 378 и 388 К. Все опыты проводились в условиях постоянства температуры и давления в реакторе из нержавеющей диамагнитной стали. В ходе реакции отбирались пробы реакционной массы, которые анализировали методом газожидкостной хроматографии. Начальные скорости реакции определялись дифференцированием начальных участков кинетических кривых, следующих после автокаталитического участка. В исследуемом температурном диапазоне установлено соответствие полученных кинетических данных выведенному ранее при 378 К [1] кинетическому уравнению гидрокарбометоксилирования циклогексена. С целью оценки параметров этого уравнения на основании всего массива данных при 373-388 К оно было приведено к линейной форме. При оценке параметров линеаризованного уравнения с использованием программы MS Excel 2010 была выявлена статистическая незначимость некоторых из них. Окончательный вид полученных кинетических моделей можно представить следующим образом:

$$r = \frac{P_{CO}[C_6H_{10}][CH_3OH][Pd(PPh_3)_2Cl_2][TsOH]^2}{1 + 6{,}2\cdot 10^2\cdot[CH_3OH]^2 + 1{,}5\cdot 10^4\cdot[PPh_3]^2 + 1{,}8\cdot 10^4\cdot[TsOH]^2}$$

в условиях T=373 К, $P_{CO}=(0{,}6\text{-}6{,}0)\cdot 10^6$ Па, концентрации (моль/л): $[CH_3OH]=0{,}03\text{-}0{,}9$, $[C_6H_{10}]=0{,}1$, $[Pd(PPh_3)_2Cl_2]=(1\text{-}2)\cdot 10^{-3}$, $[PPh_3]=(0{,}5\text{-}12{,}5)\cdot 10^{-2}$, $[TsOH]=(0{,}6\text{-}14{,}4)\cdot 10^{-2}$;

$$r = \frac{P_{CO}[C_6H_{10}][CH_3OH][Pd(PPh_3)_2Cl_2][TsOH]^2}{1 + 4{,}9\cdot 10^2\cdot[CH_3OH]^2 + 2{,}1\cdot 10^4\cdot[PPh_3]^2 + 1{,}07\cdot 10^4[TsOH]^2}$$

в условиях T=378 К, $P_{CO}=(0{,}6\text{-}6{,}0)\cdot 10^6$ Па, концентрации (моль/л): $[CH_3OH]=0{,}03\text{-}0{,}9$, $[C_6H_{10}]=0{,}02\text{-}0{,}1$, $[Pd(PPh_3)_2Cl_2]=(0{,}05\text{-}1{,}5)\cdot 10^{-2}$, $[PPh_3]=(0{,}2\text{-}12{,}5)\cdot 10^{-2}$, $[TsOH]=(0{,}6\text{-}14{,}4)\cdot 10^{-2}$;

$$r = \frac{P_{CO}[C_6H_{10}][CH_3OH][Pd(PPh_3)_2Cl_2][TsOH]^2}{1 + 4{,}2\cdot 10^2\cdot[CH_3OH]^2 + 1{,}5\cdot 10^4[TsOH]^2}$$

в условиях T=388 К, $P_{CO}=(0{,}60\text{-}6{,}00)\cdot 10^6$ Па, концентрации (моль/л): $[CH_3OH]=0{,}03\text{-}0{,}9$, $[C_6H_{10}]=0{,}1$, $[Pd(PPh_3)_2Cl_2]=(0{,}1\text{-}1{,}5)\cdot 10^{-2}$, $[PPh_3]=(0{,}2\text{-}12{,}5)\cdot 10^{-2}$, $[TsOH]=(0{,}6\text{-}14{,}4)\cdot 10^{-2}$.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-00535-а.

Литература

1. Севостьянова Н.Т., Баташев С.А., Аверьянов В.А., Демерлий А.М. // Нефтехимия. 2011. Т. 52. № 1. С. 39.

Р-55. ПОЛУЧЕНИЕ ИМИНОДИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ В ПРОТОЧНОМ РЕАКТОРЕ

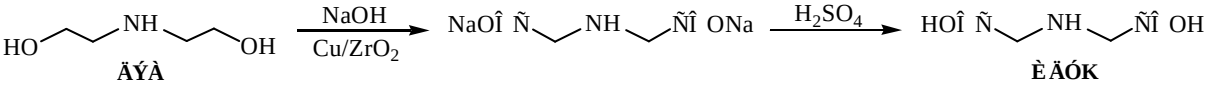
Е.Е. Сергеев, Д.В. Андреев, А.Г. Грибовский, Л.Л. Макаршин, З.П. Пай

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, д.5, Новосибирск, 630090, Россия
e-mail: evges@catalysis.ru

Иминодиуксусная кислота (**ИДУК**) применяется в производстве многих продуктов органического синтеза и ценного гербицида направленного действия, известного под названием «глифосат».

Экологически чистым и безопасным методом получения **ИДУК** является окислительное дегидрирование диэтаноламина (**ДЭА**) в щелочном растворе в присутствии медьсодержащих катализаторов.

Периодический синтез **ИДУК,** реализованный в автоклавах [1-3], ограничивает производительность процесса. Использование проточных систем позволяет реализовать непрерывный процесс, существенно повысив производительность **ИДУК** [4].



Синтез **ИДУК** осуществляли в проточном микрореакторе (ПМР) с Cu/ZrO_2 катализатором, закреплённым на микроканальных пластинах (рис. 1). Водный раствор, содержащий 3,1М **ДЭА** и 6,5М NaOH, подавали в ПМР с объёмной скоростью 3−20 $ч^{-1}$. Реакция осуществлялась в интервале температур 160−190 °С под давлением 1,5 МПа. Продукты реакции анализировали ВЭЖХ, результаты представлены на рис. 2.

Рис. 1. ПМР с размерами 100×40×15 мм, в котором размещены 4 микроканальных пластины из пеномеди размером 50×20×1 мм с закреплённым Cu/ZrO_2 катализатором.

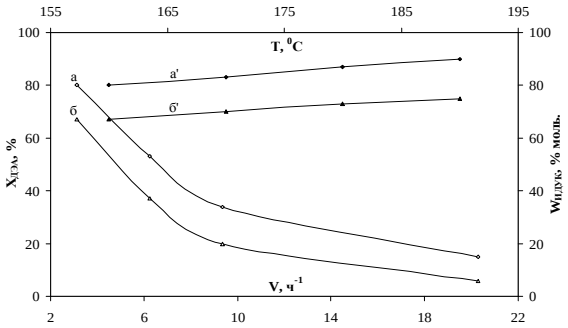


Рис. 2. Зависимости конверсии **ДЭА**: а) от объёмной скорости при 160^0С, а') от температуры при V=3 $ч^{-1}$. Зависимости содержания **ИДУК**: б) от объёмной скорости при 160^0С, б') от температуры при V=3 $ч^{-1}$.

С уменьшение объёмной скорости потока и повышением температуры реакции увеличивается конверсия **ДЭА** и содержание **ИДУК**. Максимальная удельная производительность по **ИДУК** в ПМР составила 10−13 г/($см^3$·ч), что превышает значение для автоклава на 1−2 порядка.

Производство **ИДУК** в России не осуществляется, потребность удовлетворяется за счёт зарубежных поставок из Китая. В целом полученные результаты могут быть востребованы для разработки технологии получения импортозамещающего продукта – **ИДУК**.

Литература

1. Yan-ni, L. et al. *Fine Chemicals*, **2011**, *28*, 548-552.
2. Jun, W. et al. *Fine Chemicals*, **2013**, *30*, 1036-1040.
3. Jun, W. et al. *J. Mol. Catal. (China)*, **2013**, *27*, 515-521.
4. Andreev, D.V. et al. *Catalysis in Industry*, **2013**, *5*, 1-8.

Р-56. АСИММЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ (*S*)-3-АМИНОМЕТИЛ-5-МЕТИЛГЕКСАНОВОЙ КИСЛОТЫ – НЕЙРОТРОПНОГО ПРЕПАРАТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

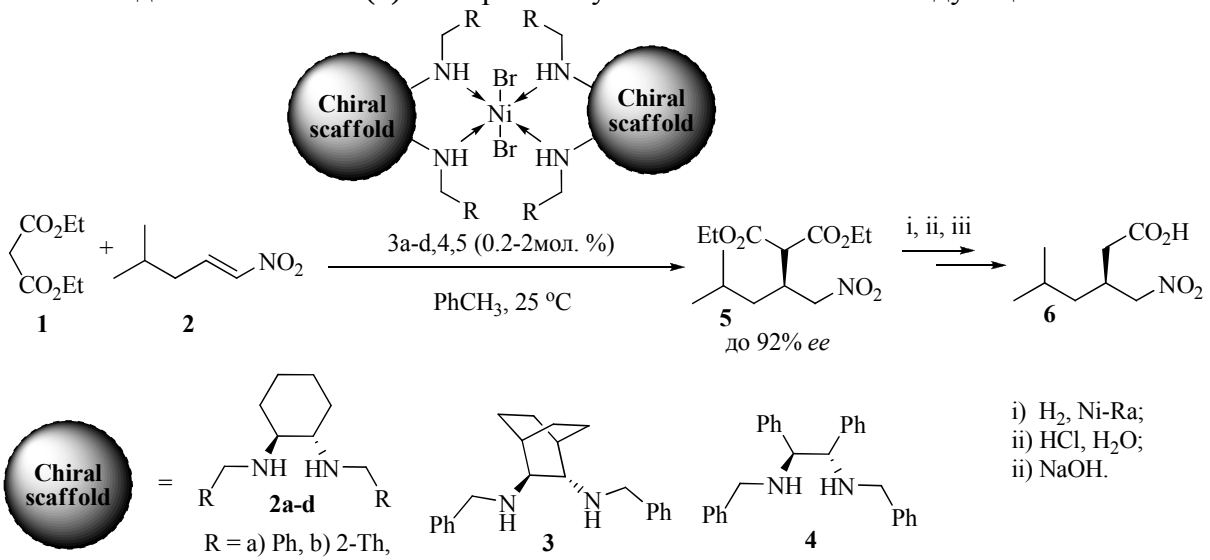
А.Э. Сибирякова[a)], А.Н. Резников[a)], Ю.Н. Климочкин[a)]

Самарский Государственный Технический Университет
ул. Молодогвардейская, 244, Самара, 443100, Россия
e-mail: hom_92@mail.ru

(*S*)-3-Аминометил-5-метилгексановая кислота (прегабалин) на сегодняшний день является одним из наиболее эффективных препаратов для лечения нейропатической боли, фибромиалгии, эпилепсии, а также генерализованного тревожного расстройства. Однако существенным недостатком существующих технологий синтеза прегабалина является использование дорогостоящих реагентов, в том числе катализаторов на основе благородных металлов, что обусловливает высокую себестоимость и, как следствие, высокие отпускные цены на препарат.

В связи с этим актуальной становится разработка технологии, основанной на использовании дешевых и доступных комплексов переходных металлов.

Нами предложен эффективный метод синтеза (*S*)-3-аминометил-5-метилгексановой кислоты (**6**) в основе которого лежит реакция энантиоселективного присоединения по Михаэлю диэтилмалоната (**1**) к нитроалкену **2** в соответствии со следующей схемой:



Наибольшего энантиомерного избытка (до 92%) для аддукта Михаэля (**5**) удалось достичь при использовании в качестве катализаторов комплексов Ni(II) с хиральными *N,N´*-замещенными вицинальными диаминами. Дальнейшим восстановлением соединения **5** до замещенного пирролидона с последующим гидролизом была получена (*S*)-3-аминометил-5-метилгексановая кислота (**6**).

Экономический эффект от предлагаемого метода достигается за счет использования энантиоселективного катализа, что позволяет избежать процедуры разделения рацемических смесей и использованием доступного сырья.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания на научно-исследовательскую работу 2014/199 (код проекта 1078).

Р-57. СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ 4a,5b,10,12-ТЕТРААЗАИНДЕНО[2,1-b]ФЛУОРЕНА

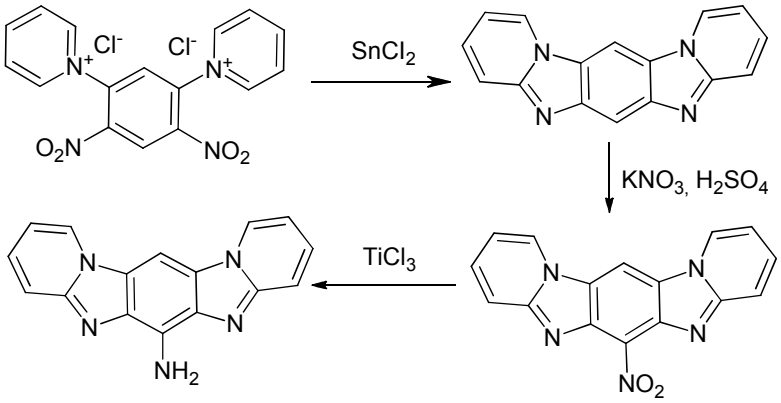
Р.С. Бегунов, А.А. Соколов, С.А. Калина, А.А. Сажина, А.А. Башкирова

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
ул. Советская, д.14, Ярославль, 150000, Россия
e-mail: morose@mail.ru

Полиазаинденофлуорены являются одним из малоизученных классов гетероциклических соединений, что связано с несовершенством и трудоемкостью способов их синтеза. Реакционная способность данных веществ в ряде широко используемых химических трансформаций остается неизвестной, в то время как область применения включает такие перспективные направления, как получение светоиспускающих материалов для органических светодиодов (OLED).

В связи с этим был предложен новый способ синтеза конденсированного пентациклического азотсодержащего инденофлуорена и проведена его функционализация в реакциях ароматического электрофильного замещения и восстановления.

Формирование гетероциклического ядра было осуществлено в ходе восстановительной циклизации дихлорида 1,1’-(4,6-динитро-1,3-фенилен)-бис(пиридиния) при использовании в качестве восстанавливающего агента хлорида олова (II). Целевой 4a,5b,10,12-тетрааза[2,1-b]инденофлуорен был получен в чистом виде с выходом 86%.



Далее была исследована реакционная способность полученного соединения в условиях нитрования. После 10 часового синтеза было выделено индивидуальное вещество, молекулярная масса которого свидетельствовала о наличии нитрогруппы. Установление точного положения заместителя с помощью ЯМР-спектроскопии не представлялось возможным. Поэтому из раствора гетероцикла в изопропаноле были выращены монокристаллы. Рентгеноструктурный анализ позволил доказать строение вещества, являвшегося 11-нитро-4a,5b,10,12-тетрааза[2,1-b]инденофлуореном.

Восстановление нитропроизводного полиазагетероцикла осуществляли раствором $TiCl_3$ в кислой водно-спиртовой среде. Выход аминопродукта составил 91%. Структура соединения была изучена с помощью ЯМР ^{1}H, ^{13}C-спектроскопии, масс-спектрометрии единичного и высокого разрешения.

Полученный гетероциклический амин может быть использован как в качестве низкомолекулярного эмиссионного материала в OLED, так и в качестве боковых подвесок в светоиспускающих ароматических конденсационных полимерах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 178 в рамках базовой части государственного задания на НИР ЯрГУ)

Р-58. ПОЛИМЕРСТАБИЛИЗИРОВАННАЯ РУТЕНИЕВАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ АМИНОВ

Т.В. Атласкина, Г.В. Степанова, А.В. Быков

Тверской государственный технический университет
наб. Афанасия Никитина, д.22, Тверь, 170026, Россия
e-mail: BykovAV@yandex.ru

N-алкилирование является одним из основных методов построения углеродного скелета молекулы. В качестве алкилирующих агентов используют главным образом, галогенпроизводные, непредельные соединения, спирты, простые и сложные эфиры [1].

Реакции N-алкилирования имеют большое значение в синтезе лекарственных веществ и витаминов, инсектицидов, фунгицидов. Также эти реакции находят применение в синтезах октаноповышающих присадок, ускорителей вулканизации, ингибиторов коррозии, присадок к смазочным маслам, компонентов ракетного топлива, компонентов взрывчатых веществ; при обработке шкур в кожевенной промышленности; как исходное сырье для производства диметилкарбамида [2, 3].

N-алкилирование анилина с формальдегидом – основной промышленный способ получения N-метиланилина. Реакция представляет собой сложный разветвленный процесс, и поэтому в ходе реакции можно ожидать значительное количество побочных продуктов, количество которых должно уменьшиться при проведении процесса в более мягких условиях.

Целью каталитического исследования является тестирование рутениевого полимерстабилизированного катализатора, содержащего 3 массовых процента рутения, в реакции восстановительного N-алкилирования анилина с формальдегидом. В качестве полимерной матрицы был использован измельченный промышленный сорбент MN-100 производства Purolite Inc.

Анализ катализата проводился с применением метода газовой хроматомасс-спектрометрии на хроматомасс-спектрометре PQ-2010s, оснащенном капиллярной колонкой HP-1MS по следующей температурной программе: 80 ^{0}C (5 мин) → 105 ^{0}C (10 ^{0}C/мин) → 200 ^{0}C (25 ^{0}C/мин) → 250 ^{0}C (1 мин). Температуры испарителя, интерфейса и ионного источника – 260 ^{0}C. Регистрируемый диапазон 10–500 m/z. В реакционной массе были обнаружены анилин, метиленанилин, N-метиланилин и N,N-диметиланилин.

В результате проведенных экспериментов установлено, что селективность процесса восстановительного N-алкилирования анилина формальдегидом уменьшается с увеличением конверсии метиленанилина. Зависимость селективности от давления и температуры не линейна. Максимум селективности процесса с использованием 3% рутениевого катализатора стабилизированного в сверхсшитом полистироле MN-100 в среде этанола достигается при следующих условиях: концентрация катализатора – $3.10*10^{-4}$ моль/л; давление – 3.0 МПа; температура – 130 ^{0}C.

Литература

1. Singh, C.B.; Kavala, V.; Samal, A.K.; Patel, B.K. Eur. *J. Org. Chem.*, **2007**, 1369.

2. Carey, F.A.; Sundberg, R.J. *Advanced Organic Chemistry. New York: Kluwer Academic/Plemum Publishers*, **2001**, *Part B*, 981 p.

3. Sheldon, R.A. *Green Chem.*, **2007**, *9*, 1273-1283.

Р-59. ГИДРОПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ПОЛУЧЕНИЕМ БИОТОПЛИВА И РЕАГЕНТОВ ТОНКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

А.А. Степачёва[a], В.Н. Сапунов[b], Е.И. Шиманская[a], В.Г. Матвеева[a], Л.Ж. Никошвили[a], Э.М. Сульман[a], К.В. Юдова[a], Е.М. Клочкова[a]

[a)]Тверской государственный технический университет
наб. Афанасия Никитина, д.22, Тверь, 170026, Россия
e-mail: a.a.stepacheva@mail.ru
[b)]Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Миусская пл., 8, Москва, 125047, Россия

Использование растительных масел и жиров в качестве альтернативного источника энергии является одним из наиболее актуальных направлений исследования. Большое число публикаций в России и за рубежом [1-2] посвящены переработке масел в насыщенные и ненасыщенные углеводороды. Рассматриваемый процесс носит название деоксигенирования и проводится с использованием металлов платиновой группы в качестве катализаторов. Зачастую, процесс деоксигенирования проводят в присутствии водорода при температурах 200-500°C и давлении 2-14 атм. Недавние исследования [3] показали, что палладий-содержащие каталитические системы на основе сверхсшитого полистирола обладают высокой активностью, селективностью и стабильностью в процессе гидродеоксигенирования жирных кислот, полученных из растительных масел и животных жиров.

Еще одним из способов переработки растительных жиров является гидрирование карбоксильной группы жирных кислот с целью получения насыщенных и ненасыщенных жирных спиртов [4-5]. Жирные спирты находят широкое применение как в качестве компонентов биотоплив, так и в качестве сырья для производства ПАВ.

В настоящей работе проводилось исследование процессов гидрирования и гидродеоксигенирования насыщенных и ненасыщенных жирных кислот с использованием полимерных катализаторов на основе сверхсшитого полистирола.

Наиболее эффективной каталитической системой в рассматриваемых процессах оказался катализатор 1%Pd/СПС-MN-270, обладающий развитой внутренней поверхностью (1300 м^2/г) с размером пор 4-6 нм. Данный катализатор позволяет достичь высокой селективности как в процессе деоксигенирования (селективность по н-гептадекану - 99% при 100% конверсии), так и в реакции гидрирования (селективность по стеариловому спирту - 93% при 100% конверсии) стеариновой кислоты, выбранной в качестве модельного соединения.

Литература

1. Snare M.; Kubickova I.; Maki-Arvela P.; Eranen K.; Murzin D.Yu., *Ind. Eng. Chem. Res.*, **2006**, *45(16)*, 5708-5719.

2. Immer J.G., *Energy Fuel.*, **2010**, *24*, 5291-5299.

3. Stepacheva A.A., Nikoshvili L.Zh., Sulman E.M., Matveeva V.G., *Green Process and Synthesis*, **2014**, 3, 441–446.

4. Rios L.A., Restrepo G.M., Valencia S.H., Franco A.C., Echeverri D.A.Z., *Scientia et Technica Ano XII*, **2006**, 31, 221-226

5. Manyar H.G., Paun C., Pilus R., Rooney D.W., Thompson J.M., Hardacre Ch., *Chem. Commun.*, **2010**, 46, 6279–6281.

Р-60. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРИРОВАНИЯ ФУРФУРОЛА НА Ru-СОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

В.А. Стригина, А.С. Скворцов, В.Ю. Долуда, В.Г. Матвеева, Э.М. Сульман

Тверской Государственный Технический Университет
кафедра Биотехнологии и химии
наб. Афанасия Никинита, д.22, Тверь, 170026, Россия
e-mail: vstrigina@yandex.ru

Снижение доступности нефтяных запасов и возникающие экологические проблемы вызвали интерес к развитию экономически эффективных и экологически безопасных технологий для преобразования лигноцеллюлозной биомассы в топливо и химические вещества. Перспективным направлением в области энергосбережения является использование полученного из биомассы фурфурола в качестве потенциальной платформы для производства биотоплива и химических веществ [1]. Кроме того большое внимание уделяется каталитическому процессу гидрирования, как безопасному и практическому способу для восстановления карбонильных соединений [2].

В данном исследовании реакция гидрирования фурфурола осуществлялась в диапазоне температур 150 – 200°С и при давлении H_2 60 атм. В реактор вносили 0.1 г 3 мас. % Ru-содержащего катализатора, нанесенного на свехсшитый полистирол марки MN-100, 2 мл чистого фурфурола и 48 мл гексана, используемого в качестве растворителя. Процесс гидрирования проводили при непрерывном перемешивании (800 об/мин).

Увеличение температуры реакции с 150 до 200 ^{0}С приводит к увеличению скорости процесса гидрирования фурфурола (рис.1а). Из представленной зависимости формирования фурфурилового спирта отчетливо видно, что при увеличении температуры концентрация увеличивается. Максимальный выход наблюдается в первые 15 минут (рис.1б). Кроме того, с увеличением температуры реакции увеличивается образование тетрагидрофурфурилового спирта, к 30 минутам реакции концентрация достигает максимума и остается постоянной до конца реакции.

в. б.

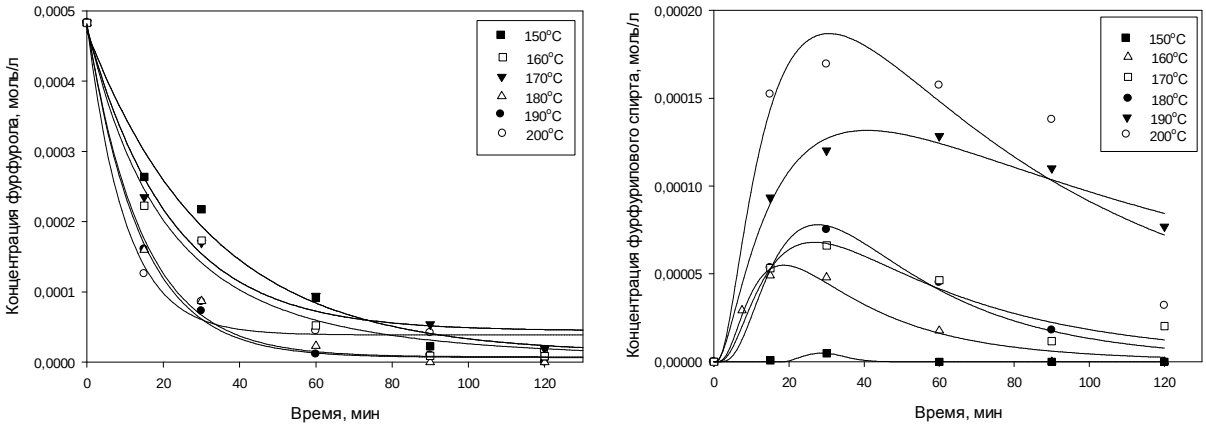


Рисунок 1 – а. График зависимости концентрации фурфурола (а) и фурфурилового спирта (б) от времени для катализатора MN-100-Ru-3% (m(cat)=0.1г, V(фурфурол)=2мл, V(гексан)=48мл).

Литература

1. Panagiotopoulou, P. et al. *J. of Molecular Catalysis A: Chem.*, 2014, 392, 223–228.
2. Wienhöfer, G. et al. *J. of Organometallic Chemistry*, 2013, 744, 156-159.

P-61. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭПИХЛОРГИДРИНА

А.В. Овчарова[a)], А.В. Сулимов[a)], С.В. Леонтьева[b)], В.Р. Флид[b)], М.А. Трушечкина[c)], М.Р. Флид[c)]

[a)] Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева ул. Минина, д.24, 603950, Н.Новгород, Россия
e-mail: epoxide@mail.ru
[b)] Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, просп. Вернадского, д.86, 119571, Москва, Россия
[c)] Научно-исследовательский инженерный центр «Синтез» просп. Вернадского, д.86, 119571, Москва, Россия

До настоящего времени основным промышленным способом производства эпихлоргидрина является хлоргидринный метод. Однако данный способ имеет существенные недостатки, к числу которых можно отнести низкий коэффициент использования хлора, применение на стадиях гипохлорирования и дегидрохлорирования крайне разбавленных водных растворов реагентов, что приводит к уменьшению производительности аппаратуры и образованию больших количеств загрязненных сточных вод содержащих $CaC1_2$ и хлорорганические примеси, очистка от которых трудоемка и требует больших затрат.

Одним из перспективных направлений синтеза эпихлоргидрина является жидкофазное эпоксидирование аллилхлорида пероксидом водорода в присутствии титансодержащего силикалита.

Проведенные нами исследования показали, что наиболее целесообразно в качестве растворителя использовать метанол. Для изучения влияния концентрации растворителя на процесс эпоксидирования аллилхлорида была проведена серия опытов при различных количествах метанола в реакционной смеси. В ходе работы установили, что процесс эпоксидирования целесообразно проводить при содержании растворителя близком к 55-65 % масс., что позволяет достигать достаточно высокой скорости эпоксидирования и выхода целевого продукта.

Экспериментально полученные результаты показали, что эпоксидирование аллилхлорида пероксидом водорода предпочтительнее проводить в избытке органического субстрата. Оптимальным начальным соотношением аллилхлорид: пероксид водорода является 3:1. Дальнейшее повышение соотношения исходных реагентов не целесообразно, поскольку оно не приводит к адекватному увеличению селективности процесса. Стоит также отметить, что последующее выделение и рециркуляция аллилхлорида сопряжена с меньшими трудностями, нежели возвращение в реакционную массу непрореагировавшего пероксида водорода.

Для оценки влияния температуры была проведена серия экспериментов в интервале температур 30-60 ^{0}С. В ходе исследования установили, что увеличение температуры синтеза эпихлоргидрина интенсифицирует не только целевую реакцию, но и ряд побочных превращений, при этом скорости побочных реакций возрастают в большей степени. В этой связи синтез эпихлоргидрина предпочтительно вести при температуре 40-50 ^{0}С.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 14.577.21.0093 о предоставлении субсидии, уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57714X0093).

Р-62. НОВЫЕ ПУТИ СИНТЕЗА ПРОИЗВОДНЫХ ЭТИЛЕНДИАМИНА, СОДЕРЖАЩИХ ПРОПИОНОВЫЕ ГРУППИРОВКИ

Н.В. Цирульникова[a)], Е.С. Дерновая[a)], О.Н. Волоснева[b)]

[a)] Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ «ИРЕА»
ул. Богородский вал, д.3, Москва, 107076, Россия
e-mail: nv.tsir@mail.ru
[b)] Научно-исследовательский институт физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства
ул. Малая Пироговская, д. 1а, Москва, 119435, Россия

Производные этилендиамина, содержащие пропионовые группировки, обладают уникальными комплексообразующими свойствами, проявляя селективность к ионам меди(II): константа устойчивости комплекса Cu(II) с этилендиамин-N,N,N',N'-тетра-β-пропионовой кислотой (ЭДТβП) $\lg k_{Cu(II)}$ равна 15,4, что практически на 6 порядков превышает константу прочности аналогичного комплекса Ni(II) ($\lg k_{Ni(II)}$ 9,7).

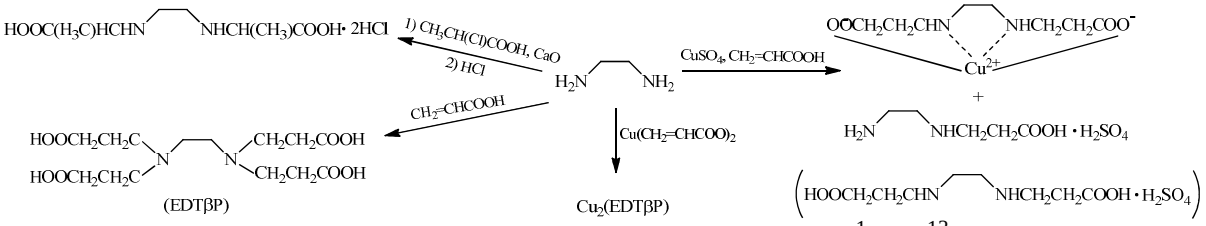
Предметом наших исследований является разработка препаративно удобных и экологически безопасных методов синтеза подобных хелантов, содержащих в молекулах первичную, вторичную и третичные аминогруппы.

Впервые предложен синтез ЭДТβП в виде основания взаимодействием этилендиамина с акриловой кислотой взамен классического карбоксиалкилирования этилендиамина β-хлорпропионовой кислотой в щелочной среде с последующим выделением целевого продукта в виде дигидрохлорида при подкислении реакционной массы соляной кислотой.

В продолжение исследований по синтезу хелантов в условиях темплатного синтеза впервые взаимодействием этилендиамина с акрилатом меди(II) получен новый хелат, основным фрагментом которого являетсябиядерный комплекс Cu(II) сЭДТβП.

При взаимодействии этилендиамина координированного Cu(II) с акриловой кислотой в зависимости от мольного соотношения исходных реагентов наряду с комплексом Cu(II) с этилендиамин-N,N'-ди-β-пропионовой кислотой получены и выделены этилендиамин-N-моно- и этилендиамин-N,N'-ди-β-пропионовые кислоты в виде сернокислых солей [1] с последующим переводом их в основания.

Нуклеофильным замещением хлора в α-хлорпропионовой кислоте на аминогруппу этилендиамина в присутствии CaO с последующим разрушением образовавшегося комплекса соляной кислотой впервые получена этилендиамин-N,N'-ди-α-пропионовая кислота в форме дигидрохлорида.



Полученные соединения охарактеризованы методом ЯМР ^{1}H и ^{13}C спектроскопии и данными элементного анализа.

Литература

1. Цирульникова Н.В., Подмарева О.Н., Фетисова Т.С. Способ получения этилендиамин-N-монопропионовой кислоты. Патент RU2489420 от 10.08.2013.

Р-63. ОКСИДНЫЕ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В.Н. Цыганков, А.Г. Яковенко, А.Ю. Путин, В.А. Горшков-Кантакузен

Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова
просп. Вернадского, д.86, Москва, 119571, Россия
e-mail: v.tsigankov@yandex.ru

Термочувствительные материалы на основе полупроводниковых оксидов используются для изготовления термочувствительных датчиков: термисторов, позисторов, кабелей-датчиков, применяемых в электронике, автоматике, телемеханике, электротехнике, приборостроении, а также в различных системах измерений, контроля и регулирования температуры.

Компоненты терморезистивных материалов представляют собой простые, сложные оксиды и их композиционные составы Mn_3O_4, ZnO, CuO, CoO, NiO, Mn_3O_4 – CoO, SnO_2 – TiO_2, ZrO_2 – Y_2O_3, GeO_2 – ZrO_2 и др. Чистота оксидных фаз должна быть не менее 99,99%.

Значительная часть отечественных терморезисторов изготавливается на марганецсодержащих составах со структурой шпинели систем CuO – Mn_3O_4 – O_2, CoO – Mn_3O_4 – O_2 и NiO – Mn_3O_4 – O_2. Для позисторов в качестве основных материалов используются титанаты бария, свинца и стронция.

Рабочие элементы термочувствительных датчиков используются как в виде керамики, так и в холоднопрессованном виде. Механические смеси оксидов исходных составов подвергаются высокотемпературной обработке (900 – 1300°C) в окислительной или нейтральных средах. После размола и перемешивания поликристаллические заготовки прессуют и спекают. Применяется также метод совместного осаждения. Так, позисторные исходные составы получают совместным осаждением титанилоксалата бария $BaTiO(C_2O_4)*4H_2O$, титанилоксалата стронция $SrTiO(C_2O_4)*4H_2O$, а легирующие компоненты La_2O_3, Sb_2O_5, PbO добавляют в виде солей.

В термочувствительных кабелях-датчиках, применяемых в качестве сигнализаторов противопожарных систем, терморезистивные материалы (Mn_3O_4 – CoO – MgO, ZrO_2 – Y_2O_3 и др.) [1 – 3] находятся в поликристаллическом холоднопрессованном состоянии (150 – 200МПа).

Масса терморезистивного материала в терморезисторах и позисторах изменяется от долей до нескольких грамм. В термочувствительных кабелях-датчиках, длины которых могут достигать десятков метров, масса термочувствительных наполнителей достигают сотен грамм. Годовое производство терморезистивных материалов находится в пределах от сотен килограмм до нескольких тонн.

Конструкции термочувствительных датчиков постоянно совершенствуются, расширяются области их применения, что обуславливает непрерывный рост объемов производства термочувствительных материалов.

Литература

1. Цыганков В.Н., Баяндин Д.В., Сафонов В.В., Лобанов В.Н. Терморезистивный материал: А.с. 1608165; заявл. 29.12.1988; опубл. 23.11.1990. Бюл. №43.

2. Цыганков В.Н., Гориловская Н.Б., Гаврилов В.П., Петров К.И. Керамический материал для термочувствительного датчика: А.с. 1268543; заявл. 12.11.1984; опубл. 07.11.1986. Бюл. №41.

3. Цыганков В.Н., Гориловская Н.Б., Петров К.И., Сизенов Ю.М. Керамический материал: А.с. 1052499; заявл. 14.07.1982; опубл. 07.11.1983. Бюл. №41.

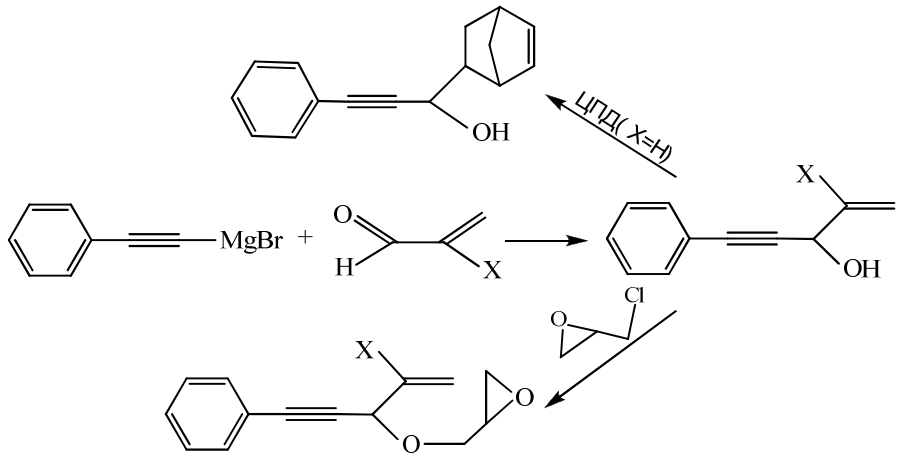
Р-64. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ЕНИНОВЫХ СПИРТОВ С ФЕНИЛЬНЫМ РАДИКАЛОМ

М.И. Шатирова

Институт полимерных материалов НАН Азербайджана
ул. С.Вургуна, д.124, AZ5004, г. Сумгаит, Азербайджанская Республика
e-mail: mshatirova@mail.ru

Одним из основных направлений органической химии является поиск новых реагентов для синтеза практически важных классов соединений. Среди таких соединений особый интерес представляют несопряженные ениновые соединения. В связи с этим и продолжая исследования в этом направлении [1, 2], в данной работе изложены результаты синтеза несопряженных ениновых спиртов с фенильным радикалом.

Установлено, что при взаимодействии непредельных альдегидов с магнийпроизводными фенилацетилена образуются соответствующие несопряженные ениновые вторичные спирты с выходами 70-75%. Синтезированные спирты вступают в реакцию диеновой конденсации (при 180-185°C) с циклопентадиеном по двойной связи, а в реакцию этерификации с эпихлоргидрином − по гидроксильной группе, с образованием соответственно бициклического аддукта норборненового ряда и глицидилового эфира енинового ряда по схеме:



X=H, CH_3, Cl

Строение синтезированных соединений подтверждены данными ИК и ПМР спектроскопии.

Таким образом, следует отметить, что полученные соединения могут использоваться в качестве синтона в разнообразных синтезах для получения практически полезных продуктов и полупродуктов.

Литература

1. Велиев М.Г., Шатирова М.И., Мамедова А.Ф., Ибрагимова А.И. // Азерб. хим. журн. 2007, №4, С.85
2. Велиев М.Г., Шатирова М.И., Садыгов О.А., Алимарданов Х.М. // ЖОрХ. 2008, Т.44, Вып.9, С.1298

Р-65. ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ЖИДКИХ ТОПЛИВ МЕТОДОМ ГИДРОПЕПЕРАБОТКИ ЛИГНИНА

Е.И. Шиманская, А.А. Степачева, Э.М. Сульман, Ю.В. Луговой

Тверской государственный технический университет
наб. Афанасия Никитина, д.22, Тверь, 170026, Россия
e-mail: shimanskaya-tstu@yandex.ru

В настоящее время особое внимание уделяется переработке лигнинсодержащих отходов. В связи со сложным составом лигнина, в литературе большое количество исследований связано с модельными соединениями лигнина, такими как анизол [1], катехол [2], гваякол [3], и др [4]. Основными продуктами переработки данных соединений являются фенол, бензол, метилфенол, циклогексан и другие ароматические соединения, входящие в состав жидких топлив. Однако эксперименты с модельными соединениями не имеют ничего общего с техническим лигнином, переработка которого является серьезной технологической проблемой. В России к проблеме переработки лигнина относятся с точки зрения утилизации его как отхода. Большинство исследований по получению жидкого топлива из лигнинов проводится зарубежом. Применение различных катализаторов при переработке лигнина позволяет получать жидкие ароматические соединения с выходом 49-71% [5]. Температура процесса переработки составляет 400-600°C. Основными катализаторами гидропереработки лигнина являются металлические катализаторы на оксидных и углеродных носителях, а так же цеолиты. Обзор литературных данных показывает, что большинство катализаторов хотя и обеспечивают высокую скорость и конверсию, являются дорогостоящими в связи с низкой стабильностью (некоторые катализаторы подвержены дезактивации поверхности и вымыванию активной фазы), а так же не обладают высокой селективностью по отношению к определенным реакциям.

В настоящей работе проводилось исследование процесса гидрогенолиза древесных опилок в мягких условиях с использованием 2%Pd/C в качестве каталитической системы. В качестве растворителя использовался изо-пропиловый спирт, температура процесса составляла 250°C, парциальное давление водорода – 8 атм.

Литература

1. Runnebaum R.C., Nimmanwudipong T., Block D.E., *Catal Lett.*, **2011**, Vol.141, pp. 817-820.

2. Zhao C., He J., Lemonidou A.A., *Journal of Catalysis*, **2011**, Vol. 280, Issue 1, pp. 8-16.

3. Furimsky E., *Applied Catalysis A: General*, **2000**, Vol. 199, 147 p.

4. Deutsch K.L., Shanks B.H., *Applied Catalysis A: General*, **2012**, Vol. 144– 150, pp. 447– 448

5. Oasmaa A., Alén R., Meier D., *Bioresource Technology*, **1933**, Vol. 45, Issue 3, pp. 189–194.

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Muhanna M.K. 114, 115
Аббасов В.М. 56
Абдуллаева Г.Н.....84
Агабеков В.Е. ...13, 53, 107, 114, 115, 118
Агагусейнова М.М. 84, 111
Адонин Н.Ю.....63
Акатьева Л.В. 22
Акентьева Т.А. 83
Аксенова С.В. 57
Алиева З.М. 56
Алиева Х.Ш. 109
Алтунина Л.К. 59
Альтшулер Г.Н. 44
Альтшулер О.Г. 44
Аминова Б.М. 109
Андреев Д.В. 121
Антонюк В.И. 76
Антонюк С.Н. 85
Артюха Е.А. 38
Аскерова Х.А. 113
Аскерова Э.Н. 56
Атласкина Т.В. 124
Афанасьева Е.И. 97
Ахметзянова У.Р. 37
Бабаев Н.Р. 109
Бабаев Э.Р. 110
Бабушкин Д.Э. 49, 78
Багрянская Е.Г. 58
Байрамова З.Э. 84
Бакланова И.В. 87
Балтина Л.А. 88
Балтина Л.А. (мл.) 88
Банзаракцаева С.П. 68
Барнаков Ч.Н. 54
Баташев С.А. 120
Башкирова А.А. 123
Бегунов Р.С. 93, 123
Бей М.П. 118
Бельская О.Б. 36
Бескопыльный А.М. 29
Бессарабов А.М. 89, 90, 91, 92
Блохина Л.И. 67
Богомазова А.А. 112
Бойко Д.П. 86
Бондарева В.М. 69
Бочарова И.В. 57
Брук Л.Г. 117
Булдакова Л.Ю. 87
Булычев Б.М. 99
Бумагин Н.А. 102
Бургарт Я.В. 18, 30
Бухтияров В.И. 38, 47
Бухтиярова Г.А. 38
Быков А.В. 124
Валиев В.Ф. 100
Валяева А.Н. 93
Ванчурин В.И. 101
Василевский Д.А. 43
Васильева Н.Ю. 27
Вендило А.Г. 89, 91
Вершинин С.Н. 54
Вильданов А.Ф. 72
Владимирова С.В. 57
Волоснева О.Н. 128
Волчо К.П. 50, 70
Воробьев Ю.К. 14
Гадиров А.А. 106
Гамидова Д.Ш. 113
Гасанова Э.И. 113
Герасимова Л.Г. 17, 40
Глушко А.Н. 92
Глушко В.Н. 67
Глыздова Д.В. 52
Гогин Л.Л. 42, 64, 71
Гойдин В.В. 77
Голосман Е.З. 85
Горохов В.Ю. 83
Горшков-Кантакузен В.А. 129
Горяева М.В. 18
Гражданников А.Е. 61
Грибовский А.Г. 121
Григорьев М.Е. 37

Гудратова Ф.Д. 94
Гуляева Т.И. 52
Гуляева Ю.А. 34
Гусак А.С.....35
Гусейнова Т.М. 95, 96
Гырдасова О.И. 87
Демерлий А.М. 120
Демидова Ю.С. 50, 70
Дерновая Е.С.....128
Джаббарова Н.Э.....95, 96
Дикарева Ю.М. 97
Дикусар Е.А. 102, 103
Долуда В.Ю.....37, 80, 126
Дубков К.А. 49, 78
Дьякова Л.В. 40
Дюздабан Х.Р.....98
Егизарьян А.М. 51
Егоров Е.М. 21
Еделева М.В. 58
Еремин А.Н. 114, 115
Жижина Е.Г.....28, 42, 46, 64, 71
Зайцев С.Ю. 38
Заремба Г.А. 92
Звукова Т.М. 99
Зенковец Г.А. 34, 69
Злотский С.С.....100, 112
Золотарь Р.М.....102
Иваненко В.И. 57
Иванов А.В. 24
Иванов Д.П. 49, 78
Иванова А.Е. 30
Иванова Е.А. 73
Игнатович Ж.В. 60, 114, 115
Иоффе С.Л.....32
Исаева Х.А. 56
Исаков Э.У. 113
Исмагилов З.Р. 14, 44, 55, 65, 72, 75
Ищенко Е.В. 69
Казаков А.А. 90
Казакова М.А. 77
Казаченко А.С.....27
Казиева А.Б. 76
Калечиц Г.В. 116
Калина С.А. 123
Калугина Е.А. 74
Караченко О.И. 101
Кардаш Т.Ю. 69
Касиков А.Г.....40
Кацман Е.А. 117
Керженцев М.А. 14
Кирилюк И.А.....58
Кислица О.В. 80
Клецков А.В. 102, 103
Клименко Л.И.....21
Климочкин Ю.Н. 122
Клочкова Е.М. 125
Князев В.В. 21
Кобелевская В.А. 104
Козлов А.П. 54
Колесник И.А. 103
Колотаев А.В. 33
Колтунов К.Ю. 69
Кондрашов Е.В.....105
Конев В.Н. 41
Корнаухова Л.М. 21
Королева Е.В. 60
Костылева О.В. 85
Красильников В.Н. 87
Красников Д.В.....77
Кривенцов В.В. 52
Круглова М.А. 85
Крюков Ю.А. 26
Кудьярова Ж.Б. 76
Кудякова Ю.С. 18
Кузнецов Б.Н. 27
Кузнецов В.Л. 77
Кузнецов М.В. 87
Кузнецов С.Е. 51
Кузнецова С.А. 27
Кукина Т.П. 62
Куксёнок В.Ю. 45
Куншина Г.Б. 57
Курмаев Д.А. 99
Курышева В.В. 73
Кусов С.З. 21
Кшуманева Е.С. 40
Кязим-заде А.К.....106
Лазарева С.В. 75

Ларикова С.Н. 107
Левданский А.В. 27
Левданский В.А. 27
Левковская Г.Г. 104
Леонтьева С.В. 127
Лихолобов В.А. 36
Логвинович Е.В. 53
Ложкина Е.А. 74
Луговой Ю.В. 131
Мажукин Д.Г. 31
Мазгаров А.М. 72
Макаров И.В. 39
Макаршин Л.Л. 121
Малыхин Е.В. 21, 62
Малышева Л.В. 41
Мамедова Г.А. 108
Мамедова Л.Н. 94, 111
Мамедова П.Ш. 109, 110
Мамедова Р.А. 106
Мамедова Т.А. 56
Мамедьярова Х.Н. 106
Манаенков О.В. 80
Мансуров З.А. 76
Марачук Л.И. 101
Маркова В.Н. 21
Матвеева В.Г. 80, 125, 126
Матевосян К.Р. 33
Микаилова М.Р. 111
Микулич В.С. 107
Минаев П.П. 119
Мироненко А.В. 76
Мироненко Р.М. 36
Михайлова Е.С. 55
Михайлова Н.Н. 100, 112
Моржерин Ю.Ю. 35, 73
Мороз Б.Л. 47
Морозов А.А. 81
Мосеенков С.И. 77
Мурзин Д.Ю. 20, 50, 70
Мусаева М.Э. 113
Нагиева Э.А. 106
Назаров Р.Х. 113
Намазов А.А. 56
Нартова А.В. 78
Немыгина Н.А. 79
Нечепуренко И.В. 61
Николаев А.И. 17
Николаенкова Е.Б. 31
Никошвили Л.Ж. 79, 125
Никульшин П.А. 119
Новоселов И.И. 39
Носков А.С. 51
Нуждин А.Л. 38
Обут С.М. 21
Овсянникова В.С. 59
Овчарова А.В. 127
Овчинникова Е.В. 68
Одяков В.Ф. 71
Ольховик В.К. 43, 116
Островский В.А. 15
Павлов Ю.Л. 101
Пай З.П. 25, 41, 42, 46, 47, 48, 64, 82, 121
Панченко В.Н. 34
Пармон В.Н. 25, 63, 71
Пархоменко Д.А. 58
Петкевич А.В. 114, 115
Петкевич С.К. 102
Петушок В.Г. 116
Пимерзин А.А. 119
Пирютко Л.В. 49, 51
Плотникова Е.П. 21
Плюснин П.Е. 38
Полубояринова Е.Ю. 91
Попов А.В. 104
Попов А.Г. 63
Попов С.А. 62, 74
Поткин В.И. 102
Приходько С.А. 63
Прохорова П.Е. 35, 73
Путин А.Ю. 117, 129
Пучкова Н.В. 118
Пыряев П.А. 47
Разинов А.Л. 33
Раскильдина Г.З. 100
Резников А.Н. 122
Родикова Ю.А. 46, 64
Родионов В.И. 21
Романов А.Р. 105

Рудаков Д.А. 102, 103
Рулёв А.Ю. 105
Русских А.В. 51
Савельев В.А. 31
Садовская Н.Ю. 67
Сажина А.А. 123
Салахутдинов Н.Ф. 50, 70
Салоутин В.И. 18, 30
Сальников В.А. 119
Самаров А.В. 54
Сапунов В.Н. 125
Севостьянова Н.Т. 120
Селиванов Б.А. 31
Семенова Е.А. 103
Семиколенов С.В. 49, 78
Сеньков Г.М. 53
Сергеев Е.Е. 121
Сибирякова А.Э. 122
Сидоренко А.Ю. 53
Сидоров А.И. 37, 79, 80
Сизов А.И. 99
Симаков А.В. 50
Симакова И.Л. 34, 50, 70, 81
Симакова О.А. 70
Симонов М.Н. 34
Симонова Л.Г. 75
Синютич Ю.В. 115
Скворцов А.С. 126
Смирнова Н.С. 52
Соболев В.И. 69
Сокол О.В. 118
Соколов А.А. 123
Солтанова З.К. 109
Степанова Г.В. 124
Степанова Т.И. 92
Степачёва А.А. 125, 131
Стригина В.А. 126
Сулимов А.В. 127
Сульман М.Г. 79, 80
Сульман Э.М. 37, 79, 80, 125, 126, 131
Суслов Е.В. 50, 70
Суша Ю.О. 103
Сысолятин С.В. 26
Тарабанько В.Е. 81
Тарасевич В.А. 86
Татарова Л.Е. 75
Темерев В.Л. 52
Темкин О.Н. 117
Тихонов А.Я. 31
Торховский В.Н. 85
Трофимов Б.А. 24
Трофимова О.А. 35
Трохин В.Е. 89, 90, 91, 97
Трушечкина М.А. 127
Трынкина Л.В. 90
Усова О.А. 67
Утенкова Д.Б. 53
Ученова Ю.В. 48
Файрушина А.И. 88
Фарзалиев В.М. 16, 110
Федотов В.А. 39
Филатов Д.А. 59
Филатова А.Е. 80
Филатова Л.С. 21
Филимонов В.Д. 45
Флид В.Р. 127
Флид М.Р. 127
Фролова С.Ю. 33
Фуфаева М.С. 59
Хайрулин С.Р. 14, 72
Хамидуллина Л.А. 35
Ханбутаева З.С. 56
Харитонов А.С. 49, 51
Хачатрян Д.С. 33
Хлебникова Т.Б. 41, 47, 48, 82
Холькин А.И. 22
Хохлова Г.П. 54
Хохрина Е.А. 21, 62
Худина О.Г. 30
Цирульникова Н.В. 128
Цыганков В.Н. 129
Цырульников П.Г. 52
Чапланова Ж.Д. 107
Чепик О.П. 102
Чернявский В.С. 51
Черняк М.Ю. 81
Чуйков И.П. 21
Чумаченко В.А. 68

Чупахин О.Н. 18
Шаверин М.С. 65
Шатирова М.И. 130
Шеремет О.П. 21, 61
Шикина Н.В. 75
Шиманская Е.И. 125, 131
Шляпин Д.А. 52
Шпатов А.В. 62
Штрыкова В.В. 45
Шубин Ю.В. 38, 39
Шутилов А.А. 34
Щегольков Е.В. 30
Эсенбаева В.В. 83
Ювченко А.П. 118
Юдова К.В. 125
Юнникова Л.П. 83
Юрачка В.В. 86
Ющенко Д.Ю. 47, 82
Яковенко А.Г. 129
Янченко М.Ю. 87
Яшник С.А. 14, 72
Ященко В.С. 43

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ 6
Воскресенье, 27 сентября 6
Понедельник, 28 сентября 6
Вторник, 29 сентября 8
Среда, 30 сентября 10
Четверг, 1 октября 11
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ 13
В.Е. Агабеков 13
З.Р. Исмагилов[а),б)], М.А. Керженцев[а)], Ю.К. Воробьев[а)], С.А. Яшник[а)], С.Р. Хайрулин[а)] 14
В.А. Островский 15
В.М. Фарзалиев 16
А.И. Николаев, Л.Г. Герасимова 17
В.И. Салоутин, М.В. Горяева, Ю.С. Кудякова, Я.В. Бургарт, О.Н. Чупахин 18
В.Е. Платонов 19
Д.Ю. Мурзин 20
Е.М. Егоров, В.В. Князев, В.И. Родионов, С.З. Кусов, В.Н. Маркова, Л.И. Клименко, Л.М. Корнаухова, Е.П. Плотникова, С.М. Обут, О.П. Шеремет, Л.С. Филатова, И.П. Чуйков, Е.А. Хохрина, Е.В. Малыхин 21
А.И. Холькин, Л.В. Акатьева 22
А.В. Иванов, Б.А. Трофимов 24
З.П. Пай, В.Н. Пармон 25
С.В. Сысолятин, Ю.А. Крюков 26
КЛЮЧЕВЫЕ ДОКЛАДЫ 27
Б.Н. Кузнецов[а), б)], В.А. Левданский[а), б)], С.А. Кузнецова[а), б)], Н.Ю. Васильева[а), б)], А.В. Левданский[а), б)], А.С. Казаченко[а), б)] 27
Е.Г. Жижина 28
А.М. Бескопыльный 29
Я.В. Бургарт, Е.В. Щегольков, О.Г. Худина, А.Е. Иванова, В.И. Салоутин 30
А.Я. Тихонов, Е.Б. Николаенкова, В.А. Савельев, Б.А. Селиванов, Д.Г. Мажукин 31
С.Л. Иоффе 32
А.В. Колотаев[а)], А.Л. Разинов[а)], С.Ю. Фролова[а)], К.Р. Матевосян[б)], Д.С. Хачатрян[а)] 33
И.Л. Симакова[a, b)], Ю.А. Гуляева[а)], М.Н. Симонов[a, b)], В.Н. Панченко[а)], А.А. Шутилов[а)], Г.А. Зенковец[а)] 34
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ 35
А.С. Гусак, Л.А. Хамидуллина, О.А. Трофимова, П.Е. Прохорова, Ю.Ю. Моржерин 35
Р.М. Мироненко, О.Б. Бельская, В.А. Лихолобов 36
В.Ю. Долуда, А.И. Сидоров, М.Е. Григорьев, У.Р. Ахметзянова, Э.М. Сульман ... 37

А.Л. Нуждин[a,b)], Е.А. Артюха [a,b)], Г.А. Бухтиярова[a)], С.Ю. Зайцев[b,c)], П.Е. Плюснин[b,c)], Ю.В. Шубин[b,c)], В.И. Бухтияров[a,b)] 38
И.И. Новоселов, Ю.В. Шубин, И.В. Макаров, В.А. Федотов 39
А.Г. Касиков, Л.В. Дьякова, Е.С. Кшуманева, Л.Г. Герасимова 40
В.Н. Конев, Т.Б. Хлебникова, Л.В. Малышева, З.П. Пай 41
Л.Л. Гогин, Е.Г. Жижина, З.П. Пай 42
Д.А. Василевский, В.С. Ященко, В.К. Ольховик 43
Г.Н. Альтшулер, О.Г. Альтшулер, З.Р. Исмагилов 44
В.Ю. Куксёнок, В.В. Штрыкова, В.Д. Филимонов 45
Ю.А. Родикова, Е.Г. Жижина, З.П. Пай 46
Д.Ю. Ющенко, Т.Б. Хлебникова, П.А. Пыряев, Б.Л. Мороз, З.П. Пай, В.И. Бухтияров 47
Ю.В. Ученова, Т.Б. Хлебникова, З.П. Пай 48
Д.П. Иванов, К.А. Дубков, Л.В. Пирютко, Д.Э. Бабушкин, С.В. Семиколенов, А.С. Харитонов 49
Ю.С. Демидова[a, b)], И.Л. Симакова[a, b)], Е.В. Суслов[c)], К.П. Волчо[b, c)], Н.Ф. Салахутдинов[b, c)], А.В. Симаков[d)], Д.Ю. Мурзин[e)] 50
В.С. Чернявский[a)], Л.В. Пирютко[a)], А.В. Русских[a)], С.Е. Кузнецов[b)], А.М. Егизарьян[b)], А.С. Носков [a)], А.С. Харитонов[a)] 51
Н.С. Смирнова[a)], Д.В. Глыздова[b)], Т.И. Гуляева [a)], В.Л. Темерев[a)], В.В. Кривенцов[c)], Д.А. Шляпин [a)], П.Г. Цырульников [a)] 52
А.Ю. Сидоренко, Е.В. Логвинович, Д.Б. Утенкова, Г.М. Сеньков, В.Е. Агабеков . 53
Ч.Н. Барнаков, С.Н. Вершинин, Г.П. Хохлова, А.В. Самаров, А.П. Козлов 54
Е.С. Михайлова[a)], З.Р. Исмагилов[a,b] 55
В.М. Аббасов, Т.А. Мамедова, Э.Н. Аскерова, З.М. Алиева, А.А. Намазов, З.С. Ханбутаева, Х.А. Исаева 56
Г.Б. Куншина, В.И. Иваненко, С.В. Аксенова, С.В. Владимирова, И.В. Бочарова . 57
М.В. Еделева[а,б)], Д.А. Пархоменко [а,б)], И.А. Кирилюк [а,б)], Е.Г. Багрянская[а,б)] 58
Д.А. Филатов, Л.К. Алтунина, М.С. Фуфаева, В.С. Овсянникова 59
Е.В. Королева, Ж.В. Игнатович 60
А.Е. Гражданников, И.В. Нечепуренко, О.П. Шеремет 61
Т.П. Кукина, Е.В. Малыхин, Е.А. Хохрина, А.В. Шпатов, С.А. Попов 62
С.А. Приходько [a)], А.Г. Попов [a)], Н.Ю. Адонин [a)], В.Н. Пармон [a)] 63
Е.Г. Жижина, Л.Л. Гогин, Ю.А. Родикова, З.П. Пай 64
М.С. Шаверин[a)], З.Р. Исмагилов[b)] 65
СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ 67
В.Н. Глушко, Л.И. Блохина, Н.Ю. Садовская, О.А. Усова 67
С.П. Банзаракцаева[a)], Е.В. Овчинникова[a)], В.А. Чумаченко[a)] 68
В.М. Бондарева[a)], Е.В. Ищенко[a),б)], Т.Ю. Кардаш[a),б)], Г.А. Зенковец[a)], В.И. Соболев[a)], К.Ю. Колтунов[a),б)] 69
Ю.С. Демидова[a, b)], Е.В. Суслов[c)], О.А. Симакова[d)], К.П. Волчо[b, c)], Н.Ф. Салахутдинов[b, c)], И.Л. Симакова[a, b)], Д.Ю. Мурзин[d)] 70
Е.Г. Жижина, В.Ф. Одяков, Л.Л. Гогин, В.Н. Пармон 71

З.Р. Исмагилов[а), б)], А.М. Мазгаров[в)], С.А. Яшник[а)], С.Р. Хайрулин[а)], А.Ф. Вильданов [в)] 72
В.В. Курышева, Е.А. Иванова, П.Е. Прохорова, Ю.Ю. Моржерин 73
Е.А. Калугина [b)], Е.А. Ложкина[b)], С.А. Попов[a)] 74
С.В. Лазарева[а)], Н.В. Шикина[а)], Л.Г. Симонова[а)], Л.Е. Татарова[а)], З.Р. Исмагилов[b)] 75
А.В. Мироненко, А.Б. Казиева, Ж.Б. Кудьярова, В.И. Антонюк, З.А. Мансуров ... 76
В.Л. Кузнецов[a,b)], С.И. Мосеенков[а)], М.А. Казакова[а)], Д.В. Красников[a,b)], В.В. Гойдин[а)] 77
С.В. Семиколенов[а)], Д.П. Иванов[а)], А.В. Нартова[a,b)], Д.Э. Бабушкин[а)], К.А. Дубков [а)] 78
Н.А. Немыгина[а)], Л.Ж. Никошвили[б)], М.Г. Сульман[б)], Э.М. Сульман[б)], А.И. Сидоров[б)] 79
А.Е. Филатова, О.В. Манаенков, В.Г. Матвеева, Э.М. Сульман, О.В. Кислица, А.И. Сидоров, В.Ю. Долуда, М.Г. Сульман 80
И.Л. Симакова[a, b)], В.Е. Тарабанько[c)], А.А. Морозов[c)], М.Ю. Черняк[c)] 81
Д.Ю. Ющенко, Т.Б. Хлебникова, З.П. Пай 82
Л.П. Юнникова, Т.А. Акентьева, В.Ю. Горохов, В.В. Эсенбаева 83
Г.Н. Абдуллаева, З.Э. Байрамова, М.М. Агагусейнова 84
С.Н. Антонюк[а)], В.Н. Торховский[а)], Е.З. Голосман[b)], М.А. Круглова[b)], О.В. Костылева[а)] 85
Д.П. Бойко, В.В. Юрачка, В.А. Тарасевич 86
И.В. Бакланова, В.Н. Красильников, М.В. Кузнецов, О.И. Гырдасова, Л.Ю. Булдакова, М.Ю. Янченко 87
Л.А. Балтина (мл.), А.И. Файрушина, Л.А. Балтина 88
А.М. Бессарабов, А.Г. Вендило, В.Е. Трохин 89
А.А. Казаков, Л.В. Трынкина, В.Е. Трохин, А.М. Бессарабов 90
В.Е. Трохин, А.Г. Вендило, Е.Ю. Полубояринова, А.М. Бессарабов 91
А.Н. Глушко[а)], Т.И. Степанова[b)], Г.А. Заремба[b)], А.М. Бессарабов[b)] 92
А.Н. Валяева, Р.С. Бегунов 93
Ф.Д. Гудратова, Л.Н. Мамедова 94
Т.М. Гусейнова, Н.Э.Джаббарова 95
Н.Э. Джаббарова, Т.М. Гусейнова 96
Ю.М. Дикарева, В.Е. Трохин, Е.И. Афанасьева 97
Х.Р. Дюздабан 98
Т.М. Звукова, А.И. Сизов, Д.А. Курмаев, Б.М. Булычев 99
С.С. Злотский, В.Ф. Валиев, Н.Н. Михайлова, Г.З. Раскильдина 100
В.И. Ванчурин[b)], О.И. Караченко[а)], Л.И. Марачук [а)], Ю.Л. Павлов [b)] 101
А.В. Клецков [а)], Н.А. Бумагин[b)], С.К. Петкевич [а)], Е.А. Дикусар [а)], Д.А. Рудаков [а)], Р.М. Золотарь[c)], О.П. Чепик[c)], В.И. Поткин [а)] 102
А.В. Клецков, Д.А. Рудаков, Е.А. Семенова, Ю.О. Суша, И.А. Колесник, Е.А. Дикусар 103
В.А. Кобелевская, А.В. Попов, Г.Г. Левковская 104
Е.В. Кондрашов, А.Р. Романов, А.Ю. Рулёв 105

А.К. Кязим-заде, Э.А. Нагиева, А.А. Гадиров, Х.Н. Мамедьярова, Р.А. Мамедова 106
С.Н. Ларикова, Ж.Д. Чапланова, В.Е. Агабеков, В.С. Микулич..... 107
Г.А. Мамедова 108
П.Ш. Мамедова, Н.Р. Бабаев, Х.Ш. Алиева, З.К. Солтанова, Б.М. Аминова..... 109
В.М. Фарзалиев, Э.Р. Бабаев, П.Ш. Мамедова 110
М.Р. Микаилова, Л.Н. Мамедова, М.М. Агагусейнова 111
С.С. Злотский[a)], Н.Н. Михайлова[a)], А.А. Богомазова[b)] 112
М.Э. Мусаева, Д.Ш. Гамидова, Э.У. Исаков, Э.И. Гасанова, Р.Х. Назаров, Х.А. Аскерова 113
А.В. Петкевич[a)], Ж.В. Игнатович[a)], А.Н. Еремин[a)], M.K. Muhanna[b)], В.Е. Агабеков[a)] 114
А.В. Петкевич[a)], Ж.В. Игнатович[a)], Ю.В. Синютич[a)], А.Н. Еремин[a)], M.K. Muhanna[b)], В.Е. Агабеков[a)] 115
В.Г. Петушок, Г.В. Калечиц, В.К. Ольховик 116
А.Ю. Путин, Л.Г. Брук, Е.А. Кацман, О.Н. Темкин..... 117
Н.В. Пучкова, М.П. Бей, О.В. Сокол, А.П. Ювченко, В.Е. Агабеков 118
В.А. Сальников, П.П. Минаев, П.А. Никульшин, А.А. Пимерзин 119
Н.Т. Севостьянова, А.М. Демерлий, С.А. Баташев..... 120
Е.Е. Сергеев, Д.В. Андреев, А.Г. Грибовский, Л.Л. Макаршин, З.П. Пай 121
А.Э. Сибирякова[a)], А.Н. Резников[a)], Ю.Н. Климочкин[a)]..... 122
Р.С. Бегунов, А.А. Соколов, С.А. Калина, А.А. Сажина, А.А. Башкирова 123
Т.В. Атласкина, Г.В. Степанова, А.В. Быков 124
А.А. Степачёва[a], В.Н. Сапунов[b], Е.И. Шиманская[a], В.Г. Матвеева[a], Л.Ж. Никошвили[a], Э.М. Сульман[a], К.В. Юдова[a], Е.М. Клочкова[a] 125
В.А. Стригина, А.С. Скворцов, В.Ю. Долуда, В.Г. Матвеева, Э.М. Сульман 126
А.В. Овчарова[a)], А.В. Сулимов[a)], С.В. Леонтьева[b)], В.Р. Флид[b)], М.А. Трушечкина[c)], М.Р. Флид[c)]..... 127
Н.В. Цирульникова[a)], Е.С. Дерновая[a)], О.Н. Волоснева[b)] 128
В.Н. Цыганков, А.Г. Яковенко, А.Ю. Путин, В.А. Горшков-Кантакузен 129
М.И. Шатирова 130
Е.И. Шиманская, А.А. Степачева, Э.М. Сульман, Ю.В. Луговой 131
УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ 132
ОГЛАВЛЕНИЕ 137

Научное издание
СБОРНИК ТЕЗИСОВ

XXIX Научно-техническая конференция
«ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ, РЕАГЕНТЫ
И ПРОЦЕССЫ МАЛОТОННАЖНОЙ ХИМИИ».
Новосибирск,
28 сентября – 1 октября 2015 г.

Подписано в печать 15.09.2015. Формат 60×84/1/8
Тираж 150 экз. Заказ №

Отпечатано в …

Вс, 27.09	Время	Пн, 28.09	Время	Вт, 29.09	Время	Ср, 30.09	Время	Чт, 01.10	Пт, 02.10
ЗАЕЗД	9.00	РЕГИСТРАЦИЯ	9:00	PL-6 В.И. Салоутин	9:00	PL-9 Е.В. Малыхин	8:45	Регистрация	ОТЪЕЗД
	10.00	ОТКРЫТИЕ	9:40	PL-7 В.Е. Платонов	9:40	PL-10 А.И. Холькин	9:30	КРУГЛЫЙ СТОЛ	
	10:10	PL-1 В.Е. Агабеков	10:20	KL-4 Я.В. Бургарт	10:20	OR-18 Н.С. Смирнова			
					10:35	OR-19 А.Ю. Сидоренко			
	10:50	PL-2 З.Р. Исмагилов	10:50	КОФЕ	10:50	КОФЕ			
			11:10	PL-8 Д.Ю. Мурзин	11:10	PL-11 А.В. Иванов	11:00	КОФЕ	
	11:30	КОФЕ					11:30	PL-12 З.П. Пай	
	11:50	PL-3 В.А. Островский	11:50	KL-5 А.Я. Тихонов	11:50	OR-20 Ч.Н. Барнаков			
					12:05	OR-21 Е.С. Михайлова	12:10	OR-23 В.И. Иваненко	
			12:20	KL-6 С.Л. Иоффе	12:20	OR-22 Т.А. Мамедова	12:25	OR-24 М.В. Еделева	
	12:30	KL-1 Б.Н. Кузнецов			12:35	ОБЕД	12:40	OR-25 Д.А. Филатов	
			12:50	OR-7 В.Н. Конев			13:00	ОБЕД	
	13:00	ОБЕД	13:05	ОБЕД					
	14:30	PL-4 В.М. Фарзалиев	14:30	KL-7 А.В. Колотаев	13:45	ЭКСКУРСИЯ	14:30	PL-13 С.В. Сысолятин	
			15:00	OR-8 Л.Л. Гогин					
	15:10	OR-1 П.Е. Прохорова	15:15	OR-9 В.С. Ященко			15:10	OR-26 Е.В. Королева	
	15:25	KL-2 Е.Г. Жижина	15:30	OR-10 О.Г. Альтшулер			15:25	OR-27 А.Е. Гражданников	
			15:45	OR-11 В.Ю. Куксёнок			15:40	OR-28 А.В. Шпатов	
	15:55	OR-2 Р.М. Мироненко	16:00	OR-12 Ю.А. Родикова			15:55	КОФЕ	
	16:10	OR-3 А.И. Сидоров	16:15	КОФЕ					
	16:25	OR-4 А.Л. Нуждин					16:25	KL-8 И.Л. Симакова	
	16:40	КОФЕ	16:40	OR-13 Д.Ю. Ющенко					
			16:55	OR-14 Ю.В. Ученова			16:55	OR-29 С.А. Приходько	
	17:10	PL-5 А.И. Николаев	17:10	OR-15 Д.П. Иванов			17:10	OR-30 Е.Г. Жижина	
			17:25	OR-16 Ю.С. Демидова			17:30	Закрытие	
	17:50	OR-5 И.И. Новоселов	17:40	OR-17 В.С. Чернявский					
	18:05	OR-6 А.Г. Касиков	18:00	Стендовая сессия					
	18:20	KL-3 А.М. Бескопыльный							
	19:00	ФУРШЕТ			19:00	БАНКЕТ			

Программа конференции