

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Самарский государственный технический университет»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем переработки углеводородов
Сибирского отделения РАН



II РОССИЙСКИЙ КОНГРЕСС
ПО КАТАЛИЗУ

РОСКАТАЛИЗ

2-5 октября 2014 г., Самара

СБОРНИК ТЕЗИСОВ Том II

ISBN 978-5-906376-07-7



9 785906 376077

Новосибирск-2014

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Самарский государственный технический университет»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Толчьева РАН

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем переработки углеводородов
Сибирского отделения РАН

II Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ»

2 - 5 октября 2014 г.

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

Том II

Новосибирск-2014

УДК 554.47+66.097

ББК 24.54

P75

P75 **II Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ»** [Электронный ресурс]: тезисы докладов конгресса, 2-5 октября 2014, Самара / ИК СО РАН. – Новосибирск: Институт катализа СО РАН, 2014.
– 1 USB-флеш-накопитель. ISBN 978-5-906376-07-7

В надзаг.:

- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН, Новосибирск
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет», Самара
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва
- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Москва
- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва
- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем переработки углеводородов Сибирского отделения РАН, Омск

Том II Сборника включает тезисы стендовых и заочных докладов:

Секция 1. Физико-химические основы катализа

Секция 2. Научный основы производства катализаторов

Секция 3. Перспективные каталитические процессы

Секция 4. Промышленные катализаторы и каталитические процессы

Симпозиум 1. “Углеродные материалы и композиты на их основе”

Симпозиум 2. “Малотоннажная химия: состояние и перспективы”

УДК 554.47+66.097

ББК 24.54

©Институт катализа СО РАН, 2014

ISBN 978-5-906376-07-7

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНГРЕССА

- ❑ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН, Новосибирск
- ❑ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет», Самара
- ❑ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва
- ❑ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Москва
- ❑ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва
- ❑ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем переработки углеводородов Сибирского отделения РАН, Омск



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



*НП «Национальное
каталитическое
общество»*



*Правительства
Самарской
области*

При финансовой поддержке



Российский фонд фундаментальных исследований

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ОАО "НК "Роснефть"

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



СДНОРС
НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ ХОЛДИНГ

Нефтехимический холдинг САНОРС

СЕРЕБРЯНЫЙ СПОНСОР:



ЗАО "Хальдор Топсе"



ОАО "СИБУР Холдинг"



лабораторное оборудование

ООО "Промэнерголаб"



КуйбышевАзот

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

ОАО "КуйбышевАзот"



ООО "Сервис-центр "ХромоСиб"



Компания ТехноИнфо Лтд.



Фармконтракт
группа компаний

ГК "Фармконтракт"



SPECS Surface Nano Analysis
GmbH

СПОНСОР:



ООО "Брукер"



ОАО "Газпромнефть-ОНПЗ"



ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

ЗАО «ЭПАК-Сервис»



ООО «Болид»



ООО "Салаватский
катализаторный завод"



K-Системы

ООО «Каталитические
Системы»



ООО «Петролеум Технолджи»



ООО "Сигм плюс
инжиниринг"



Омск Карбон
Групп

ООО «Омсктехуглерод»



ООО "Элемент"



ООО "Реолгрейд сервис"

Общество с ограниченной ответственностью
"Реолгрейд сервис"



ООО «РИОС – Инжиниринг»

Сервис-оператор
Конгресса: ООО
"Дескриптор", Самара



Информационная поддержка

Журнал «Кинетика и катализ»

Журнал «Катализ в промышленности»

Журнал «НЕФТЬ. ГАЗ. НОВАЦИИ»

СОВЕТ КОНГРЕССА

В.Н. Пармон, академик РАН

*Научный совет по катализу ОХМН РАН,
Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

Члены совета:

С.М. Алдошин, академик РАН

Президиум РАН, Москва

А.А. Берлин, академик РАН

ИХФ РАН, Москва

В.И. Бухтияров, член-корр. РАН

Президиум СО РАН, Новосибирск

Д.Е. Быков, д.т.н.

СамГТУ, Самара

М.Б. Грязнов

Департамент переработки нефти и газа

Министерство энергетики РФ, Москва

А.Г. Дедов, член-корр. РАН

РГУ нефти и газа, Москва

У.М. Джемилев, член-корр. РАН

Президиум УНЦ РАН, Уфа

М.П. Егоров, академик РАН

ИОХ РАН, Москва

В.П. Иванов, к.т.н.

Российский Союз химиков, Москва

З.Р. Исмагилов, член-корр. РАН

ИУХМ СО РАН, Кемерово

С.В. Калюжный, д.х.н.

ОАО «РОСНАНО», Москва

В.М. Капустин, д.т.н.

ОАО «ВНИПИНефть», Москва

В.А. Лихолобов, член-корр. РАН

Президиум ОНЦ СО РАН, Омск

В.В. Лунин, академик РАН

Московский государственный университет

имени М.В. Ломоносова, Москва

ИНХС РАН, Москва

А.Л. Максимов, д.х.н.

ООО «Газпром-ВНИИГАЗ», Москва

А.В. Мамаев, к.т.н.

Правительство Самарской области, Самара

Н.И. Меркушкин

ОАО «НК «Роснефть», Москва

В.Д. Миловидов

ИОНХ РАН, Москва

И.И. Моисеев, академик РАН

ИК СО РАН, Новосибирск

А.С. Носков, д.т.н.

РФФИ, Москва

В.Я. Панченко, академик РАН

СамГТУ, Самара

А.А. Пимерзин, д.х.н.

ОАО «Сибур Холдинг», Москва

В.В. Разумов

Ассоциация нефтепереработчиков и

нефтехимиков России, Москва

В.А. Рябов

ИОФХ РАН, Казань

О.Г. Синяшин, академик РАН

ИОХ РАН, Москва

А.Ю. Стахеев, д.х.н.

«ГНИИХТЭОС», Москва

П.А. Стороженко, член-корр. РАН

ИриХ СО РАН, Иркутск

Б.А. Трофимов, академик РАН

ИНХС РАН, Москва

С.Н. Хаджиев, академик РАН

ИОС УрОРАН, Екатеринбург

В.Н. Чарушин, академик РАН

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатель: академик В.Н. Пармон

Сопредседатель: академик В.В. Лунин

Сопредседатель: академик С.Н. Хаджиев

Секция 1. Физико-химические основы катализа

Чл.-корр. В.И. Бухтияров, ИК СО РАН, Новосибирск – координатор

Д.х.н. И.И. Иванова, МГУ, Москва

К.х.н. Я.В. Зубавичус, ИХЭОС РАН, Москва

Д.х.н. А.Ю. Стахеев, ИОХ РАН, Москва

Д.х.н. В.Н. Корчак, ИХФ РАН, Москва

Секция 2. Научные основы производства катализаторов

Чл.-корр. В.А. Лихолобов, ИППУ СО РАН, Омск – координатор

Д.х.н. М.В. Цодиков, ИНХС РАН, Москва

Д.х.н. А.А. Пимерзин, СамГТУ, Самара

К.х.н. Н.Г. Зубрицкая, ФГУП РНЦ «Прикладная химия», Санкт-Петербург

Д.х.н. А.С. Иванова, ИК СО РАН, Новосибирск

Секция 3. Перспективные каталитические процессы

Д.х.н. А.Л. Максимов, ИНХС РАН, МГУ, Москва – координатор

Чл.-корр. С.Д. Варфоломеев, ИБХФ РАН, МГУ, Москва

Д.х.н. Б.Н. Кузнецов, ИХХТ СО РАН, Красноярск

Д.х.н. В.И. Савченко, ИПФХ РАН, Черноголовка

Чл.-корр. РАН А.Б. Ярославцев, ИНХС РАН, Москва

Секция 4. Промышленные катализаторы и каталитические процессы

Д.т.н. А.С. Носков, ИК СО РАН, Новосибирск – координатор

Д.х.н. А.С. Белый, ИППУ СО РАН, Омск

Д.т.н. В.М. Капустин, ОАО «ВНИПИНефть», Москва

К.т.н. А.Н. Шакун, ОАО НПП «Нефттехим», Краснодар

Д.т.н. Р.С. Яруллин, ОАО «Татнефтехиминвест – холдинг», Казань

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатель: А.С. Носков, ИК СО РАН, Новосибирск

Сопредседатель: Д.Е. Овчинников, Правительство г. Самары

Сопредседатель: А.А. Пимерзин, СамГТУ, Самара

Сопредседатель: Е.С. Локтева, МГУ, Москва

Сопредседатель: А.В. Лавренов, ИППУ СО РАН, Омск

Рабочая группа: Н.Ю. Адонин, А.С. Иванова, А.Н. Загоруйко, В.В. Каичев (ИК СО РАН); А.С. Белый (ИППУ СО РАН); Л.А. Замараева (МБНФ им. К.И. Замараева); Е.В. Суслова (МГУ)

Секретариат конгресса: Л.Я. Старцева (ИК СО РАН, Новосибирск); П.А. Никульшин (СамГТУ, Самара); Т.В. Соболева (ИНХС РАН), О.В. Турова (ИОХ РАН), Москва

Техническая группа:

Новосибирск: Н.С. Крылова, М.А. Клюса, А.А. Брылякова (ИК СО РАН)

Самара: Е.Е. Вишневская, Д.И. Ишутенко, С.В. Портнова (СамГТУ)

Москва: Е.В. Голубина (МГУ), О.А. Пахманова (ИНХС РАН)

Омск: Д.А. Шляпин (ИППУ СО РАН)



СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

Секция 1. Физико-химические основы катализа
С1 СД-01 ÷ С1 СД-41

Секция 2. Научные основы производства катализаторов
С2 СД-01 ÷ С2 СД-37

Секция 3. Перспективные каталитические процессы
С3 СД-1 ÷ С3 СД-48

Секция 4. Промышленные катализаторы и каталитические процессы
С4 СД-01 ÷ С4 СД-16

Симпозиум 1. «Углеродные материалы и композиты на их основе»
Симп.1 СД-01 ÷ Симп.1 СД-08

Симпозиум 2. «Малотоннажная химия: состояние и перспективы»
Симп.2 СД-01 ÷ Симп.2 СД-08

Новые данные о процессах, протекающих на поверхности кремния в ходе «прямого» синтеза триэтоксисилана

Адонин Н.Ю.¹, Приходько С.А.¹, Шабалин А.Ю.¹, Просвирин И.П.¹,
Зайковский В.И.^{1,2}, Кочубей Д.И.¹, Монин Е.А.³, Быкова И.А.³,
Мартынов П.О.³, Русаков С.Л.³

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет, Новосибирск*

³*ФГУП «ГНИИХТЭОС», Москва
adonin@catalysis.ru*

Понимание процессов, протекающих на поверхности кремния на протяжении всех стадий «прямого» синтеза, является важной предпосылкой для усовершенствования существующих способов проведения «прямого» синтеза алкоксисиланов. В настоящей работе были приготовлены две серии образцов контактной массы, наиболее показательных для ключевых стадий «прямого» синтеза триэтоксисилана: а) после активации водородом смеси металлургического кремния и CuCl (первая ступень активации) (стадия 1); б) после выдерживания контактной массы в токе аргона (вторая ступень активации) (стадия 2); в) контактной массы в момент наивысшей скорости «прямого» синтеза триэтоксисилана (стадия 3); д) контактной массы после затухания реакции «прямого» синтеза (стадия 4). Для приготовления указанных серий контактных масс использовалась 5 и 20 вес. % хлористой меди в исходной смеси с кремнием.

Полученные образцы контактной массы были исследованы методами электронной микроскопии (включая энергодисперсионный анализ), рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, рентгенофазового анализа и EXAFS спектроскопии.

Анализ полученных данных позволил предположить механизм взаимодействия кремния со спиртом, иллюстрирующий роль растворителя в процессе и удовлетворительно объясняющий наблюдаемые экспериментальные факты.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Проект № 13-03-12246 офи_м).

Селективная дезактивация активных центров поверхности скелетного никеля

Афинеевский А.В., Лукин М.В.

*ФГБОУ ВПО Ивановский государственный
химико-технологический университет, Иваново
luckmv@mail.ru*

Данная работа направлена на разработку метода селективной дезактивации определённых активных центров поверхности скелетного никеля с помощью сульфида натрия. Целенаправленную частичную дезактивацию проводили предварительной обработкой катализатора сульфидом натрия согласно [1].

Результаты экспериментов показали, что варьированием количества гидроксида натрия в использованных трёхкомпонентных растворах вода - алифатический спирт - гидроксид натрия можно изменять селективность дезактивации определённых центров поверхности, что, по всей видимости, будет выражаться в количественном перераспределении индивидуальных форм адсорбированного водорода на поверхности скелетного никеля. В этом случае, при низких концентрациях гидроксида натрия до 0,01М из зоны реакции выводятся центры с малыми энергиями связи водород-металл, а увеличение концентрации гидроксида натрия до 0,1М приводит к обращению зависимости и блокированию центров с высокими энергиями связи. Однако дальнейший рост содержания NaOH, усложняя характер дезактивации, делает его переменным.

Таким образом, целенаправленная дезактивация, оказывая непосредственное действие на адсорбционное равновесие различных форм водорода, позволяет регулировать как активность, так и селективность скелетного никеля в исследуемых процессах.

Работа выполнена в лаборатории адсорбционных процессов и гетерогенного катализа НИИ ТУХХП ФГБОУ ВПО ИГХТУ

Литература:

[1] Лукин М.В., Прозоров Д.А., Улитин М.В., Вдовин Ю.А.//Кинетика и катализ.2013.т.54. № 4. с. 434

Сравнение свойств катализаторов на основе рутения в реакции изотопного обмена водорода

Боева О.А.¹, Сергеев М.О.¹, Жаворонкова К.Н.¹, Ревина А.А.²

¹*Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева, Москва*

²*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина
РАН, Москва
Mihail-Ol-Sergeev@yandex.ru*

Каталитические свойства рутениевых катализаторов тестировались в реакциях дейтеро-водородного обмена и орто-пара конверсии протия. Наночастицы Ru получены двумя способами: 1) химическим восстановлением в обратных мицеллах, представляющих собой трёхкомпонентную систему водный раствор Ru(OH)Cl₃/АОТ/изооктан; размеры НЧ определялись на АСМ; 2) пропитка носителей солями Ru(acac)₃, Ru(OH)Cl₃ с последующим восстановлением их в токе водорода. Наночастицы высаживались на γ -Al₂O₃ (ШН и Трилистник), сибунит (С) и твёрдый раствор Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O_{1,88}. Кроме того исследованы сплошные плёнки рутения, полученные вакуумным напылением на стекло.

Сравнение активностей проведено в зависимости от размера частиц рутения, массового процента нанесения металла, природы и типа носителя, а также от способов получения каталитических систем.

Показано, что в диапазоне от 1 нм до 8 нм каталитическая активность Ru увеличивается с ростом размеров НЧ. С увеличением массового содержания металла наблюдается максимум активности в районе 1 масс.%. Рутений, нанесённый на γ -Al₂O₃, имеет более высокую активность, чем нанесённый на Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O_{1,88}. При температуре 77 К активность Ru-систем располагается в следующем ряду:

НЧ Ru (d=8 нм) > 1 масс.% Ru/ γ -Al₂O₃ > плёнка Ru > 1 масс.% Ru/Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O_{1,88} > Ru(OH)Cl₃.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 11-03-90738, 09-08-00758.

С1 СД-04

**Физико-химические особенности реакций
гетерогенного катализа
на наноструктурированных катализаторах**

Буланова А.В., Шафигулин Р.В., Митина Е.Г.
Самарский государственный университет, Самара
shafiro@mail.ru

Рассмотрены физико-химические особенности наноструктурированных систем в реакциях гидрирования бензола с использованием различных катализаторов, содержащих наночастицы никеля и меди, полученных различными методами. Рассчитаны энергия Гиббса, энтальпия и энтропия сорбции различных классов органических - алканов, алкенов, ароматических углеводов, спиртов, кетонов. Изучение кинетики реакции гидрирования октена-1 и бензола с использованием катализаторов, содержащих наночастицы никеля и меди, показало, что размер наночастиц и природа «соседей» существенным образом определяют их каталитическую активность.

Элементный состав поверхности промышленных алюмооксидных катализаторов дегидратации 1-фенилэтанола

Васильев В.А., Каралин Э.А., Харлампида Х.Э.

ФГБОУ ВПО КНИТУ, Казань
viktormemfis@mail.ru

Натрий является единственным из щелочных и щелочно-земельных металлов, содержание которого регламентируется нормативными документами отечественных и зарубежных производителей оксидов алюминия. Однако, проведенный нами качественный анализ наружной поверхности промышленных катализаторов дегидратации 1-фенилэтанола методом РФА (рентгено-флуоресцентный анализ) показал наличие калия и кальция, которые, как и натрий, являются каталитическими ядами для твердых кислот [1]. Результаты количественного анализа методом пламенной фотометрии образцов промышленного оксида алюминия марки АОК-63-22К (ОАО «СКТБ «Катализатор», г. Новосибирск, Россия) из различных партий (выпуск 2008 – 2013 гг.) приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Поверхностная концентрация элементов, мкмоль/г

Элемент	Год			
	2008	2009	2012	2013
Na	27,5 – 30,5	33,5 – 35,5	25,4 – 39,2	34,4 – 40,9
K	2,8 – 3,0	3,6 – 3,8	2,9 – 4,1	3,7 – 5,6
Ca	1,1 – 1,2	1,5 – 1,6	0,9 – 2,5	1,9 – 3,6

Как видно, количество калия и кальция на поверхности катализаторов достаточно велико – в среднем суммарное содержание этих катионов составляет порядка 15 % от концентрации натрия. Полагаем, что потребителям целесообразно учитывать влияние данных катионов на каталитическую (дегидратирующую) активность.

Литература:

[1] В.А. Васильев, Д. В. Вафин, К.Ю. Парашук, Э.А. Каралин, *Вестник Казанского технологического университета*. – 2012. - Т. 15. - № 16. – С. 48 - 49.

Биоморфные системы на основе оксидов меди, церия и циркония в низкотемпературном окислении СО

Голубина Е.В., Локтева Е.С., Каплин И.Ю., Маслаков К.И.

*Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва
golubina@kge.msu.ru*

В работе получены системы $\text{Ce}_x\text{Zr}_y\text{O}_2$ и $\text{CuO-Ce}_x\text{Zr}_y\text{O}_2$, различающиеся способом введения меди. Для создания развитой текстуры в качестве темплата использовали либо древесные опилки, либо бромид цетилтриметиламмония. Методами РФА и РФЭС установлено, что биоморфные образцы представляют собой смешанные оксиды церия и циркония различного состава, а медь входит в состав в виде оксида меди (II) с примесью оксида меди (I).

Установлено, что биоморфные образцы проявляют высокую активность в реакции окисления СО и стабильно работают в циклах повышения-понижения температуры от 50 до 450°C. Модификация оксидом меди позволила увеличить активность в низкотемпературной области, причем способ синтеза влияет на величину активности. Катализатор $\text{CuO-Ce}_{0.7}\text{Zr}_{0.3}\text{O}_2$, полученный одновременным осаждением предшественников всех компонентов, проявляет большую каталитическую активность по сравнению с образцом, полученным пропиткой $\text{Ce}_{0.7}\text{Zr}_{0.3}\text{O}_2$ ацетатом меди с последующим прокаливанием: при температуре 100°C конверсия СО составляет 30 и 0%, соответственно.

Одной из причин повышенной каталитической активности биоморфных образцов является различие в пористой структуре. Использование древесных опилок обеспечивает в оксидном образце широкое распределение пор по размерам (от 2 до 10 нм). При синтезе с органическим темплатом распределение пор по размерам узкое с максимумом при 2 нм.

Настоящая работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 13-03-00613) с использованием оборудования, приобретенного из средств Программы развития Московского университета.

Синтез катион-замещенных низкомолекулярных цеолитов с использованием механических или ультразвуковых воздействий

Гордина Н.Е., Теплякова Н.М., Прокофьев В.Ю.

*Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново
gordina@isuct.ru*

Нефтехимическая и газоперерабатывающая отрасли в качестве катализаторов и сорбентов потребляют большое количество цеолитов, причем максимальным спросом пользуются катион-замещенные формы цеолитов. Следовательно, эффективные способы синтеза гранулированных катион-замещенных форм цеолитов представляется весьма актуальной задачей как для производителей цеолитов, так и для отраслей потребляющих эту продукцию.

В работах [1, 2] нами было показано, что использование предварительной механохимической обработки смеси метакаолина и твердого гидроксида натрия позволяет синтезировать цеолиты уже на стадии термической обработки гранул. Это позволило провести финальную гидротермальную кристаллизацию в растворах, которые содержат катионы калия, кальция, магния, железа и др., что дало возможность синтезировать соответствующие формы цеолитов, исключив стадию катионного обмена.

Литература:

[1] *Prokof'ev V.Yu. et al.* // J. Mater. Sci. 2013. Vol. 48. P. 6276.

[2] *Прокофьев В.Ю., Гордина Н.Е.* // Журн. прикл. химии. 2013. Т. 86. № 3. С. 360.

Исследование электрогенерации и электроокисления молекулярного водорода, катализируемых клатрохелатными комплексами кобальта и железа (II) в электрохимических системах с ТПЭ

Григорьев С.А.¹, Долганов А.В.², Белов А.С.², Волошин Я.З.²

¹*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования*

"Национальный исследовательский университет "МЭИ", Москва

²*Институт элементоорганических соединений имени А.Н. Несмеянова РАН, Москва*

sergey.grigoriev@outlook.com

Разработаны оригинальные методики синтеза электрокаталитических систем на основе клеточных клатрохелатных комплексов кобальта и железа (II) для электроокисления и электрогенерации молекулярного водорода в электрохимических системах с твердым полимерным электролитом (ТПЭ). В качестве инновационных подходов использованы как ковалентное связывание каталитических металлоцентров с поверхностью газодиффузионного электрода гибким спейсерным фрагментом, так и сильная физическая сорбция с использованием полиароматических терминальных заместителей. Приводятся данные о механизме и кинетике реакций электрогенерации и электроокисления молекулярного водорода в системе с ТПЭ. Обсуждаются результаты структурных и электрохимических исследований клатрохелатных электрокаталитических систем, а также результаты их испытаний в составе электролизера воды и топливного элемента с ТПЭ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части государственного задания № 2014/123 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности.

Взаимодействие аммиака с борорганическими наночастицами

Гришин М.В., Гатин А.К., Дохликова Н.В., Колченко Н.Н.,
Слуцкий В.Г., Харитонов В.А., Шуб Б.Р.

*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва
mvgrishin68@mail.ru*

Исследованы каталитические свойства борорганических наночастиц (БОН) состава $(C_2B_{10}H_4)_n$, синтезированных из карборана $C_2B_{10}H_{12}$ и нанесенных на поверхность высокоупорядоченного пиролитического графита (ВУПГ) и диоксида кремния. Установлено, что при $T=700$ К в присутствии БОН наблюдается распад молекул аммиака. Однако каталитический эффект в для БОН, нанесенных на ВУПГ, выражен сильнее, чем для БОН, нанесенных на SiO_2 .

Спектрометрия туннельного тока, для единичных БОН после их взаимодействия с аммиаком при $T = 700$ К, не выявила существенных изменений по сравнению с аналогичными измерениями до начала эксперимента, что свидетельствует о сохранении электронного строения БОН. По результатам топографических измерений в СТМ и АСМ не обнаружено также и существенных изменений в структуре и расположении кластеров БОН после их экспозиции в аммиаке при указанной температуре.

Показанная на примере аммиака возможность БОН катализировать химические реакции установлена впервые.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты №№ 12-03-01021, 13-03-00391, 12-03-00176, 14-03-00156, 14-03-31068.

Активность золотосодержащих катализаторов в конкурентном гидрировании монотерпеноидов

Демидова Ю.С.¹, Суслов Е.В.², Симакова О.А.³, Симакова И.Л.¹,
Волчо К.П.², Салахутдинов Н.Ф.², Мурзин Д.Ю.⁴

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский институт органической химии СО РАН, Новосибирск*

³*Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA*

⁴*Abo Akademi University, Turku/Åbo, Finland*

yulia.s.demidova@gmail.com

В последние годы значительно возрос интерес к использованию золотых катализаторов для превращения компонентов биомассы в ценные соединения, имеющие широкий спектр применения в фармацевтической, пищевой и парфюмерной промышленности. Одной из актуальных проблем тонкой органической химии по-прежнему остается разработка эффективных методик региоселективного гидрирования. Целью данной работы является исследование реакции конкурентного гидрирования различных функциональных групп в монотерпеноидах природного происхождения в присутствии золотосодержащих катализаторов.

Реакцию жидкофазного гидрирования карвона и его производных проводили в автоклаве в присутствии Au/TiO₂ при температуре 100°C и p(H₂)=9 атм с использованием протонных растворителей [1]. Впервые обнаружена высокая активность Au/TiO₂ катализатора в реакции региоселективного гидрирования сопряженной с карбонильной группой двойной С=С связи в присутствии несопряженной олефиновой двойной связи. Показано, что скорость гидрирования возрастает в ряду: изопропанол<этанол<метанол, что коррелирует с величиной ε. Предложена схема механизма реакции. Найдены условия селективного гидрирования карвона в дигидрокарвон, обеспечивающие выход целевого продукта ~60%, 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. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cattod.2014.03.053>.

Кинетика и механизм каталитического окисления 4-трет-бутилфенола водными растворами H_2O_2 в присутствии титаносиликатов

Еникеева Л.В.

*Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа
leniza.enikeeva@gmail.com*

Селективное окисление фенола представляет большой интерес с точки зрения образования практически ценных продуктов – гидрохинона и пирокатехина. Данная работа является частью работы, посвященной исследованиям в области окисления фенолов водными растворами пероксида водорода в присутствии металлосиликатов.

Для первоначальной оценки активности титаносиликатных катализаторов в реакциях окисления органических соединений мы использовали реакцию разложения H_2O_2 в отсутствие субстрата [1]. Нами изучена каталитическая активность металлосиликатов в реакции разложения H_2O_2 : вычислены кажущиеся энергии активации реакции в присутствии различных образцов металлосиликатов, предложено выражение для скорости реакции, которое показывает хорошее согласие с опытными данными, выполнена проверка модели на адекватность.

Построен ряд каталитической активности [2] исследуемых образцов в реакции разложения перекиси водорода.

Осуществлен переход к изучению реакции окисления третбутилфенола водными растворами H_2O_2 . Предложена схема реакции, вычислены кинетические параметры реакции.

Литература:

- [1] *Трухан Н.Н.* Исследование реакций селективного окисления органических соединений пероксидами в присутствии титан- и ванадий-содержащих мезопористых силикатных катализаторов. // Дис. канд. хим. наук. Новосибирск, 2003. -129 с.
- [2] *Боресков Г.К.* Количественная характеристика каталитической активности // Всесоюзное совещание по методам определения активности катализаторов: тезисы докл. - Киев, 1961. - С.4-5.

**Исследование каталитической активности
нано-TiO₂ различной модификации и
дисперсности в реакциях получения сложных
эфиров циклических карбоновых кислот**

Зейналов Э.Б., Садиева Н.Ф., Искендерова С.А., Агаев Б.К.,
Алиева А.З., Керимов П.М., Алескерова О.М., Нуриев Л.Г.,
Гаджиев Т.П., Насибова Г.Г.

*Институт нефтехимических процессов
им. Ю.Г. Мамедалиева, НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
aygunphd@gmail.com*

В работе приводится исследование в сравнительном плане каталитической активности нано-TiO₂ различных модификаций (анатаз и рутил) и дисперсности (PC-105 (15-25 нм), L-181(17 нм); Degussa P-25 (25нм) и ShowaDenko (70 нм) в реакциях этерификации природных и синтетических нефтяных кислот, α-нафтил уксусной кислоты и двухатомных алифатических спиртов. Изучено влияние дисперсности, площади поверхности, числа активных центров и концентрации используемых катализаторов на ход реакции этерификации конечный выход целевых эфиров при разном мольном соотношении кислот и спиртов. Было установлено, что наиболее эффективным из применяемых катализаторов является DegussaP-25 (выход эфиров составляет 90-95%), который к тому же может быть повторно использован до 10-12 раз. Для исследования состояния катализаторов до и после реакции были использованы методы рентгенофазного анализа и электронной микроскопии (ПЭМ). Синтезированные эфиры идентифицированы спектральными (ИК, ЯМР) и стандартными аналитическими и физико-химическими методами. Рассмотрены новые области применения эфиров.

Разработка воспроизводимой методики контроля дисперсности металла в катализаторах Rh/TiO₂ и Rh/Al₂O₃

Иноземцева Е.А.^{1,2}, Худорожков А.К.^{1,2}, Просвирин И.П.^{1,2},
Бухтияров В.И.^{1,2}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет, Новосибирск
lai@catalysis.ru*

Каталитические свойства нанесенных катализаторов на основе платиновых металлов зависят не только от содержания и природы активного компонента, но и в значительной степени от дисперсности активного компонента и характера взаимодействия с носителем, которые можно регулировать условиями эксперимента при приготовлении катализаторов.

Целью данной работы является создание воспроизводимой методики контроля размера частиц нанесенных родиевых катализаторов на основе диоксида титана и оксида алюминия.

С целью направленного регулирования размеров частиц нанесенного родия были разработаны способы приготовления азотно- и уксуснокислых растворов бесхлоридных предшественников. Исследовано влияние природы предшественника и параметров температурной обработки на дисперсность частиц родия. На основании полученных данных сделаны первичные выводы о влиянии используемого предшественника и параметров приготовления на дисперсность частиц металла в катализаторах Rh/TiO₂, Rh/Al₂O₃.

Таким образом, была получена серия родиевых катализаторов на оксиде титана и алюминия с варьируемым размером частиц Rh. Данные образцы использованы для изучения эффекта индуцированной параводородом поляризации ядер (ИППЯ), а также исследованы в реакции полного окисления метана.

Работа выполнена в рамках совместного Научно-образовательного центра энергоэффективного катализа Новосибирского государственного университета и Института катализа им. Г. К. Борескова, а также при финансовой поддержке Президента РФ (Грант Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ РФ НШ-5340.2014.3)

Изучение активации металлических катализаторов синтеза многослойных углеродных нанотрубок

Красников Д.В.^{1,2}, Кузнецов В.Л.^{1,2}, Шмаков А.Н.^{1,2}, Селютин А.Г.¹,
Ищенко А.В.¹

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет, Новосибирск*
krasnikovdmitry@gmail.com, kuznet@catalysis.ru

Синтез многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) методом химического осаждения углерода из газовой фазы на поверхности металла (CCVD) является уникальным каталитическим процессом. Его особенностями являются:

- драматическое (до 400 раз) изменение объема каталитической системы (катализатор + МУНТ), что приводит к существенным ограничениям при организации синтеза и исследовании процесса
- образование на одном активном центре катализатора двух интерфейсов химических реакций. Первый отвечает за разложение углеводородного субстрата, второй – за встраивание углерода в структуру МУНТ
- обеспечение активной частицей транспорта углеродных интермедиатов от первого интерфейса ко второму за счет концентрационного градиента
- конкуренция процессов спекания активного компонента и его параллельного пересыщения углеродом до достижения критического радиуса зародыша МУНТ при активации катализатора.

Несмотря на то, что в настоящий момент нет общепринятого механизма роста МУНТ, наличие вышеописанных стадий считается общепринятым. В настоящей работе изучалось влияние условий проведения активации (температура, давление и состав исходных газов, тип и состав катализатора) на скорость роста и свойства МУНТ. На основании полученных результатов была построена кинетическая модель активации катализатора, которая хорошо объясняет экспериментальные данные и позволяет варьировать свойства МУНТ на самых ранних стадиях роста.

Работа выполняется при финансовой поддержке субсидии Министерства образования и науки РФ № 14.607.21.0046

Исследование нанесенных золотых катализаторов методом малоуглового рентгеновского рассеяния

Ларичев Ю.В.¹, Пырьев П.А.¹, Мороз Б.Л.^{1,2}, Бухтияров В.И.^{1,2}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет, Новосибирск
ylarichev@gmail.com*

Известно, что нанесенные частицы металлического золота обладают высокой каталитической активностью во многих реакциях при условии, что размер этих частиц не превышает 5 нм. В высокодисперсных катализаторах Au/носитель часть золота может присутствовать в виде крупных каталитически неактивных частиц. Это особенно характерно для систем Au/C, поскольку поверхность углеродных носителей способна восстанавливать различные соединения золота, применяемые в роли прекурсоров, с образованием грубодисперсных частиц металла. При исследовании таких «бидисперсных» катализаторов с помощью ПЭМ, получают сильно заниженные значения, так как число крупных частиц мало, и они крайне редко попадают в поле зрения. Дифракционное определение нечувствительно к частицам металла с $d_i < 3$ нм. В результате возможны ошибки в оценке дисперсности золота в катализаторах и эффективности методик их приготовления. В данной работе для определения среднего размера частиц золота в катализаторах Au/носитель впервые применен метод малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) с использованием методики полного контраста. Показано, что этот вариант МУРР, детектируя одновременно и мелкие, и крупные частицы Au, позволяет определить средний размер частиц с большей достоверностью, чем ПЭМ или рентгеновская дифракция, и способен заменить собой совместное применение этих методов для оценки дисперсности Au катализаторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №№ 14-03-31851 мол_а и 13-03-12178 офи_м, а также гранта Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ РФ (НШ-5340.2014.3).

**Расчетные и экспериментальные свидетельства
возможности активации H_2 на дефектном
графеновом покрытии металл-углеродных
нанокомпозитов $Fe@C$ и $Ni@C$**

Локтева Е.С.¹, Ерохин А.В.¹, Ермаков А.Е.², Уймин М.А.²,
Бухвалов Д.В.³, Голубина Е.В.¹, Маслаков К.И.¹

¹*Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Москва*

²*Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург*

³*School of Computational Studies, Korea Institute for
Advanced Study, (KIAS), Seoul, Republic of Korea*

LES@kge.msu.ru

На основании расчетов методом DFT для одного и трех слоев графена найдено, что присутствие структурных дефектов и переходного металла (Fe, Ni) в подповерхностном слое обеспечивает снижение энергии диссоциации водорода. В качестве модельной системы изучены нанокомпозиты $Fe@C$ и $Ni@C$ со структурой металлическое ядро – графеновая оболочка, полученные с помощью разновидности CVD метода. Методами ТПВ, РФЭС, КР-спектроскопии, ПЭМ установлено, что углеродная оболочка композитов образована дефектными графеновыми слоями, а наночастицы имеют размеры около 4 нм и включают преимущественно $Me(0)$ (более 70%). Показана высокая активность композитов в гидрировании фенилацетилена (ФА) и высокая селективность $Fe@C$ по стиролу (86% при 99% конверсии ФА при 300°C). Исследование каталитической активности после удаления из нанокомпозитов всего окисленного металла, а также эксперименты по гидрированию ФА смесью водорода с дейтерием дали основания обсуждать возможность диссоциативной адсорбции водорода на дефектном графеновом покрытии в присутствии переходного металла в подповерхностном слое.

Работа поддержана РФФИ (гранты № 14-02-00032а и № 14-03-00949), Президиумом РАН (№12-П-234-2003 и №12-П-2-1050) и УрО РАН (№13-24-010-УМА) и выполнена с использованием оборудования, приобретенного из средств Программы развития Московского университета, и при компьютерной поддержке KIAS.

Строение и каталитические свойства «корочковых» PdNi катализаторов, полученных лазерным электродиспергированием сплава

Локтева Е.С.¹, Ростовщикова Т.Н.¹, Голубина Е.В.¹, Маслаков К.И.¹,
Явсин Д.А.², Ермаков А.Е.³

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

²ФТИ имени А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург

³Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург
rtn@kinet.chem.msu.ru

Методом лазерного электродиспергирования [1] Pd_{0.35}Ni_{0.65} сплава на поверхности Al₂O₃, ВОПГ и Сибунита получены «корочковые» покрытия, включающие, по данным РФЭС, преимущественно наночастицы Ni(OH)₂ и PdO, причем доля Ni на поверхности в несколько раз превосходит его содержание в исходном сплаве. Состояние Ni в таких катализаторах в восстановительной атмосфере не изменяется вплоть до температуры 450°C, а Pd переходит в металлическое состояние лишь частично, в отличие от монометаллического Pd аналога, который полностью восстанавливается при 150°C. Преимущества использования биметаллических PdNi катализаторов продемонстрированы на примерах газофазного гидрохлорирования хлорбензола и селективного гидрирования фенилацетилена. По активности, стабильности и селективности биметаллические образцы с содержанием металлов 0.005% превосходят монометаллические. Высокая активность таких структур определяется, помимо малого размера частиц, их повышенной устойчивостью к агрегации и большим числом контактов частиц Pd и Ni между собой и с материалом подложки, что приводит к изменению электронного состояния металлов и усиливает каталитическую способность.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (13-03-00613) с использованием оборудования, приобретенного за счет средств Программы развития Московского университета.

Литература:

[1] Lokteva E.S., Peristy A.A., Kavalerskaya N.E., etc. //Pure.Appl. Chem. 2012. V. 84. P. 495.

Влияние природы носителя на физико-химические и каталитические свойства NiW катализаторов гидроочистки

Минаев П.П., Куликова М.С., Никульшин П.А., Пимерзин А.А.

*Самарский государственный технический университет, Самара
pavelpminaev@yandex.ru*

Целью работы являлось установление влияния природы носителя на состав активной фазы и каталитическое поведение NiW катализаторов, синтезированных на основе 12-вольфрамфосфорной гетерополикислоты и цитрата никеля в реакциях гидродесульфуризации, гидрирования и гидродеазотирования.

Были синтезированы образцы катализаторов, отличающиеся содержанием активного компонента и природой носителя (Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2). Полученные оксидные и сульфидные образцы охарактеризованы методами низкотемпературной адсорбции азота, ТПВ, ПЭМ ВР и РФЭС. Каталитическое поведение исследовалось в условиях микрокаталитической установки проточного типа.

Было установлено, что при одинаковом содержании металлов максимальную каталитическую активность в гидрообессеривании дибензотиофена, гидрировании нафталина и гидродеазотировании хинолина, имеет образец на основе SiO_2 , что обусловлено более развитой поверхностью в сравнении с другими подложками. В тоже время для образцов с одинаковой плотностью загрузки металлами ($3,3 \text{ ат./нм}^2$) использование оксида титана приводит к существенному увеличению содержания NiWS фазы и обеспечивает более высокую удельную каталитическую активность.

Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России (проект № 2014/199).

Каталитические свойства наночастиц никеля и меди в реакциях гидрирования непредельных углеводородов и бензола

Митина Е.Г., Шафигулин Р.В., Буланова А.В.

*Самарский государственный университет, Самара
shafiro@mail.ru*

Исследованы каталитические свойства наночастиц никеля и меди в реакциях гидрирования октена -1 и бензола с использованием метода газовой хроматографии. Реакции проводили в динамическом и статическом режимах. В первом случае исходные компоненты вводили непосредственно в колонку (импульсный метод); во втором – реакцию гидрирования осуществляли в реакторе. Кинетику изучали, отбирая через определенные промежутки времени пробы и вводя их в хроматограф. Катализаторы представляли собой наночастицы металлов, различными способами нанесенные на инертный носитель. Исследованные катализаторы проявили высокую каталитическую активность как в реакции гидрирования октена-1, так и в реакции гидрирования бензола. Размеры наночастиц никеля от 2 до 4 нм; меди- от 25 до 70 нм.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 13-03-00465 А

Никельсодержащий катализатор для парциального окисления метана

МЫЛТЫКБАЕВА Л.К.¹, ДОСУМОВ К.¹, ЕРГАЗИЕВА Г.Е.²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Центр физико-химических методов исследования, Алматы, Казахстан

²Институт проблем горения, Алматы, Казахстан
Laura.kaden@mail.ru

В работе было исследовано влияние температуры термообработки на величину удельной поверхности никелевого катализатора и на его активность в реакции парциального окисления метана до синтез - газа. Результаты представлены на рисунке 1. Увеличение температуры прокалики с 300 до 1000°C заметно влияет на величину удельной поверхности катализатора, последняя снижается от 173 до 118 м²/г.

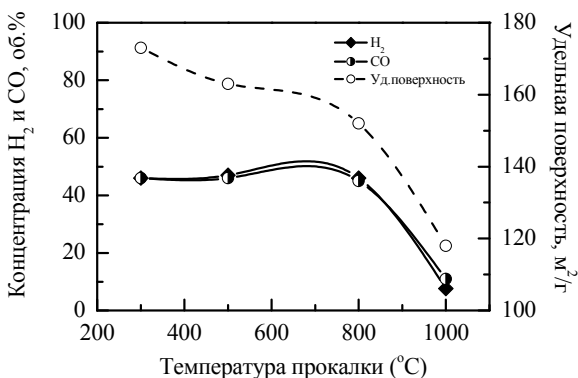


Рисунок 1 - Влияние температуры термообработки на величину удельной поверхности и на каталитическую активность Ni/Al₂O₃

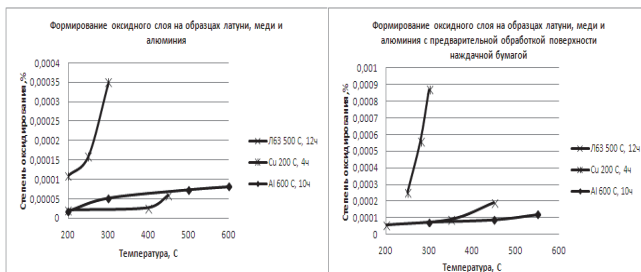
Повышение температуры прокалики от 300 до 800°C незначительно влияет на каталитическую активность катализатора, после прокалики при 1000 °C активность уменьшается в 5,5 раза. Причиной наблюдаемого эффекта является спекание частиц катализатора.

Исследование свойств оксидных пленок металлических катализаторов

Нагурянская Ю.Н.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический Университет), Кафедра общей химической технологии и катализа, Санкт-Петербург
yulchik-n@yandex.ru

Применение катализаторов для управления химизмом процессов окисления имеет большое научное и практическое значение[1]. Механическое воздействие ведет к химическому активированию поверхности металла на контактных точках и инициированию реакций на поверхности. Особый интерес вызывает образование тонких пленок, которые представляют собой уникальные микроструктурные объекты. Механическая обработка проводилась наждачной бумагой с зернистостью Р400, размер зерна 28-40 мкм. Оксидирование образцов проводили в электропечи типа СУОЛ в температурном интервале 200-600 °С. Анализ кривых оксидирования (рис. 1) показывает, что удельная масса оксидной пленки для меди, например, за 2 ч при изменении температуры с 200 до 400 °С увеличилась на 0,4 г/м², а за 4 ч – на 1,5 г/м². Материал во всех случаях оксидирования сохранил форму, а сплав – твердость. У образцов, поверхность которых была предварительно обработана наждачной бумагой, наблюдается более быстрое наращивание прочной оксидной пленки при более низких температурах.



Литература:

[1] Пахомов, Н.А. Научные основы приготовления катализаторов: введение в теорию и практику / Н.А. Пахомов. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2011. -262 с.2

Влияние модификации катализатора на протекание топохимических реакций образования углеродных нановолокон

Николаев А.И., Пешнев Б.В.

*Московский государственный университет тонких химических технологий им. А.Н. Ломоносова, Москва
nicolaevai@mail.ru*

Известно, что модификация катализатора (термообработка, окисление) влияют на характеристики и скорость образования углеродных нановолокон при их синтезе из монооксида углерода и его смесей на железосодержащих катализаторах.

В докладе представлены результаты, показывающие, что все эти закономерности сохраняются и при синтезе УНВ из углеводородов. Также показано, что эффективность модифицирующего воздействия на катализатор зависит от характера воздействия.

После термообработки в инертной среде скорость синтеза УНВ снижалась. Уменьшались и диаметры образующихся волокон. Термообработка катализатора в окислительной среде приводила к интенсификации процесса и увеличению диаметров волокон. Такой же эффект наблюдался и при УФ-облучении катализатора. Но, в этом случае, в процессе синтеза скорость образования УНВ снижалась, также изменялся и их диаметр.

Представленные материалы подтверждают выдвинутое ранее предположение о локализации активных центров образования УНВ на дефектах кристаллической решётки катализатора, возникающих на границах контактов его кристаллитов

Получение углеродных носителей катализаторов на основе углеродных нановолокон и коксов

Николаев А.И., Пешнев Б.В., Филимонов А.С.

*Московский государственный университет тонких химических технологий им. А.Н. Ломоносова, Москва
nicolaevai@mail.ru*

Существует несколько способов получения углерод-углеродных композиционных материалов. Один из них основывается на осаждении пироуглерода на углеродную основу - матрицу с последующей частичной газификацией углерода композиционного материала.

В проведенных исследованиях в качестве матрицы рассматривали УНВ и коксы. Пироуглерод, образовывался в результате разложения углеводородов содержащихся в газе электрокрекинга органического сырья. В качестве газифицирующего агента использовали диоксид углерода.

Установлено, что варьируя условиями проведения процессов пироуплотнения и газификации можно получать углеродный композиционный материал, удельная адсорбционная поверхность которого, варьируется от 40 до 550 м²/г, а средний диаметр пор от 3,5 (суммарный объем пор 1,2 см³/г) до 40 нм (суммарный объем пор 0,95 см³/г).

На образование пор в материале в процессе активации влияют степень пироуплотнения и упорядоченность структуры пироуглерода. Так, проведение процесса пироуплотнения кокса при температуре 350 °С до степени пироуплотнения 500 % и последующая активация композита при 450 °С до степени активации 50 %, позволили получить образец с удельной адсорбционной поверхностью 850 м²/г. Если тот же пироуплотнённый образец был термообработан в течение 1,5 часов в среде аргона при 950 °С, то образующийся после активации материал обладал удельной адсорбционной поверхностью 1350 м²/г.

Влияние структуры Pt/C катализаторов на кинетику электрокаталитического окисления диметилового эфира

Новикова К.С., Кубанова М.С., Смирнова Н.В.

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск
kscenia-4@mail.ru*

В настоящее время вопросы кинетики электрокаталитического окисления органических соединений на электродах привлекают большое внимание в связи с актуальностью разработки катализаторов и необходимостью подбора удобных и экологически безопасных топлив для топливных элементов (ТЭ).

В настоящей работе исследован процесс окисления диметилового эфира (ДМЭ) как возможного альтернативного метанола топлива для низкотемпературных ТЭ на Pt/C катализаторах, характеризующихся различной структурой активной компоненты (наночастиц Pt) и различной морфологией углеродного носителя (УН).

Сочетанием электрохимических и физико-химических методов установлено, что ДМЭ в кислом растворе на наноструктурированных Pt/C катализаторах окисляется при потенциалах 0,5-0,8 В, при этом скорость процесса несколько ниже, чем скорость окисления метанола. На основании данных циклической вольтамперометрии и адсорбционных измерений можно предположить, что в узкой области потенциалов реализуются механизмы с участием разных промежуточных соединений - продуктов адсорбции и/или окисления ДМЭ.

Показано, что структура наночастиц Pt (размер и форма) играет определяющую роль в кинетике процесса, однако условия транспорта реагентов к поверхности катализатора определяет морфология УН.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект № 2945 в рамках базовой части гос. задания № 2014/143), а также при поддержке Международного благотворительного научного фонда им.К.И.Замараева (Новикова К.С. лауреат конкурса «Краткосрочные научные стажировки в ведущих научных центрах России и за рубежом МБНФ им. К.И. Замараева 2013 года»).

Активация золота и серебра для реакций с участием водорода

Одинцов А.А.¹, Сергеев М.О.¹, Ревина А.А.², Жаворонкова К.Н.¹,
Боева О.А.¹

¹*Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева, Москва*

²*Институт физической химии и электрохимии
имени А.Н. Фрумкина РАН, Москва
AlexanderOdintsov@yandex.ru*

Массивные золото и серебро не проявляют каталитической активности в отношении реакций, протекающих с участием молекулярного водорода в области отрицательных температур без предварительной активации.

В данной работе каталитическая активность изучалась в отношении реакции гомомолекулярного изотопного обмена водорода.

Метод активации серебра и золота основан на размерном эффекте. Наночастицы золота и серебра, синтезированные в обратномиллеллярных системах [1], нанесены на оксид алюминия.

Показано, что в широком диапазоне температур от $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ при переводе золота и серебра в нанодисперсное состояние реакция дейтеро-водородного обмена начинает протекать со значительной скоростью.

Выявлены зависимости удельной каталитической активности от размеров частиц. Оба металла 1b группы периодической системы элементов показывают схожую тенденцию: с уменьшением размера частиц (от 12 нм до 0,7 нм) каталитическая активность возрастает, однако природа металла влияет на характер зависимости [2].

Литература:

[1] Ревина А.А. Препарат наноразмерных частиц металлов и способ его получения. Патент РФ №2312741. Бюл. 35. 2007.

[2] Антонов А.Ю., Сергеев М.О., Нуртдинова К.Ф., Ревина А.А., Жаворонкова К.Н., Боева О.А. Размерные эффекты в каталитических свойствах серебра в отношении реакций гомомолекулярного изотопного обмена водорода // ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. - 2012. - Вып. 7. - С. 402 – 413

Сульфидирование поверхности скелетного никеля как способ регулирования активности катализатора в реакции жидкофазной гидрогенизации 4-нитротолуола

Осадчая Т.Ю., Афинеевский А.В., Прозоров Д.А., Лукин М.В.

*ФГБОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново
luckmv@mail.ru*

Цель настоящей работы - установление влияния предварительной обработки скелетного никеля различными количествами сульфида натрия на кинетику реакций жидкофазной гидрогенизации 4-нитротолуола.

Исследования кинетики реакции гидрогенизации 4-нитротолуола проводили статическим методом в закрытом реакторе с интенсивным перемешиванием жидкой фазы на скелетном никеле при атмосферном давлении водорода и температуре 303К. В качестве растворителя использовали водный раствор 2-пропанола с мольной долей спирта $x_2 = 0,073$. Сульфидирование проводили предварительной обработкой катализатора сульфидом натрия согласно [1].

В большинстве случаев предобработка ожидаемо приводила к падению каталитической активности скелетного никеля. Однако, при концентрации сульфида натрия 5×10^{-5} моль/г(Ni) происходило увеличение активности катализатора, до $60 \text{ см}^3(\text{H}_2)/(\text{мин} \cdot \text{г}(\text{Ni}))$, т.е. на 20%, чему, по всей видимости, способствовало образование новых активных центров или сдвиг поверхностного равновесия между индивидуальными адсорбционными формами водорода в сторону наиболее активных комплексов в исследуемом процессе.

Работа выполнена в лаборатории адсорбционных процессов и гетерогенного катализа НИИ ТiКХП Ивановского государственного химико-технологического университета

Литература:

[1] Лукин М.В., Прозоров Д.А., Улитин М.В., Вдовин Ю.А.//Кинетика и катализ.2013.т.54. № 4. с. 434

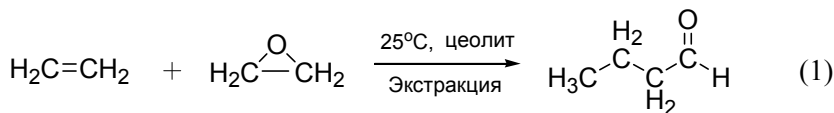
Исследование новой реакции этилена с этиленоксидом с образованием бутанала

Парфенов М.В., Малыхин С.Е., Пирютко Л.В., Староконь Е.В.

*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
parfenov@catalysis.ru*

Этиленоксид является перспективным сырьем в различных процессах органического синтеза ввиду его низкой цены, высокой доступности и реакционной способности. Однако число реализованных процессов с участием этиленоксида относительно невелико. Представляет интерес исследование новых реакций с участием этого вещества.

В нашей недавней работе [1] при исследовании окисления этилена на цеолите NaFeZSM-5 была обнаружена, по-видимому, ранее не известная реакция присоединения этиленоксида к этилену с образованием бутанала:



В данной работе проведено исследование возможности протекания этой поверхностной реакции на ряде каталитических систем (ZSM-5, силикалит, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и др.). Исследовано влияние на протекание реакции таких параметров как: природа катализатора, температура, давление реагентов, время контакта и др. Показано, что реакция, вероятнее всего, протекает с участием льюисовских кислотных центров. Выполнены квантово-химические расчеты для реакции образования бутанала и предложен ее механизм.

Работа поддержана грантом РФФИ № 14-03-31402 мол_а.

Литература:

[1] E.V. Starokon, M.V. Parfenov, L.V. Pirutko, I.E. Soshnikov, G.I. Panov // Journal of Catalysis. 2014. Vol.309 .P.453.

DFT-расчеты структуры Mo- и S-рёбер MoS₂ и CoMoS активной фазы катализатора гидрообессеривания в присутствии водорода

Пермяков Е.А., Солкан В.Н., Коган В.М.

*Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского
Российской академии наук, Москва
permeakra@gmail.com*

Недавно нами была предложена концепция межслойной динамики активных центров сульфидов переходных металлов в условиях гидрообессеривания [1,2]. Основное содержание концепции заключается в возможности трансформирования центров разного типа, находящихся на промотированном сульфиде молибдена друг в друга. Однако детального расчета отдельных структур, составляющих активные центры, до настоящего времени проведено не было. Целью данной работы является изучения строения Mo- и S-рёбер кристаллита MoS₂, как промотированного, так и не промотированного кобальтом в присутствии водорода, а также механизмов взаимодействия рёбер кристаллита с водородом газовой фазы.

Было найдено, что на Mo-ребре 50% степени сульфидирования наиболее стабильная SH-группа образуется с участием уже имеющейся на ребре серы. Подтверждено ранее сделанное предположение [3] о том, что ключевой стадией реакции SH-группы с водородом является разрыв связи H-H. В противоположность этому, на S-ребре для образования SH-группы необходима адсорбция серы из газовой фазы и ей взаимодействие с водородом протекает по механизму присоединения-отщепления, причем ключевой стадией является миграция атома водорода с металла на атом серы SH-группы. Согласно «динамической» модели в состав наиболее реакционно-способных центров входят атомы кобальта. Замещение атомов молибдена на Mo-ребре на атомы кобальта приводит к снижению равновесной степени сульфидирования. Полное замещение атомов молибдена Mo-ребра на атомы кобальта облегчает образование анионных вакансий. На Mo-ребре, полностью замещенном кобальтом в состояниях сульфидирования от 13% до 50% уход сульфидной серы в газовую фазу протекает без затрат энергии.

[1] Kogan V.M., Isaguliant G.V.// Catal. Today. 2008. V. 130. P.243.

[2] Kogan V.M., Nikulshin P.A., Rozhdestvenskaya N.N.// Fuel. 2012. V. 100. P.2.

[3] Kogan V.M., Nikulshin P.A.// Catal. Today. 2010. V. 149. P.224.

Каталитический синтез изобутилена из ацетона на цеолитных катализаторах

Пономарева О.А.^{1,2}, Якимов А.В.¹, Мальцева А.А.¹, Иванова И.И.^{1,2}

¹*Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова, Химический факультет, Москва*

²*Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва
oaponomareva@phys.chem.msu.ru*

В работе предложен новый способ одностадийного получения изобутилена, основанный на газофазной конденсации ацетона и последующем разложении диацетонового спирта в проточном реакторе в присутствии цеолитного катализатора, модифицированного соединениями калия и магния методами пропитки по влагеёмкости и ионного обмена.

Исследование физико-химических свойств катализаторов проводили методами низкотемпературной адсорбции азота, ТПД аммиака, химического анализа, ИК-спектроскопии. Каталитические эксперименты проводили в проточном реакторе при атмосферном давлении, температуре 500 °С, массовой скорости подачи сырья 2 ч⁻¹.

Показано, что модифицирование калием и магнием, увеличение содержания магния в образце, а также увеличение мольного отношения SiO₂/Al₂O₃ в цеолите ведут к повышению стабильности в работе катализатора. Образцы, модифицированные магнием, более активны по сравнению с модифицированными калием. Нанесение металлов пропиткой более эффективно по сравнению с ионным обменом. В результате исследований разработан катализатор на основе цеолита MOR с SiO₂/Al₂O₃ 100, содержащий 3 мас% Mg и обеспечивающий селективность по изобутилену 70 мас% при конверсии ацетона 24%.

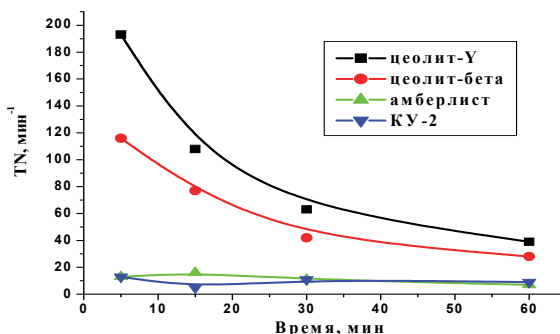
Работа выполнена при поддержке гранта Президиума РАН по программе № 3.

Ацетализация полиолов и 1-моно-*трет*-бутилового эфира глицерина ацетоном

Рамазанов Д.Н., Джумбе А., Нехаев А.И., Самойлов В.О., Максимов А.Л., Егорова Е.В., Половков Н.Ю., Борисов Р.С.

Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва
ramazanov-d@mail.ru

Изучена ацетализация глицерина ацетоном в присутствии этиленгликоля на катионитах КУ-2, амберлист-70 и цеолитах бета и Y, а также алкилирование глицерина *трет*-бутиловым спиртом, ацетализация 1-моно-*трет*-бутилового эфира глицерина ацетоном и комбинированный процесс ацетализации-алкилирования на цеолите бета. Показано, что скорости превращения глицерина и этиленгликоля на катионитах существенно ниже. На цеолите бета скорость превращения этиленгликоля выше, чем глицерина, а на цеолите Y – наоборот. Энергия активации для этиленгликоля составляет 27.3 кДж/моль, глицерина – 43.1 кДж/моль.



Зависимость числа оборотов реакции ацетализации глицерина ацетоном от природы катализатора

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН №3 «Энергетические аспекты глубокой переработки ископаемого и возобновляемого углеродсодержащего сырья» (код программы ЗП, код исполнителя Х9717).

Ацетализация полиолов левулиновой кислотой и 1,3-дикетонами на кислотных гетерогенных катализаторах

Рамазанов Д.Н., Нехаев А.И., Максимов А.Л., Самойлов В.О.,
Джумбе А., Борисов Р.С., Филатова М.П.

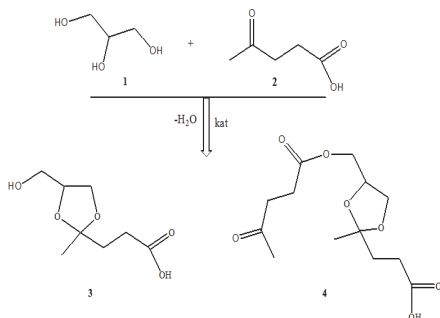
*Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва
ramazanov-d@mail.ru*

Исследовано взаимодействие карбонильных компонентов – левулиновой кислоты (2) и ацетилацетона (пентандион-2,4; асас) – с глицерином (1) и этиленгликолем в присутствии катионита амберлист-70, цеолитов Y и бета, а также димедона (5,5-диметилциклогексанион-1,3) с глицерином на цеолите Y.

Левулиновая кислота в основном даёт ацетали (3, 4) соответствующего полиола, в которых сохраняются карбоксильная группа. Среди катализаторов лучшие результаты показал цеолит Y.

Главный продукт в случае превращения асас в CH_3OH – ацеталь по одной карбонильной группе (40%). Кроме того, образуются ацеталь енольной формы (31%) и метиловый эфир енольной формы (9%). Среди продуктов реакции димедона в CH_3OH – метиловый эфир енольной формы (93%), ацеталь енола (5%) и ацеталь по одной карбонильной группе (1%).

Строение веществ подтверждено данными масс- и ЯМР-спектров.



Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН №3 «Энергетические аспекты глубокой переработки ископаемого и возобновляемого углеродсодержащего сырья» (код программы ЗП, код исполнителя Х9717).

Получение и исследование каталитически активных материалов с нановискерной структурой из оксида меди

Романов А.Е., Викарчук А.А., Довженко О.А., Бекин В.В.

Тольяттинский государственный университет, Тольятти
fii@tltsu.ru

Существует большое многообразие методов получения оксидов меди с наноразмерной структурой, в частности гидротермальный, химический, осаждение из раствора, термическое окисление, золь-гель метод, синтез в обратно-мицеллярных системах и др. [1].

В данной работе методом электроосаждения и последующей термообработки были получены нановискерные структуры CuO диаметром $30\div 100$ нм и длиной $5\div 15$ мкм с поверхностной концентрацией порядка 10^{10} см⁻². Благодаря высокой удельной поверхности такие материалы могут быть использованы в качестве катализаторов. В работе описаны наблюдающиеся в восстановительных средах H_2 , CO , NH_3 при определенных температурах существенные изменения структуры и морфологии поверхности вискероов (рис.1), предложены способы повышения стабильности таких структур и возможные области их применения.

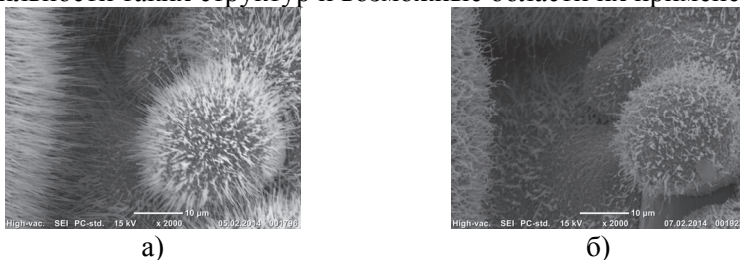


Рис.1 Нановискерные структуры до (а) и после восстановления (б)

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации, постановление № 220, в ФГБОУ ВПО "Тольяттинский государственный университет", договор № 14.B25.31.0011.

[1] Qiaobao Zhang, Kaili Zhang// Progress in Materials Science. (60) 2014. P. 208–337.

Механизмы окисления платиновых металлов

Саланов А.Н., Супрун Е.А., Никулин В.В.

*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск
salanov@catalysis.ru*

Платиновые металлы широко используются в качестве катализаторов в химической промышленности и в нейтрализаторах выхлопных газов автомобильного транспорта [1]. Как правило, катализаторы, применяемые в процессах каталитического окисления, подвергаются воздействию окислительной среды, и в результате меняют свою структуру и состав, что приводит к изменению их активности. Это обуславливает необходимость проведения исследований процессов окисления и рекристаллизации платиновых металлов в атмосфере кислорода. Данная работа была направлена на исследование методами растровой электронной микроскопии (РЭМ) и рентгеновского микроанализа (РМА) микроструктуры и химического состава поликристаллических образцов Rh, Pd, Pt и Ag обработанных в кислороде при $P_{O_2} = 10^{-5} - 10^5$ Па и $T = 400 - 1500$ К с целью установления механизма окисления этих металлов в атмосфере кислорода. Из анализа полученных зависимостей количества поглощенного металлами кислорода и микроскопических изображений поверхности были выделены три температурных интервала (А, Б и В) в которых протекают одни и те же процессы для этих металлов. При низких температурах <800-900 К (интервал А) в результате процессов диссоциативной хемосорбции кислорода на поверхности и растворения в объеме, на поверхности постепенно формируются частицы оксидов. При средних температурах (интервал Б) частицы оксидов постепенно собираются в агломераты, из которых формируются кристаллы оксидов. При высоких температурах >1000-1400 К (интервал В) начинают разлагаться кристаллы оксидов, вследствие чего, постепенно формируются межзеренные границы и кристаллические фасетки металлов, которые постепенно покрывают поверхность растущих зерен.

Литература:

[1] <http://www.platinum.matthey.com/applications/>

Нанокompозитные каталитические системы на основе переходных металлов платиновой группы в реакции изотопного обмена водорода

Сергеев М.О.¹, Боева О.А.¹, Ревина А.А.²

¹*Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева, Москва*

²*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина
РАН, Москва
Mihail-Ol-Sergeev@yandex.ru*

В работе исследовались катализаторы на основе наночастиц платины, палладия, родия и рутения в реакциях дейтериево-водородного обмена и орто-пара конверсии пропана. Наночастицы получены двумя способами. Первый способ – синтез в обратных мицеллах при химическом (добавка кверцетина) и радиационно-химическом восстановлении. Наночастицы (НЧ) высаживались на носитель $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Адсорбция НЧ на Al_2O_3 зависит от природы металла и солубилизационной ёмкости обратномиецеллярного раствора. Вторым способом получения катализаторов являлась пропитка носителей солями металлов с последующим восстановлением их в токе водорода.

Показано:

- 1) для НЧ всех изученных металлов наблюдается зависимость удельной каталитической активности от размера НЧ;
- 2) в диапазоне от 1 до 8 нм с ростом диаметра НЧ каталитическая активность увеличивается в несколько раз;
- 3) при $T=77$ К активность крупных НЧ металлов определяется следующим рядом: $\text{Rh} > \text{Ru} \sim \text{Pt} > \text{Pd}$;
- 4) Каталитическая активность НЧ Pd превосходит каталитическую активность массивного металла во всем температурном интервале.
- 5) НЧ одного размера и одного металла, полученные разными способами, имеют близкую каталитическую активность.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 11-03-90738, 09-08-00758.

Использование обратных эмульсий в качестве прекурсоров сульфидных катализаторов гидродеароматизации

Сизова И.А.¹, Сердюков С.И.¹, Максимов А.Л.^{1,2}

¹Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН,
Москва

²Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва
isizova@ips.ac.ru

В последние годы существенно возрос интерес к изучению наноразмерных частиц. Это связано с тем, что открылись новые перспективные возможности использования наноматериалов во многих областях науки и техники, в частности для получения эффективных и избирательных катализаторов. Широкое применение для синтеза наноразмерных частиц получили микроэмульсии. Преимуществом использования микроэмульсий для получения наночастиц является возможность контролирования размера частиц, а также получение частиц с узким распределением по размеру. Обычно, микроэмульсии используют при синтезе катализаторов для равномерного нанесения наноразмерных частиц катализатора на носитель из эмульсии. Новый подход к синтезу катализаторов – отказ от применения носителей при его синтезе, т.е. формирование наноразмерных частиц непосредственно в углеводородном сырье (*in situ*).

В представленной работе разработана методика получения суспензий частиц катализатора в сырье путем удаления воды из микроэмульсий (углеводородное сырье)/(раствор прекурсора в воде) для гидрирования ароматических углеводородов. В качестве прекурсоров катализаторов использовали соли тивольфрамат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{WS}_4$ и нитраты различных переходных металлов, такие как никель, железо, цинк и др. Каталитическая активность полученных суспензий в реакциях гидрирования ароматических углеводородов была исследована для модельных систем в виде 10%-х растворов нафталина, 1-метилнафталина и 2-метилнафталина в н-гексадекане и в бензоле.

Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 гг.» (госконтракт № 14.516.11.0093).

Исследование реакций конверсии этанола в синтез-газ с использованием метода изотопно-кинетических релаксаций

Симонов М.Н.^{1,2}, Садовская Е.М.^{1,2}, Рогов В.А.^{1,2}, Мезенцева Н.В.^{1,2},
Садыков В.А.^{1,2}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет, Новосибирск*
smike@catalysis.ru

Одной из важнейших задач в области катализа и водородной энергетики является создание катализаторов, позволяющих эффективно и без зауглероживания конвертировать этанол в синтез-газ и водород. Однако, для создания эффективных катализаторов необходима информация о природе активных центров катализатора и установление путей превращения реагентов и интермедиатов, т.е. выявление детального механизма реакции. В настоящей работе представлены основные результаты исследования механизма реакции конверсии этанола в синтез-газ на сложных оксидных катализаторах со структурой перовскита и флюорита, полученные с использованием метода изотопных кинетических релаксаций (SSITKA).

Результаты исследования реакции окисления этанола кислородом показали, что CO_2 образуется с участием кислорода катализатора, а в катализатор изотопная метка попадает в процессе реокисления поверхности молекулярным кислородом. В то же время, CO является продуктом разложения молекулы этанола/ацетальдегида, в состав которой входит ^{16}O .

Лимитирующей стадией реакции для исследованного образца с высокой подвижностью кислорода является разрыв связи С-С в молекуле спирта или ацетальдегида, что согласуется с данными химических релаксаций.

Работа выполнена при поддержке проектов “BIOGO” 7 Рамочной программы ЕС, РФФИ–CNRS 12-03-93115-НЦНИЛ_а, Интеграционного проекта V.40.8 СО РАН – НАН Беларуси, а также Министерства образования и науки Российской Федерации.

Процессы адсорбции и активации водорода на стехиометрических и восстановленных поверхностях моноклинного оксида циркония

Сызганцева О.А.^{1,*}, Calatayud M.¹

¹UPMC Univ. Paris 06, CNRS, UMR 7616

Laboratoire de Chimie Théorique, F-75005, Paris, France

**Адрес в настоящее время: Aalto University, Department of Chemistry, Department of Applied Physics, FI-00076, Aalto, Finland
olga.syzgantseva@aalto.fi*

Адсорбция водорода на поверхностях моноклинной фазы оксида циркония является элементарной стадией реакций (де)гидрирования с участием катализаторов на базе ZrO_2 . Оптимизация условий проведения этих реакций требует описания превращений, происходящих с водородом на поверхности ZrO_2 , на молекулярном уровне. В этой связи, были проведены теоретические исследования адсорбции и активации водорода на идеальных и восстановленных (-111) и (-101) поверхностях моноклинного оксида циркония в рамках периодической модели теории функционала плотности. Изучена энергетика восстановления ZrO_2 через гидрирование или образование кислородных вакансий. Механизм диссоциации водорода проанализирован для идеальных и восстановленных поверхностей. Показано, что на стехиометрической поверхности диссоциация водорода происходит с прохождением барьера в 0.28-0.65 эВ, в то время как на определённых кислородных вакансиях восстановленной поверхности диссоциация происходит спонтанно, что подтверждает ранее предложенные экспериментаторами механизмы адсорбции.

Литература:

[1] O.A. Syzgantseva, M. Calatayud, C. Minot // J. Phys. Chem. C, 2010, 114, 11918–11923

[2] O.A. Syzgantseva, M. Calatayud, C. Minot // J. Phys. Chem. C, 2012, 116, 6636–6644

Катализаторы для декарбоксилирования ненасыщенных кислот растительных масел во внутренние олефины

Халилова С.Р., Гасанов А.Г., Мамедова А.М., Аюбов И.Г.

*Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
ilgar.ayyubov@mail.ru*

Нано-размерные катализаторы на основе оксидов некоторых металлов (магния и титана) были использованы в процессе декарбоксилирования ненасыщенных кислот, выделенных из растительных масел, для получения высших внутренних олефинов.

К числу таких кислот относятся олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты, являющиеся основных составным компонентом многих растительных масел. А продукты их декарбоксилирования – внутренние олефины ряда C₁₇, находящие широкое применение в различных областях. нефтехимической промышленности. Процесс проводили в проточной системе в интервале температур 250-400⁰С и объемной скорости 0,7-1,0 ч⁻¹.

Определены оптимальные условия проведения реакции каталитического декарбоксилирования ненасыщенных кислот. Показано, что наивысшая конверсия кислот (94-96 %) наблюдается при температуре 350⁰С и объемной скорости 1,0 ч⁻¹.

Показано, что выход гептадецена-8 при проведении декарбоксилирования в присутствии нано-размерных оксидов металлов выше, чем при проведении реакции в присутствии природных и синтетических алюмосиликатных катализаторов.

Влияние размера частиц и массового содержания кобальта на характеристики металл-углеродных катализаторов в процессе Фишера-Тропша

Черняк С.А.¹, Сулова Е.В.², Егоров А.В.², Савилов С.В.², Лунин В.В.²

¹*Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова
РАН, Москва*

²*Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва
madseryi@mail.ru*

Синтез жидких углеводородов из синтез-газа с использованием нанесённых Fe и Co катализаторов, называемый процессом Фишера-Тропша, является альтернативой нефтяной промышленности, реализованной множеством компаний по всему миру. Вместе с тем, фундаментальные основы процесса до сих пор являются объектом множества исследований.

В настоящей работе синтез Фишера-Тропша (1 атм., 210°C) проведён с использованием кобальтовых катализаторов, нанесённых на многостенные углеродные нанотрубки (УНТ). Для функционализации поверхности кислородсодержащими группами, способствующими стабилизации металла, УНТ были обработаны концентрированной HNO₃ при кипячении. Содержание кислорода на поверхности, по данным РФЭС, составило ~ 8 атомных %.

С ростом содержания металла от 5 до 15 массовых % конверсия CO увеличивалась от 1 до 15%, а селективность по фракции C₅₊ возрастала с 19 до 63%. Методом ПЭМ установлено, что средний размер частиц металла в катализаторе с 5%Co-УНТ составлял 2 нм, а в 15%Co-УНТ 4-5 нм. В образце 5%Co-УНТ частицы металла аморфные, в то время как в 15%Co-УНТ кобальт имел кристаллическую структуру.

Установлено, что катализатор с большим размером частиц и массовым содержанием более стабилен во времени. Так, конверсия CO на катализаторе 15%Co-УНТ в течение 70 ч уменьшилась на 17% от начальной, а в случае 5%Co-УНТ – на 68%.

Формирование нанесенных Со-содержащих катализаторов на перспективных углеродных носителях

Шуваева М.А.¹, Андреев А.С.^{1,2}, Кузнецов В.Л.^{1,2}, Лапина О.Б.^{1,2},
Ищенко А.В.¹

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет (НГУ),*

mas@catalysis.ru

Со-содержащие катализаторы широко используются в ряде процессов тонкого органического синтеза и нефтехимической промышленности. В последнее время появляются работы, в которых Со может служить недорогой альтернативой платиновых катализаторов для использования в водородных топливных элементах. Данная работа посвящена исследованию строения кобальтовых систем на перспективных углеродных носителях – функционализированных многослойных углеродных нанотрубках (МУНТ). Образцы готовили методом пропитки МУНТ (площадь поверхности 360 м²/г, средний диаметр 9,4 нм) растворами солей Со (II) с последующей термообработкой в инертной атмосфере и восстановлением в токе водорода. Исследование структуры и морфологии МУНТ, а также катализаторов, полученных на их основе, проводили с использованием метода ПЭМ. Изменение строения МУНТ на всех стадиях обработки отслеживали при помощи метода ¹²⁹Xe ЯМР адсорбированного ксенона, который чувствителен к группам на поверхности МУНТ. Строение металлического кобальта, активного компонента катализатора, после восстановления исследовали при помощи метода ⁵⁹Со ЯМР в локальном поле, позволяющего получать информацию как о соотношении ГЦК/ГПУ Со, так и о магнитных одно- и многодоменные частицах. Установлено, что изменение условий нанесения кобальта позволяет получать частицы, как во внутренних каналах трубок, так и на их поверхности. Размеры частиц Со в каналах МУНТ имеют округлую и продолговатую форму со средним диаметром 2-3 нм.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 14-03-31684 мол_а.

Закономерности формирования полых оксидных частиц меди на поверхности цеолитных матриц

Яшник С.А.¹, Зайковский В.И.¹, Шарафутдинов М.Р.², Каичев В.В.¹,
Сараев А.А.¹, Исмагилов З.Р.^{1,3}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Институт углехимии и материаловедения СО РАН, Кемерово*

³*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,*

Новосибирск

yashnik@catalysis.ru

В последние десятилетие цеолиты различного структурного типа рассматриваются как матрицы для стабилизации нанодисперсных оксидных и металлических частиц переходных и благородных металлов, например, Cu, Ag, Au и других [1,2].

В настоящей работе представлены данные методов ПЭМВР, ТПВ, РФЭС, ЭСДО, ЭПР и рентгеновской дифракции, позволившие выявить основные закономерности формирования полых оксидных наночастиц (2-D) меди на поверхности алюмосиликатных матриц, как результата проявления наноразмерного эффекта Киркендалла.

На примере образца 2.85%Cu-ZSM-5 (Si/Al=30, Cu/Al=0.84) показано, что наноразмерный эффект Киркендалла наблюдается при низкотемпературном (до 100°C) окислении наночастиц Cu⁰ размером 10-20 нм, стабилизированных на поверхности цеолита. Образование полых оксидных частиц происходит через образование оксидной пленки Cu₂O на поверхности монокристаллических и поликристаллических металлических наночастиц.

При повышении температуры окисления (до 300°C и выше) образования полых оксидных частиц не фиксируется, что связано либо со спеканием полых частиц либо с быстрым окислением наночастиц Cu⁰ до Cu(II). Формирующиеся при этом частицы имеют структуру CuO и размер до 40 нм.

Работа выполнена в рамках Программы Президиума РАН (проект №24-35).

Литература:

[1] *Ismagilov Z.R., Yashnik S.A., Anufrienko V.F., et. al. // Appl. Surf. Sci. 2004. V.226. P. 88.*

[2] *Yashnik S.A., Anufrienko V.F., Zaikovskii V.I., et.al. // Stud. Surf. Sci. Catal. 2008. V.174A. P.177.*

С2 СД-01

Низкопроцентные нанесенные на диатомит палладиевые катализаторы гидрирования растительных масел

Ауезов А.Б., Буркитбаев М.М., Бижанов Ж.А., Токтасынов С.К.,
Ералиева А.Т., Кудайберген Б., Тоштай К.

*ДГП «Центр физико-химических методов анализа» РГП Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
auyezov_ali@mail.ru*

С применением способа кислотной модификации и термообработки при температуре 200-500°C природного диатомита Мугоджарского месторождения и последующего нанесения 0,2% палладия адсорбционным методом получены высоко эффективные и селективные катализаторы гидрирования растительных масел. Удельная поверхность носителя составляет 65,9 - 112,3 м²/г. Преимущественно присутствуют мезопоры, для которых характерно узкое распределение пор по размерам -2-8 нм. Содержание основных компонентов носителя: SiO₂ – 83,9%, Al₂O₃ – 10,8%. Катализатор предварительно не восстанавливается, что обеспечивает ему непирофорность. Восстановление катализатора происходит в ходе процесса гидрирования растительного масла.

По данным просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) частицы палладия равномерно распределяются на поверхности носителя и имеют размеры преимущественно 2-5 нм.

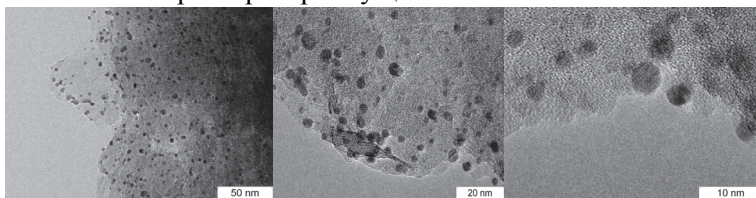


Рис. 1. Микроснимки ПЭМ 0,2% Pd/D катализатора при различном увеличении

Отличительной особенностью разработанных катализаторов является возможность проведения процесса гидрирования различных растительных масел (рапсовое, соевое, льняное и др.) при низких температурах (90-110°C) с получением саломасов с более низким содержанием транс-изомеров (8-11%) по сравнению с промышленными никелевыми катализаторами (более 30%).

Физико-химические свойства и каталитическая активность системы Pt/MOR-Al₂O₃

Белопухов Е.А.¹, Смоликов М.Д.^{1,2}, Белый А.С.^{1,2}, Паукштис Е.А.³,
Зайковский В.И.³, Кирьянов Д.И.¹

¹*Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, Омск*

²*Омский государственный технический университет, Омск*

³*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

eugebel@ihcp.ru

С 2015 года в России и на территории Таможенного союза вступит в силу запрет на выпуск и оборот автобензинов класса 3 (аналог Euro-3). Перспективным облагораживающим процессом, позволяющим снизить содержание бензола в автомобильном бензине до требуемого 1 % об. при сохранении октановых характеристик топлива является процесс гидроизомеризации бензолсодержащих бензиновых фракций.

В работе будут представлены результаты исследования системы Pt/MOR-Al₂O₃ методами инфракрасной спектроскопии адсорбированных СО и NH₄ и просвечивающей микроскопии. Будут представлены данные по локализации и зарядовому состоянию платины на композиционном носителе Al₂O₃-MOR, а также их связь с каталитической активностью в реакции гидроизомеризации бензола.

Кроме того, поскольку гетерогенные катализаторы в процессе эксплуатации подвергаются большим температурным и механическим нагрузкам, помимо устойчивости к дезактивации при отложении кокса в пористой структуре носителя, одной из важных характеристик катализатора является его механическая прочность.

Для оценки механической прочности композиционные носители с разным содержанием цеолита были подвергнуты испытанию на раздавливание. В докладе будет показано, что зависимость механической прочности носителя Al₂O₃-MOR от содержания цеолита носит нелинейный характер.

**Каталитические свойства композитов $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2/\text{Ti}$
и $\text{WO}_x/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2/\text{Ti}$ в реакции дегидратации
этанола в этилен**

Васильева М.С.^{1,2}, Руднев В.С.^{1,2}, Тулуш А.И.¹, Недозоров П.М.²,
Устинов А.Ю.^{1,2}, Кондриков Н.Б.^{1,2}

¹*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток*

²*Институт химии ДВО РАН, Владивосток*

vasileva.ms@dvfu.ru

В последнее время все большее значение в экологическом и промышленном катализе приобретают катализаторы на металлических носителях, которые имеют высокие механическую стойкость и теплопроводность. Среди методов получения каталитически активных систем оксидный слой/металл все большее внимание привлекает плазменно-электролитическое оксидирование (ПЭО). Метод одностадийный, одновременно, в течение 5 – 20 мин при температуре электролита не более 100°C, формируются оксидный носитель и активные слои, позволяет обрабатывать изделия сложной геометрии. В докладе приведены результаты исследования каталитической активности сформированных методом ПЭО композитов $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2/\text{Ti}$ и $\text{WO}_x/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2/\text{Ti}$ в реакции дегидратации этанола в этилен. Композиции исследованы методами рентгенофазового и рентгеноспектрального анализа, электронной микроскопией, рентгеноэлектронной и ИК-спектроскопией. Показано, что скорость выделения этилена зависит от температуры и состава сформированных оксидных покрытий. В присутствии W-содержащих покрытий при 480 °C степень конверсии этанола составляет 100%, при этом выход этилена достигает 97 масс. %.

Исследование выполнено при поддержке Программы «Научный фонд» ДВФУ, Проект № 12-03-13003-13/13.

Катализаторы окисления водорода

Власов Е.А., Мальцева Н.В., Нефедова Л.А., Постнов А.Ю.

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет), Санкт-Петербург
ap1804@yandex.ru*

Успешному применению технологий водородной энергетики препятствует ряд причин. В первую очередь, из-за высокой стоимости энергоустановок, благодаря применению благородных металлов (платины и палладия). Разработка технологии катализаторов эффективной геометрической формы (блочного типа) позволяет реализовать ряд полезных эффектов: сокращение на 30-35% капитальных вложений на драгметаллы, увеличение степени превращения за счет создания идентичных условий по явлениям массо- и теплообмена по сечению аппарата, снижение гидравлического сопротивления и энергетических затрат. Примером такой организации реакционного объема и размещения в нем активного контакта являются пассивные рекомбинаторы водорода (ПКРВ), применяемые в составе систем обеспечения взрыво- и пожаробезопасности на объектах с возможным внезапным поступлением в атмосферу производственных помещений опасных концентраций водорода. Наиболее распространённые в мировой практике ПКРВ представляют собой пластины, покрытые палладием, причём, для обеспечения запуска катализатора при минимальной температуре в нижней части пластины расположена полоса, содержащая большее количество платины, чем в целом по катализатору. Введение благородных металлов необходимо только для обеспечения запуска и разогрева ПКРВ, а на остальной поверхности катализатора могут быть использованы каталитически активные материалы, существенно менее дорогие, но проявляющие активность при более высокой температуре. Необходимо обеспечить такое расстояние между каталитическими пластинами, при котором реализуемая глубина превращения будет обеспечивать необходимую производительность по переработке водорода.

Литература:

[1] *Постнов А.Ю., Ислентьев Д.В.*//Вестник Инжэкона. Серия «Технические науки». 2012. №8 (59). С.18 – 24.

Селективность Ni-катализаторов конверсии гептана

Власов Е.А., Мурзин Д.Ю., Постнов А.Ю.

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет), Санкт-Петербург
ap1804@yandex.ru*

В работе исследовали изменение селективности по H_2 Ni-катализаторов (масс. %: 10-NiO; 7,5-CeO₂; 1,0-BaO; γ -Al₂O₃-остальное), полученных методом механохимического активирования и термообработанных при 600 и 1000 °С. Каталитическую активность определяли на проточной установке в реакции паровой конверсии n-гептана при объемной скорости по пару 2285 – 2900 ч⁻¹, соотношении водяной пар: пары гептана = 11:1, давлении 1 атм, объеме катализатора фракции 3 - 4 мм 20 см³. Анализ газовых смесей и конденсата проводили на хроматографе «Цвет-500».

При спектрофотометрическом определении концентрации ($C_{ц}$) и распределения по силе кислотно-основных центров поверхности установлено: а) отсутствие корреляции между каталитической активностью и концентрацией электронодонорных кислотных центров Льюиса (L-центры) со значениями рКа в интервале -4,4 – -1,3; б) наличие центров с рКа < 0, представляющих собой кислотные L-центры, образованные атомами кислорода; в) установлена корреляция между каталитической активностью и содержанием центров с рКа 2,1, которые образованы электроноакцепторными L-центрами и основными центрами Бренстеда (В-центры), диссоциирующими с отщеплением протона и установлением равновесия $M-OH \rightleftharpoons H^+ + M-O^-$: с увеличением температуры предварительной обработки NiCO₃·Ni(OH)₂, являющейся Ni-прекурсором, от 300 до 400 °С концентрация центров рКа 2,1 возрастает с 0,0022 до 0,0105 при t=600 °С и с 0,0013 до 0,0017 мкмоль/м² при t=1000 °С. При 470 °С степень конверсии достигает 98-99%; концентрация H_2 в продукционной газовой смеси увеличивается до 73-76 % (об.) и расходе газа на выходе до 48 дм³/ч; что превосходит результаты промышленных катализаторов ГИАП-8, ICI-4Q и RKS-2-7H.

Работа выполнена в рамках проекта № 14Z50.31.0013 по заказу Минобрнауки РФ.

Синтез LTA цеолитов с использованием механохимической активации исходных ингредиентов

Гордина Н.Е., Теплякова А.Н., Прокофьев В.Ю.

*Ивановский государственный химико-технологический
университет, Иваново
gordina@isuct.ru*

Цеолит LTA может быть получен из сухих смесей в вибрационной мельнице с ударно-сдвиговым характером нагружения. Для синтеза LTA цеолита необходимо использовать безводные ингредиенты ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ – метакаолин, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$). Наличие структурной воды в исходных ингредиентах ($\text{Al}_2\text{Si}_2(\text{OH})_4$ – каолин или $\text{Al}(\text{OH})_3$) приводит к образованию фельдшпатоидов (нефелин, содалит). Установлено, что в процессе механоактивации необходим синтез алюминатов натрия кубической и/или тетрагональной сингоний в параметрами решетки близкими к параметрам решетки LTA цеолита. Эти алюминаты натрия выступают в роли пространственной матрицы для «сборки» цеолита. Присутствие алюминатов натрия с другой кристаллической структурой приводит образованию содалита [1].

Показано, что оптимальная температура термической обработки составляет 600 °С. Содержание цеолита было около 65 мас.%, а размер частиц был 0.2–0.3 μm . Повышение температуры прокаливания ведет к снижению содержания фазы цеолита и образованию нефелина. Установлено, что оптимальная концентрация кристаллизационного раствора NaOH составляет 2–4 моль/л [2]. В этих условиях содержание цеолита превышает 90 мас.%, а частицы имеют размер более 0.7 μm . Увеличение концентрации щелочи ведет к снижению содержания цеолита и рекристаллизации его в содалит.

Литература:

- [1] *Prokof'ev V.Yu. et al. // J. Mater. Sci. 2012. Vol. 47. P. 5385.*
- [2] *Prokof'ev V.Yu. et al. // J. Mater. Sci. 2013. Vol. 48. P. 6276.*

Синтез каркасных ванадат-фосфатов циркония и лития и их каталитические свойства в превращениях метанола

Ермилова М.М.¹, Петьков В.И.², Орехова Н.В.¹, Жиляева Н.А.¹,
Шипилов А.С.²

¹*Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва*

²*Нижегородский государственный университет*

им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород

ermilova@ips.ac.ru

Синтезированы и исследованы с помощью рентгенографии, электронного микронзондового и ИК-спектроскопического анализов каркасные смешанные ванадат-фосфаты циркония и лития общей формулы $\text{LiZr}_2(\text{VO}_4)_x(\text{PO}_4)_{3-x}$. Показано, что при температурах отжига выше 850°C в области составов $0 \leq x \leq 0.2$ образуются твердые растворы замещения со структурой NZP. Помимо высокотемпературной NZP-модификации эти ванадат-фосфаты при значениях $0 \leq x \leq 0.8$, синтезированные при температуре не превышающей 840°C , кристаллизуются в структуре типа вольфрамата скандия.

Каталитические свойства $\text{LiZr}_2(\text{VO}_4)_x(\text{PO}_4)_{3-x}$ в превращениях метанола изучены при значениях x , равных 0.1; 0.3 и 0.8 в инертной и окислительной средах. В зависимости от условий и состава катализатора продуктами процесса могут быть диметиловый эфир, формальдегид и оксиды углерода. Показано, что селективность дегидрирования метанола в формальдегид на катализаторах $\text{LiZr}_2(\text{VO}_4)_x(\text{PO}_4)_{3-x}$ можно плавно регулировать, меняя долю ванадат-групп в ванадат-фосфате. При этом переход от NZP типа кристаллической структуры ванадат-фосфатов к типу $\text{Sc}_2(\text{WO}_4)_3$ при возрастании x от 0.3 до 0.8 оказывает большее влияние на селективность дегидрирования в инертной среде, чем в присутствии окислителя. Рассмотрены возможные механизмы превращения метанола на каркасных ванадат-фосфатах.

Синтез, исследование и каталитические свойства наночастиц золота и серебра нанесенных на оксиды металлов

Есмурзаева Н.Н.¹, Байгазиева Э.К.², Нурахметова Ж.А.¹,
Ержанова Д.С.³, Селенова Б.С.³, Кудайбергенов С.Е.^{1,4}

¹*Лаборатория инженерного профиля, Казахский национальный технический университет им. К. Сатпаева, Алматы, Казахстан*

²*Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

³*Казахский национальный технический университет им. К. Сатпаева, Алматы, Казахстан*

⁴*Институт полимерных материалов и технологий, Алматы, Казахстан*

nurlykyz@mail.ru

Наночастицы золота и серебра широко используются для создания высокоактивных катализаторов различных промышленно важных процессов [1-3]. Целью данной работы является разработка способа получения нанесенных на неорганические носители полимерстабилизированных наночастиц золота (НЧЗ) и серебра (НЧС). В качестве стабилизаторов наночастиц благородных металлов использовались различные водорастворимые полимеры, в частности поли-N-винилпирролидон (ПВПД). Физико-химические характеристики коллоидов благородных металлов и их гетерогенных образцов, полученных нанесением на неорганические оксиды, исследованы методами ультрафиолетовой видимой спектроскопии, динамического лазерного светорассеяния (ДЛС), сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии (СЭМ, ПЭМ), рентгеновской дифрактометрии и дифференциально-сканирующей калориметрии. Методами ДЛС и ПЭМ показано, что наночастицы коллоидного золота, стабилизированные ПВПД, имеют распределение по размерам 6-12 нм (рис.1), причем преобладают частицы с размерами 8 нм, а нанесенный на оксид цинка НЧЗ характеризуется равномерным распределением частиц металла размером 8 нм (рис.2).

C2 СД-08

Каталитическая активность нанесенных золото и серебро-содержащих катализаторов оценивалась по результатам кинетических данных и анализу продуктов реакции разложения пероксида водорода и окисления циклогексана пероксидом водорода.

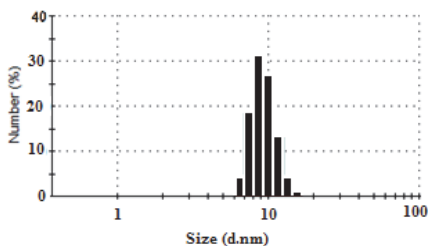


Рис. 1. Распределение наночастиц золота по размерам

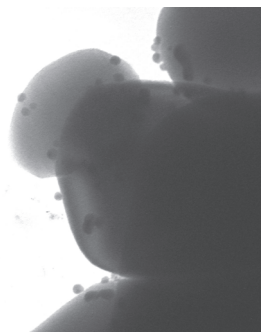


Рис. 2. Электронная микрофотография нанесенного на оксид цинка НЧЗ

Литература:

- [1] Graham J. Hutchings// *Catalysis Today*.2005. V. 100. С. 55–61
- [2] Mitsutaka Okumura, Yasutaka Kitagawa, Takashi Kawakami, Masatake Haruta// *Chemical physics letters*. 2008. Т. 459. С. 133-136
- [3] Limbach L. K., Wick P., Manser P., Grass R.N., Bruinink A., StarkW.J.// *Environ. Sci. Technol*. 2007. Т. 41. С. 4158-4163

Гидрирование гексина-2 на пектин-модифицированном нанесенном палладиевом катализаторе

Жармагамбетова А.К.¹, Талгатов Э.Т.¹, Сейткалиева К.С.¹,
Помогайло А.Д.², Джардималиева Г.И.²

¹*Институт органического катализа и электрохимии
имени Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан*

²*Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка,
Россия, adprotog@icp.ac.ru*

Селективное гидрирование ацетиленовых соединений для получения олефинов имеет важное практическое применение. Олефины являются полупродуктами для производства многих витаминов и феромонов вредных насекомых, а также сырьем для производства полимеров. Нами разработаны гибридные катализаторы смешанного типа: металл-полимер/неорганический носитель. Так, низкопроцентный нанесенный на оксид цинка пектин-модифицированный Pd (1%Pd-ПК/ZnO) проявил активность в реакции гидрирования гексина-2 в мягких условиях. Модификация носителя пектином позволила увеличить стабильность 1% Pd-ПК/ZnO катализатора и его селективность по олефинам (*цис*- и *транс*-гексен-2) по сравнению с 1% Pd/ZnO при 40^oC (Табл.).

Таблица – Гидрирование гексина-2 на 1%Pd-ПК/ZnO в этаноле. Условия опыта: T=40^oC; P=1 атм; m_{kat}=0,05г; C₂H₅OH.

Катализатор	Скорость реакции (W*10 ⁻⁶ , моль/с)	Состав катализата, %			Конверсия, %	TON
		гексан	Транс-гексен-2	Цис-гексен-2		
1%-Pd/ZnO	26,3	52,8	36,6	10,6	100	14036
1% Pd-ПК/ZnO	19,8	26,1	46,2	27,7	100	15488

Полученные катализаторы охарактеризованы методами просвечивающей электронной микроскопии, ИК- и РФЭ спектроскопии, элементным анализом.

С2 СД-10

Способ деалюминирования цеолита феррьерит гексафторсиликатом аммония

Залялиев Р.Ф., Ламберов А.А., Мухамбетов И.Н.

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань
zalyaliev.r@gmail.com*

Интерес к цеолиту феррьерит обусловлен главным образом актуальностью получения изобутена скелетной изомеризацией н-бутенов. Феррьерит проявляет высокую активность в реакции изомеризации при относительно низких температурах (400-450°C), однако характеризуется слабой первоначальной селективностью (<50%). Для него известны способы модифицирования, основанные на различных методах деалюминирования, которые приводят к росту селективности. Извлечение катионов алюминия может быть осуществлено кислотной обработкой, воздействием комплексонами, термopаровым деалюминированием, а также взаимодействием с гексафторсиликатом аммония (ГФСА).

Эффективное деалюминирование феррьерита удавалось провести только термopаровой обработкой. При этом в процессе гидротермальной обработки катионы алюминия остаются в каналах цеолита и являются причиной низкой стабильности катализаторов. Поэтому получение цеолита феррьерит с высоким модулем остаётся актуальной задачей.

Данная работа посвящена исследованию взаимодействия ГФСА с цеолитом феррьерит при температуре выше 200°C и рассмотрению возможности деалюминирования цеолита методом замещения алюминия на кремний с целью получения высококремнистых образцов с $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ в решётке более 55.

Полученные образцы с $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ – 64 и 74 исследованы методами ТПД аммиака, низкотемпературной адсорбцией азота, ^{29}Si , ^{27}Al ЯМР, рентгеноструктурного анализа, ИК-спектроскопии прямого наблюдения. Показано, что способ деалюминирования с использованием ГФСА позволяет получать образцы цеолита без внерешёточного алюминия. Оптимальные образцы имеют следующие каталитические характеристики: конверсия – 40%, селективность – 87% (температура 450 °C).

Разработка эффективных катализаторов для автотермического риформинга метана

Исмагилов И.З.¹, Матус Е.В.¹, Кузнецов В.В.¹, Сухова О.Б.¹,
Яшник С.А.¹, Керженцев М.А.¹, Исмагилов З.Р.^{1,2}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

³*Институт углекислотной и химического материаловедения СО РАН,*

Кемерово

iismagil@catalysis.ru

Создание научных основ целенаправленного синтеза катализаторов с заданными функциональными свойствами является актуальной задачей. Одними из ключевых факторов, определяющих активность и стабильность катализаторов автотермического риформинга метана (АТР CH_4) в синтез-газ, являются размер и окислительно-восстановительные свойства нанесенных частиц Ni. С целью разработки подходов к регулированию этих параметров в настоящей работе изучено влияние типа ($M = \text{Pt}, \text{Pd}, \text{Re}, \text{Mo}, \text{Sn}$) и содержания (мольное соотношение $M/\text{Ni} = 0.005-0.05$) промотирующей добавки в Ni-M/ La_2O_3 и Ni-M/ $\text{CeZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ катализаторах на их физико-химические свойства и активность в реакции АТР CH_4 . Исследование закономерностей формирования катализаторов показало, что генезис активного компонента зависит от типа промотирующей добавки. Установлено, что вариация типа и содержания промотора позволяет регулировать окислительно-восстановительные свойства катализаторов и незначительно влияет на размер частиц Ni. Обнаружено увеличение выхода целевых продуктов (H_2 и CO) при снижении температуры восстановления никеля за счет присутствия промотора в составе катализатора. Катализатор оптимального состава $10\text{Ni}0.2\text{Pd}/10\text{Ce}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ обеспечивает выход $\text{H}_2 \sim 80\%$ в течение 100 ч реакции при $T = 850^\circ\text{C}$.

Авторы выражают благодарность к.х.н. Ушакову В.А., к.х.н. Просвириной И.П., к.ф.-м.н. Лариной Т.В., к.х.н. Герасимову Е.Ю., Литвак Г.С. и Ефименко Т.Я. за помощь в исследовании образцов физико-химическими методами. Работа выполнена при финансовой поддержке Седьмой рамочной программы Европейского Союза (проект “DEM-CAMER”, грант #262840).

C2 СД-12

Полиакриламидные комплексы нитратов благородных металлов и нанокompозиты: получение и каталитические свойства

Калинина К.С., Голубева Н.Д., Джардималиева Г.И.,
Помогайло А.Д.

*Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка
dzhardim@icp.ac.ru*

Разработан новый подход к синтезу иммобилизованных катализаторов смешанного типа – фронтальная полимеризация металлосодержащего мономера в присутствии высокодиспергированного минерального носителя [1, 2]. Синтез акриламидного комплекса нитратов Pd(II), Rh(III), Pt(IV) на поверхности SiO₂ (Al₂O₃, SnO₂, C), последующая полимеризация и восстановление приводят к формированию органо-неорганического композита, включающего наноразмерные частицы металлов, стабилизированные полимерной матрицей. Полученные гибридные нанокompозиты являются эффективными и селективными катализаторами в реакциях гидрирования циклогексена, а также алкеновых и ацетиленовых спиртов, селективной гидрогенизации ди- и тринитропроизводных толуола. Охарактеризованы выделенные методом неразрушающего контроля интермедиаты и выявлены превращения в атомах металлов, происходящие в ходе катализируемых процессов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 14-03-00542; № 13-03-92693).

Литература:

- [1] Голубева Н.Д., Дюсеналин Б.К., Селенова Б.С., Помогайло С.И., Жармагамбетова А.К., Джардималиева Г.И., Помогайло А.Д., Кинетика и катализ, 2011, Т. 52, №2, с.250-258.
- [2] Pomogailo A.D., Dzhardimalieva G.I., Hybrid polymer-immobilized nanosized Pd-catalysts for hydrogenation reaction obtained via frontal polymerization. J. Catalysis, 2013, 12 p., <http://dx.doi.org/10.1155/2013/276210>

Кобальтсодержащие гетерогенные катализаторы процесса Фентона

Конькова Т.В., Алехина М.Б., Михайличенко А.И.

*РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва
kontat@list.ru*

Окислительная деструкция органических веществ пероксидом водорода с помощью гетерогенных катализаторов (процесс Фентона) является эффективным методом обезвреживания сточных вод. Существенный недостаток гетерогенных, в частности, нанесенных катализаторов, который тормозит развитие подобных технологий - вымывание ионов переходных металлов в раствор. Цель данной работы состояла в синтезе Со-содержащих нанесенных катализаторов, исследовании их активности и стабильности в процессе окисления органических красителей на примере азокрасителя кармуазина. В качестве носителей использовали цеолиты, пилларированные глины, оксиды алюминия и кремния.

Показано, что Со-содержащие катализаторы на основе цеолита типа Y и оксида алюминия обладают активностью в процессе окисления кармуазина пероксидом водорода в широком диапазоне pH. Активный компонент находится на поверхности носителя в основном в двухвалентном состоянии в виде оксида и алюмината кобальта. Обе формы являются каталитически активными фазами, однако, образование алюмината кобальта способствует более прочному фиксированию кобальта на поверхности носителя и, соответственно, меньшему вымыванию его в раствор во время катализа. Наибольшей устойчивостью в отношении вымывания кобальта в реакционную среду обладали катализаторы на основе оксида алюминия, наименьшей - каталитические системы на основе оксида кремния.

C2 СД-14

Закономерности гидролитического нанесения палладия на различные классы носителей в щелочной среде

Кулагина М.А.^{1,2}, Симонов П.А.^{1,3}, Герасимов Е.Ю.¹,
Ларичев Ю.В.^{1,3}, Романенко А.В.¹

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Научно-образовательный центр энергоэффективного катализа
Новосибирского национального исследовательского
государственного университета, Новосибирск*

³*Новосибирский государственный университет, Новосибирск
kulagina_ma92@mail.ru*

Изучены закономерности формирования и старения в щелочной среде полиядерных гидроксокомплексов (ПГК) Pd(II) – предшественников палладиевых катализаторов, – образующихся при смешении водных растворов H_2PdCl_4 и Na_2CO_3 .

В качестве носителей для закрепления этих предшественников были выбраны порошковые материалы различного химического состава (оксиды Al, Si, Fe, Ti, In, Ga, Ta, V, W, Nb, Zr, Cr; углеродные материалы; нерастворимые соли), обладающие различными текстурными свойствами ($S_{\text{уд}}$ 5 – 300 м²/г).

Изучены закономерности осаждения ПГК Pd(II) *in situ* в суспензии носителя при pH 9-9,5 для серии нанесенных катализаторов (0,5% масс Pd). Установлено, что кинетика осаждения этих предшественников в ходе синтеза определяется природой носителя, соотношением реагентов, температурой и pH раствора. Состояние частиц металла в готовых катализаторах охарактеризовано методами СО-хемосорбции, ПЭМ, РФА, СДО.

Показано, что формирование активного компонента может протекать по двум маршрутам – путем быстрой сорбции первичных олигомерных продуктов гидролиза на носитель ($\text{pH}_{\text{ИЭТ}} > 5$) с образованием мелких частиц металла в готовом катализаторе (2-4 нм) и путем медленной гетерокоагуляции стареющего коллоида ПГК Pd(II) и частиц носителя ($\text{pH}_{\text{ИЭТ}} < 3$), который приводит к более грубой дисперсности нанесенного металла (5-7 нм).

Работа поддержана грантом РФФИ № 13-03-00689.

Приготовление блочного носителя на основе оксида алюминия

Куликовская Н.А., Пинаева Л.Г., Марчук А.А., Исупова Л.А.

*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
kulik@catalysis.ru*

Целью данной работы явилось исследование влияния используемого сырья и вводимых добавок на свойства блочного носителя на основе оксида алюминия. Последующее нанесение активного компонента на такие носители позволит получать активные катализаторы для высокотемпературных процессов.

Для приготовления блочного носителя использовали гидраргиллит различного происхождения, характеризующийся различным диаметром частиц (16 - 98 мкм), гидроксид алюминия (ОАО «Катализатор»), а также графит и этиленгликоль для улучшения формуемости пасты. В качестве добавок в некоторые образцы вводили микросферы корунда диаметром 100-125 мкм (до 10%). Блоки формовали в форме шестигранной призмы, затем пропаривали при температуре до 110 °С в течение 90 часов при определенной влажности воздуха, сушили при температуре до 390 °С в течение 40 часов, затем прокаливали при температуре 1200 °С в течение 6 часов.

Исследованы физико-химические характеристики полученных образцов: фазовый и поверхностный состав, текстура. Все полученные образцы представляют собой практически чистый α - Al_2O_3 с незначительной долей примеси κ - Al_2O_3 .

Носитель характеризуется удельной поверхностью 4.6 - 7.3 м²/г и общим объемом пор 0.35 - 0.42 см³/г. Показано, что при использовании гидраргиллита с крупными частицами, а также при введении добавок, наблюдается увеличение удельной поверхности и общего объема пор за счет увеличения доли более крупных пор.

Обнаружено формирование бидисперсной пористой структуры при введении добавок, а также при совместном использовании гидраргиллита с различным размером частиц.

Влияние метода приготовления Co-Al катализаторов синтеза Фишера-Тропша и модифицирования Р и Zr на формирование активного состояния

Кунгурова О.А.^{1,2,3}, Дорощеева Н.В.³, Водянкина О.В.³,
Сидорова О.И.³, Хасин А.А.^{1,2}

¹*Новосибирский государственный университет, Новосибирск*

²*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

³*Томский государственный университет, Томск*
olya-sky@inbox.ru

На фазовый состав и структуру кобальтовых катализаторов гидрирования оказывают влияние условия всех этапов их приготовления – от стадии модифицирования носителя и введения предшественников активного компонента до термической обработки и активации материалов. Изучено влияние способа получения Co-Al катализаторов синтеза Фишера-Тропша с использованием оксида алюминия, модифицированного Р и Zr, на параметры совместных оксидных фаз Co-Al и их каталитические свойства. Показано, что введение активного компонента методом пропитки раствором нитрата кобальта на модифицированный и немодифицированный носитель приводит к формированию на поверхности носителя фаз оксида кобальта Co_3O_4 и Co-Al шпинелей составов $Co_{3-x}Al_xO_4$ ($0 < x \leq 2$). Оценки величин ОКР Co-содержащих оксидных фаз составляют ~ 9 нм. При введении нитрата кобальта совместно с нитратом аммония методом пропитки расплавом солей формируется, преимущественно, корочковое покрытие гранулы носителя прекурсором. При этом снижается химическое взаимодействие компонентов с образованием совместных оксидных фаз. ОКР частиц Co-содержащей оксидной фазы составляет 23 нм. Формирование преимущественно фазы Co_3O_4 со значением ОКР 28 нм наблюдается при введении расплава в модифицированный носитель. Модифицирование носителя Р и Zr снижает активность и селективность катализаторов в реакции синтеза Фишера-Тропша. При этом не наблюдается прямой корреляции каталитических свойств с составом и размером ОКР оксидных фаз.

Способы увеличения поверхности Pd/C катализаторов, получаемых пиролизом древесных опилок в присутствии соли палладия

Локтева Е.С., Голубина Е.В., Антонова М.В., Клоков С.В.,
Маслаков К.И.

*Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва
LES@kge.msu.ru*

В работе разработан способ синтеза палладийсодержащих катализаторов пропиткой древесных опилок раствором нитрата палладия с последующим пиролизом влажных опилок в инертной атмосфере. Исследования методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, РФЭС и низкотемпературной адсорбции азота показали, что палладий в таких катализаторах находится в восстановленном состоянии в виде однородных нанометровых частиц и проявляет высокую активность в реакции парофазного гидрохлорирования хлорбензола. Однако удельная поверхность полученных катализаторов составляла всего до $7 \text{ м}^2/\text{г}$.

С целью развития удельной поверхности катализаторов использованы три подхода: продолжительное (3 суток) замачивание опилок в растворе нитрата палладия до проведения пиролиза, замачивание с обработкой ультразвуком и замачивание в гидротермальных условиях. Пиролиз проводили при 440°C в азоте. Исследовано влияние способа обработки на величину удельной поверхности и окислительное состояние палладия. Установлено, что предварительная обработка приводит к существенному повышению удельной поверхности до величин $130 \text{ м}^2/\text{г}$ и более.

Настоящая работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 13-03-00613) с использованием оборудования, приобретенного из средств Программы развития Московского университета.

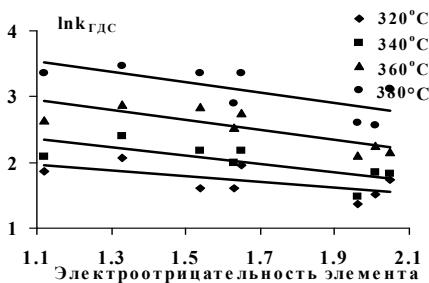
Активность $\text{Co}_6\text{-XMo}_{12}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ катализаторов в реакциях ГДС: роль гетероатома

Максимов Н.М., Томина Н.Н., Пимерзин А.А.

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет», Самара
maximovnm@mail.ru

В состав катализаторов гидроочистки обычно входят $\text{Co}(\text{Ni})\text{S-Mo}(\text{W})\text{S}_2$. Лабораторные исследования показывают наличие более активных тройных сульфидов переходных металлов [1].

Проведен синтез ряда катализаторов $\text{Co}_6\text{-XMo}_{12}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ катализаторов гидроочистки. В качестве соединений Мо использованы XMo_{12} – ГПК, где X – переходные металлы Ti, V, Zn, Ge, Zr, Sn, Sb, Ce. Содержание MoO_3 – 16% масс., CoO – 4% масс. Проведена сушка и сульфидирование образцов. Исследования активности проводили в процессе гидроочистки смеси ПДФ и ЛГКК (50/50 об.) в условиях проточной установки под давлением водорода ($t = 320, 340, 360$ и 380°C , $P = 4.0$ МПа, $\text{H}_2/\text{сырье} = 600$ нл/л, $\text{ОСПС} = 2.0$ ч⁻¹). Свежие, сульфидированные и образцы после испытаний охарактеризованы рядом ФХМА. Показано, что значения логарифма кажущейся константы скорости реакции



гидродесульфуризации серосодержащих соединений (для $X = \text{Ti, V, Zn, Ge, Zr, Sn, Sb, Ce}$) снижаются с ростом электроотрицательности гетероэлемента, что согласуется с электронной моделью работы активной

фазы, предложенной Chianelli [1], и с предположением о взаимодействии ионов Co и Mo с ионами гетероэлемента.

Литература:

[1] Afanasiev P., Bezverkhyy I.// Appl. Cat. 2007. V. 322. P. 129–141.

[2] Chianelli R.R., Daage M., Ledoux M.J.// Adv. Catal. 1994. V. 40. P. 177.

Паровая конверсия этанола в синтез-газ и водород на Ni-Ru/Mn_{3-x}Cr_xO₄ катализаторах

Мезенцева Н.В.^{1,2}, Смаль Е.А.^{1,2}, Кригер Т.А.¹, Ищенко А.В.^{1,2},
Ларина Т.В.¹, Глазнева Т.С.^{1,2}, Симонов М.Ю.^{1,2}, Рогов В.А.^{1,2},
Каичев В.В.^{1,2}, Садыков В.А.^{1,2}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет, Новосибирск
mnv@catalysis.ru*

Трансформация биотоплив (продуктов пиролиза биомассы, биоэтанола и др.) в синтез-газ в настоящее время рассматривается как одно из перспективных направлений развития энергетики на основе возобновляемых источников.

В данной работе представлены результаты исследования структуры (РФА, ПЭМ), состояния поверхности (РФЭС), реакционной способности (ТПВ H₂ и C₂H₅OH) и каталитической активности в паровой конверсии этанола (ПКЭ) катализаторов на основе структуры шпинели Mn_{3-x}Cr_xO₄ с нанесенными металлами Ni и/или Ru.

Смешанные оксиды состава Mn_xCr_{3-x}O₄ (x=0,3-2,7) были синтезированы по методу Пекини и прокалены в интервале температур 500 - 900°C. Ni и/или Ru (до 2 вес.%) наносили методом пропитки по влагоёмкости.

Катализаторы продемонстрировали высокую активность и стабильность к зауглероживанию в реакции ПКЭ в синтез-газ и водород в концентрированных смесях при пониженных температурах. Выявлены ключевые факторы, определяющие каталитическую активность и стабильность таких систем, включая поверхностную и объемную подвижность кислорода оксида, наноструктуру носителей и взаимодействие металл-носитель (декорирование, эпитаксия, образование поверхностных сплавов, диффузия кислорода по границам доменов, спилlover).

Работа выполнена при поддержке проектов “BIOGO” 7 Рамочной программы ЕС, РФФИ–CNRS 12-03-93115-НЦНИЛ_а, Интеграционного проекта V.40.8 СО РАН – НАН Беларуси, а также Министерства образования и науки Российской Федерации.

С2 СД-20

Формирование феррит-хромитов меди из гидроксосоединений и их каталитические свойства в реакции паровой конверсии СО

Минюкова Т.П.¹, Плясова Л.М.¹, Демешкина М.П.¹,
Штерцер Н.В.^{1,2}, Юрьева Т.М.¹

¹Институт катализа СО РАН, Новосибирск

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск
min@catalysis.ru

Методом соосаждения получена серия гидроксосоединений состава $\text{CuCr}_x\text{Fe}_{2-x}$. Исследована их эволюция при термообработке и восстановительной активации. Температура кристаллизации фазы шпинели зависит от соотношения содержания ионов Cr^{3+} и Fe^{3+} и изменяется в пределах от 460 (CuFe_2O_4) до 569⁰С (CuCr_2O_4).

Из результатов исследования методами ИКС, РФА, РФА in situ следует, что распределение катионов в структурных позициях шпинели (октаэдр, тетраэдр), степень тетрагонального искажения структуры шпинели определяется энергией предпочтения катионов Cu, Cr, Fe к структурной позиции и отношением $\text{Fe}^{+3}/\text{Cr}^{3+}$. Изучены каталитические свойства в реакции паровой конверсии СО.

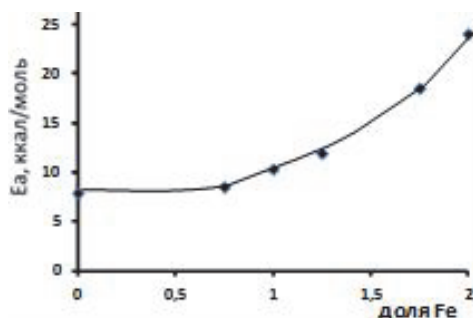


Рисунок 1. Зависимость кажущейся энергии активации от содержания Fe, полученная в интервале температур 150-210⁰С, при 1 атм, $\text{CO}:\text{H}_2\text{O}:\text{H}_2 = 8:42:50$, пар/газ = 0,6-0,7.

C2 СД-20

Как видно из рисунка 1 в области температур 150-210⁰С наблюдается рост энергии активации от 8 до 23 кДж/моль с ростом отношения Fe^{+3}/Cr^{3+} . Наблюдаемая зависимость связана с различным состоянием ионов меди в шпинельной структуре.

При финансовой поддержке Программы Президиума РАН, проект V.45.8.11 и проекта РФФИ № 13-03-00469.

Закономерности направленного синтеза высокоэффективного Cu-содержащего катализатора синтеза метанола

Минюкова Т.П.¹, Хасин А.А.^{1,2}, Юрьева Т.М.¹

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет, Новосибирск
khassinaa@mail.ru*

Экспериментальные данные о составе и структуре Cu-содержащих гидроксосоединений и их эволюции при термообработке и восстановительной активации позволяют выявить взаимосвязь между условиями приготовления сложных Cu-содержащих катализаторов и каталитическими свойствами в практически важной реакции синтеза метанола. Образующиеся при активации на поверхности оксидов разного состава и структуры наночастицы Cu^0 имеют разную удельную активность и селективность, т.е. наночастицы Cu^0 с различным типом взаимодействия с носителем существенно различаются. Высокоэффективными в синтезе метанола являются только наночастицы Cu^0 , эпитаксиально связанные с поверхностью ZnO^* .

Полученные результаты показывают, что на каталитические свойства Cu-содержащих катализаторов в ходе их получения и формирования оказывают влияние на разных этапах приготовления: (1) условия синтеза (осаждения, старения, сушки), определяющие состав и структуру гидроксосоединений-предшественников; (2) условия термообработки, определяющие образование типа оксида – анионно-модифицированного или стехиометрического, тем самым определяющие состав катализатора, в частности содержание активного металла - меди, устойчивость оксидов в реакционной среде; (3) условия активации катализатора и состав реакционной среды, которые определяют фазовый состав активного состояния катализатора в реакционных условиях: структуру и состав как оксида-носителя, так и частиц металлической меди.

Для получения оптимальной структуры активного состояния катализатора необходимо соблюдение определённых (оптимальных) условий на всех этапах приготовления катализатора.

Энергосберегающий синтез перовскитных катализаторов из твердофазных органометаллических предшественников

Муха С.А., Комова О.В., Одегова Г.В., Нецкина О.В.,
Симагина В.И.

*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
msa@catalysis.ru*

Нанодисперсные сложные оксиды структуры перовскитов зарекомендовали себя как высокоактивные катализаторы в целом ряде окислительно-восстановительных процессов. Проблемами их получения остаются: достижение однородности распределения компонентов в предшественнике, сокращение энергозатрат, увеличение дисперсности и чистоты продукта.

В работе предложен метод получения перовскитов, в т.ч. слоистых, $\text{La}_x\text{MO}_{x+2}$ ($\text{M}=\text{Fe}, \text{Co}, \text{Cu}, \text{Ni}$, $x=1, 2$) посредством самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) из твердофазных биметаллических органических комплексных предшественников (БОКП) на основе глицина. Введение в структуру БОКП окислителя обеспечивает их способность к экзотермическому разложению. Оптимизация состава БОКП позволила снизить температуру их самовоспламенения и синтезировать фазы перовскитов в режиме послойного горения СВС с высокой чистотой за секунды. Зафиксировано низкое содержание примесных фаз карбонатов, что позволило отказаться от дополнительной энергозатратной стадии прокаливания при 800-1100°C.

Показано, что добавление БОКП в газогенерирующую композицию на основе нитрогуанидина способствует ее стабильному горению уже при атмосферном давлении в условиях, когда каталитически активная фаза перовскитов формируется непосредственной в зоне горения (*in situ*). Дисперсное порошкообразное состояние БОКП позволяет обеспечить равномерное его распределение в композиции.

Работа выполнена при поддержке СО РАН (МИП № 100).

**Получение катализаторов методом
мультислоистой сборки и исследование
химической природы металлов в бислоях таких
композитных материалов**

Оспанова А.К., Ташмухамбетова Ж.Х., Ашимхан Н.С.,
Каирбеков Ж.К., Тастанов Н. Бердибек Г.

*Казахский национальный университет им. Аль-Фараби,
факультет химии и химической технологии, Алматы, Казахстан
Ospanova_a@mail.ru*

Методом мультислоистой сборки были получены пленки с десятью, двадцатью, тридцатью и сорока каталитически активными слоями системы $Pd^{2+}/(ПЭИ-ПАК)$ и $Pd^{2+}/(ПЭИ-ГК)$, где ГК-гуминовая кислота. Химическая природа палладия в бислоях и на поверхности исследуемых композитных катализаторов была исследована методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС). Анализ спектров РФС показали, что на поверхности и внутри бислоев разное химическое состояние ионов палладия $Pd\ 3d^3$ в связи PdO_y и $Pd3d^3$ в связи PdO_x . Кроме того, кислородное окружение у атома палладия характеризуется различным состоянием $Pd\ 3d^5$ в связи PdO_y и $Pd\ 3d^5$ в связи PdO_x . Анализ спектров РФС указывает на химическое состояние различных по своей природе химических связей атомов углерода в полимерных слоях. Это связи N-C=O, O-C=O, O-C-O, C=O, C-N-, C-O, C-C. Как показывают спектры РФС профиля концентраций химических элементов в пленках, во всех случаях максимальная концентрация ионов палладия сосредоточена на поверхности мультислоев и при перемещении в сторону подложки концентрация этих ионов убывает, как и концентрация атомов азота и хлора. Это указывает на то, что с уменьшением слоев полимерных матриц уменьшается и содержание ионов палладия в бислоях пленок.

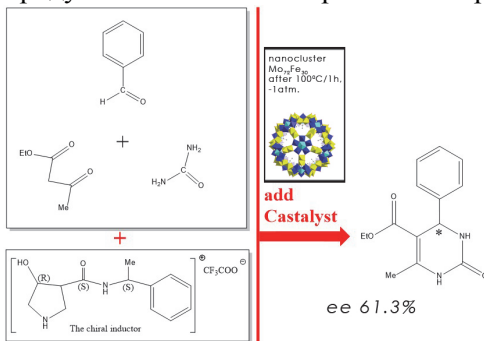
Железо-молибденовый нанокластер $\text{Mo}_72\text{Fe}_{30}$: энантиоселективная каталитическая активность продуктов мягкого термического разложения

Остроушко А.А.¹, Федорова О.В.², Титова Ю.А.²,
Гргежоржевский К.В.¹

¹Уральский федеральный университет им. Первого Президента
России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

²Институт Органического синтеза им. И.Я. Постовского
(УрО РАН), Екатеринбург
Alexandre.Ostroushko@usu.ru

Железо-молибденовый фуллереноподобный нанокластер $\text{Mo}_72\text{Fe}_{30}$ является представителем целого класса сложных полиоксометаллатных (ПОМ) структур - гигантских нанокластеров. В состав такого нанокластера входит более 100 атомов переходных металлов, в случае $\text{Mo}_72\text{Fe}_{30}$ - это Mo(VI) и Fe(III). Электронная структура и пространственное строение, позволяет предположить наличие каталитической активности по отношению к хемо- и энантио-селективным реакциям, как у данного нанокластера, так и у продуктов его мягкого термического разложения.



Нами получены положительные результаты и обнаружена высокая каталитическая активность продуктов мягкого термического разложения – вакуумирования железо-молибденового ПОМ $\text{Mo}_72\text{Fe}_{30}$ в мульти-компонентной реакции Биджинелли (см. схему).

Предложенный нами каталитический состав, согласно данным ВЭЖХ, повысил энантиомерный избыток целевого продукта дигидропиримидина в 1,6 раза ($ee=61.3\%$) относительно стандартных условий проведения реакции.

Окислительное дегидрирование пропана на нанесенном катализаторе $\text{VO}_x/\text{Ce}_{0,46}\text{Zr}_{0,54}\text{O}_2$

Отрощенко Т.П., Харланов А.Н., Туракулова А.О., Локтева Е.С.,
Лунин В.В.

*Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва
atur@kge.msu.ru*

В работе исследована возможность использования твердого раствора на основе CeO_2 и ZrO_2 в качестве носителя ванадиевых катализаторов окислительного дегидрирования пропана (ОДГ).

Мезопористый оксид $\text{Ce}_{0,46}\text{Zr}_{0,54}\text{O}_2$ готовили с использованием темплата (целлюлозы). Удельная поверхность носителя составила $95\text{ м}^2/\text{г}$. Ванадий наносили пропиткой носителя водным раствором NH_4VO_3 (температура отжига прекурсора 600°C , 6 вес.% V). Методом спектроскопии комбинационного рассеяния показано, что в катализаторе присутствует фаза CeVO_4 (линии при 802, 837, и 875 см^{-1}). Сигналов, соответствующих объемной фазе V_2O_5 обнаружено не было. На ТПВ-профиле катализатора присутствуют пики поглощения водорода, связанные с восстановлением носителя (638°C) и CeVO_4 (770°C).

Свойства катализатора $\text{VO}_x/\text{Ce}_{0,46}\text{Zr}_{0,54}\text{O}_2$ изучали в реакции ОДГ пропана в импульсном режиме при температурах от 400 до 570°C (в присутствии и отсутствии кислорода). Основными продуктами реакции были C_3H_6 , CO_2 и H_2O .

Выдвинуто предположение, что на поверхности катализатора присутствуют два вида центров. Центры, проводящие полное окисление пропана сосредоточены в основном на носителе, тогда как центры, отвечающие за ОДГ – на CeVO_4 .

Настоящая работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 13-03-00613) с использованием оборудования, приобретенного из средств Программы развития Московского университета.

Цинкалюмокальциевые сорбенты для тонкой очистки технологических газов от паров соляной кислоты

Прокофьев В.Ю., Ключева А.В., Кукулина Н.А., Кульпина Ю.Н.,
Гордина Н.Е.

*Ивановский государственный химико-технологический
университет, Иваново
pv@isuct.ru*

С целью приготовления гранулированных сорбентов для поглощения паров соляной кислоты исследованы композиции $ZnO/CaO/Al(OH)_3$, $Zn_4CO_3(OH)_6/CaO/Al(OH)_3$ с молярным соотношением оксидов 1:1:1 и 1:1:2. Методами рентгеновской дифракции, ИК-спектроскопии, термического анализа и др. установлено, что при механической обработке смесей происходит аморфизация соединений бивалентных металлов, увеличение размера кристаллитов гиббсита, которое сопровождается деформированием его кристаллической решетки. Новое соединение $Ca(Zn_2(OH)_6)$ образуется только в смеси с ZnO . Установлено, что состав хемосорбента не влияет на количество основных центров поверхности, но определяет механическую прочность гранул и их поглощающую способность [1].

Показано, наиболее перспективной композицией для приготовления хемосорбента является система $Zn_4CO_3(OH)_6/CaO/Al(OH)_3$, которая обладает самой высокой поглощающей способностью по отношению к парам HCl и сохраняет механическую прочность в процессе испытаний.

Литература:

[1] Прокофьев В.Ю. и др. // Журн. прикл. химии. 2013. Т. 86. № 7. С. 1089.

Особенности процесса пропитки нитратом никеля алюмокалиевых носителей катализатора конверсии природного газа

Прокофьев В.Ю., Рот Р.И., Гордина Н.Е

*Ивановский государственный химико-технологический
университет, Иваново
pv@isuct.ru*

Было исследовано влияние содержания K_2O в носителе катализатора конверсии природного газа на пропитку нитратом никеля. Содержание K_2O в носителе составляло 3; 5, 7 мас.%. Всего пропитку проводили 3 раза, после каждой пропитки образцы прокаливали в печи при температуре $500^\circ C$ в течение 3-х часов.

По результату химического анализа целых гранул содержание NiO составило порядка 1–2 мас.% во всех образцах (т.е. в процессе анализа определялся NiO, находящийся только на поверхности). Дальнейшее исследование показало, что NiO в процессе прокаливания мигрирует в центр гранулы (Рис.) Гранулы имеют четкое разделение внешней и внутренней части, т.е. оксид никеля в процессе прокаливания катализатора мигрирует внутрь гранул. Рентгенофазовый анализ наружной (белого цвета) части гранулы показал, что в ее составе обнаружены фазы: оксид алюминия (преобладающая), алюминат калия (K_3AlO_3) и оксид никеля, но его рефлексy очень слабые. Так же была исследована внутренняя (серая) часть образца, и там уже количество фазы NiO значительно выше.

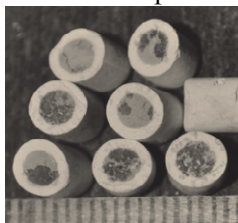


Рис. Фотография скола гранулы катализатора с содержанием K_2O 7 мас.% после 3-х кратной пропитки и прокаливания

Было установлено, что при увеличении содержания K_2O в образце количество нанесенного никеля увеличивалось. В зависимости от количества пропиток и состава носителя общее содержание NiO в гранулах колеблется от 5 до 18 мас.%.

Синтез коллоидных наночастиц Co и Ni

Симакова И.Л.¹, Демидова Ю.С.¹, Симаков А.В.², Мурзин Д.Ю.³

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM, Ensenada, México*

³*Abo Akademi University, Турку, Финляндия*
simakova@catalysis.ru

Водяной риформинг производных биомассы представляет большой интерес для получения энергетически ценных соединений, таких как H₂ и углеводороды [1]. Исследование направлено на разработку контролируемого метода синтеза коллоидных наночастиц Co и Ni для реакции водяного риформинга сахарных спиртов и других перспективных направлений их применения.

Коллоидные растворы наночастиц Co и Ni были синтезированы микроэмульсионным и полиольным методами. Приготовление наночастиц микроэмульсионным методом проводили смешением двух микроэмульсий: раствора хлорида Co или Ni в *n*-октане с добавлением *n*-бутанола, стабилизатора СТАВ и аналогичного раствора гидразина и NaOH [2]. Процесс формирования наночастиц на каждой стадии детально исследовали методом ЭСДО. В ходе синтеза коллоидных наночастиц полиольным методом восстановление раствора хлорида Co или Ni в этиленгилколе с ПВП проводили боргидридом натрия. В рамках полиольного метода синтеза проведено исследование влияния температуры восстановления и газовой атмосферы. В результате синтезирована серия коллоидных растворов Co и Ni с размером частиц 2,6÷3,3 и 2,6÷5,4 нм, соответственно, с узким распределением частиц по размерам. Определены ключевые параметры синтеза Co и Ni, обеспечивающие формирование наночастиц заданного размера.

Работа поддержана грантом No 310490 SusFuelCat (www.susfuelcat.eu).

The SusFuelCat project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement No 310490 (www.susfuelcat.eu).

Литература:

- [1] Kirilin A.V., Tokarev A.V., Kustov L.M., Salmi T., Mikkola J.-P., Murzin D.Yu.// Appl. Catal. 2012. V. 435-436 P.172.
 [2] Martinez A., Prieto G.// Catal. Commun. 2007. V. 8 P. 1479.

Подходы к снижению дезактивации Pd катализаторов в реакции гидродебензилирования

Симакова И.Л., Пармон В.Н.

*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
simakova@catalysis.ru*

В области химии высокоэнергетичных материалов огромное внимание уделяется изучению свойств и поиску эффективных методов синтеза каркасного полинитрамина 2,4,6,8,10,12-гекса-нитро-2,4,6,8,10,12-гексаазаизовюрцитана (ГАВ). Традиционно синтез ГАВ включает в себя стадию сборки полициклического каркаса гексабензилгексаазаизовюрцитана (ГБ), замену бензильных групп при атомах азота на ацетильные и формильные группы (синтез 4,10-диформил-2,6,8,12-тетраацетил-2,4,6,8,10,12-гексаазаизовюрцитана (ТАДФ)) и последующее нитрование полученного предшественника, приводящее к образованию целевого продукта. Принципиальной проблемой каталитических стадий перефункционалирования бензильных групп на ацетильные и формильные группы - является быстрая дезактивация Pd катализатора и обусловленный этим его высокий расход.

Работа направлена на установление причин и снижение дезактивации Pd катализатора для обеспечения высокой технологичности процесса получения ГАВ. Принципиальное решение проблемы создания нового катализатора лежит в разработке и использовании новых способов формирования и модификации композиционного состава активного компонента катализатора, обеспечивающих стабилизацию частиц каталитически активного металла. Оптимизирован состав активной фазы, показано, что введение эффективного модификатора обеспечивает сохранение высокой активности Pd/C катализатора на протяжении нескольких циклов реакции [1].

Литература:

[1] И.Л. Симакова, И.П. Просвирин, В.В. Кривенцов, В.Н. Пармон. *Влияние условий синтеза на каталитические и физико-химические свойства Pd/C в реакции восстановительного дебензилирования.* //Журнал Сибирского Федерального Университета. Химия, 3 (2012) 238-245.

Катализаторы синтеза Фишера-Тропша на основе гидроксо-нитрат-карбонатов Со-Аl

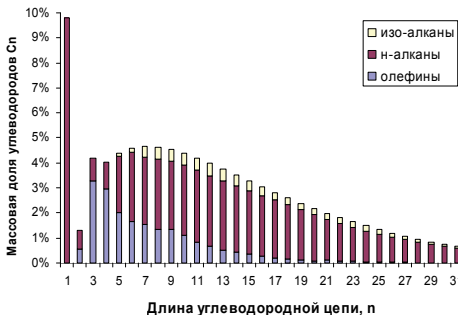
Сименцова И.И.¹, Хасин А.А.^{2,1}, Минюкова Т.П.¹, Юрьева Т.М.¹

¹Институт катализа СО РАН, Новосибирск

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск
khassinaa@mail.ru

Исследованы каталитические свойства Со-Аl катализаторов в процессе синтеза Фишера-Тропша (СФТ). Катализаторы получали термообработкой в инертной и водородсодержащей средах слоистого двойного гидроксида Со-Аl, приготовленного нанесением осаждением кобальта на δ - и γ -Al₂O₃ в условиях гидролиза мочевины и методом соосаждения кобальта и алюминия.

При температурах близких к 200°C в инертной среде протекает разложение гидроксо соединений и формирование фазы шпинели, описываемой формулой Со_{3-x}Аl_xО₄ (0 < x < 2) [1]. При этом нитратные и карбонатные группы могут оставаться в структуре анионно-модифицированного оксида до температур выше 400°C.



Показано, что образование гидроксо-нитрат-карбонатных Со-Аl предшественников со структурой гидроталькита обеспечивает получение катализаторов с производительностью в СФТ $\sim 0,34$ ГСН₂/Г_{кат}·ч при T = 210°C (изотермический реактор), P = 21 атм, СО:Н₂:N₂ = 3:6:1. Величина параметра $\alpha_{\text{АШФ}} = 0,87$;

распределение продуктов реакций СФТ по индивидуальным компонентам представлено на рисунке.

Исследование поддержано программой ФНИ Президиума РАН, проект V.47.3.3.

[1] Сименцова И.И., Хасин А.А., Минюкова Т.П., Давыдова Л.П., Шмаков А.Н., Булавченко О.А., Черепанова С.В., Кустова Г.Н., Юрьева Т.М.// Кинетика и катализ. 2012. Т. 53. № 4. С. 520.

Механохимический синтез оксикарбидных контактов для дефторирования экстракционной фосфорной кислоты и извлечения редкоземельных элементов

Смирнов Н.Н.¹, Ильин А.П.¹, Артамонов А.В.², Смирнова Д.Н.¹,
Платонов А.А.¹

¹*Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново*

²*ОАО «ФосАгро», Череповец
smirnov@isuct.ru*

В связи с ростом потребления фосфорной кислоты в настоящее время остро стоит проблема очистки ее от соединений фтора и извлечения редкоземельных элементов (РЗЭ). В качестве сорбентов хорошо себя зарекомендовали углеродные материалы, проявляющие высокую адсорбционную способность не только к примесям и РЗЭ, но и ускоряющие отгонку фтористых соединений. Измельчение осуществлялось в роliko-кольцевой вибромельнице VM-4. Использован углеродный материал, модифицированный оксидом кремния с различной химической активностью.

МХА приводит к образованию карбида и оксикарбида кремния, на что указывает появление интенсивных полос поглощения, характерных для колебаний Si-C. На рентгенограммах присутствуют четко выраженные рефлексы, соответствующие фазе β -SiC и аморфной фазе SiO₂, что соответствует оксикарбиду кремния общего состава SiO_xC_y, где $x < 2$, $y > 0$.

Оксид кремния, взаимодействуя с фтористым водородом, образует кремний фтористоводородную кислоту, при разложении которой выделяется SiF₄, более летучий, чем HF, а образующийся коллоидный осадок, содержащий в своем составе РЗЭ, адсорбируется на поверхности углеродного материала. Полученные результаты подтверждены данными синхронного термического анализа и масс-спектрометрией газов.

Получение кобальта Ренея для катализаторов синтеза Фишера-Тропша

Соломоник И.Г.^{1,2}, Грязнов К.О.¹, Мордкович В.З.^{1,2}

¹ФБГНУ ТИСНУМ, Москва, Троцк
²ООО «ИНФРА Технологии», Москва
solomonik@tisnum.ru

Создание высокоэффективных гранулированных катализаторов синтеза Фишера - Тропша, обладающих в 2-3 раза большей производительностью по жидким углеводородам C_{5+} , потребовало разработки технологии получения кобальта Ренея. Пористый металл, наряду с вводимым в состав композита Al, обеспечивает [1] реализацию необходимой для теплопереноса перколяционной сети и оптимизированной пористой структуры. При этом, за счёт развитой поверхности он обладает собственной каталитической активностью.

Обработана лабораторная технология получения непирофорного кобальта Ренея примерного состава $CoO_{0,75}$ с поверхностью по БЭТ около $16 \text{ м}^2/\text{г}$. Он охарактеризован методами ТПВ, оптической микроскопии; структурные параметры определены по физической сорбции азота на приборе Autosorb-1С. Препарат пассивирован в мягких условиях с целью увеличения технологичности приготовления катализатора в целом и ликвидации нарушений целостности оксидной плёнки алюминия.

При щелочной отмывке обнаружено ранее не обсуждавшееся в литературе по получению пористых металлов частичное растворение кобальта с образованием Co^{2+} (за счёт окисления водой) и дальнейшего перехода в окрашенный Co^{3+} . Расчёт по уравнению Нернста позволил определить экспериментальные параметры проведения процесса (количество сплава, объём воды и температура в реакторе) с целью минимизации потерь кобальта.

[1] Патент № 2405625 Ru от 10.12.2010

Комплексы $[M(NH_3)_4]CrO_4$ ($M=Pt, Pd$) как прекурсоры катализаторов глубокого окисления

Тупикова Е.Н., Платонов И.А., Лыкова Т.Н., Тимофеева М.,
Толстова Л.

*ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)», Самара
nil-6ssau@mail.ru*

В докладе представлены результаты исследований процессов термического разложения хроматов тетрааммин платины (II) и палладия (II) как в твердой фазе, так и в водном растворе при повышенных температурах (автоклавные условия), и показана возможность приготовления нанесенных катализаторов с использованием изученных реакций.

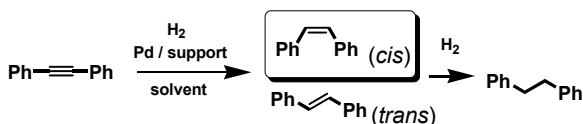
Методами термогравиметрии и дифференциальной сканирующей калориметрии, сканирующей электронной микроскопии в сочетании с энергодисперсионным рентгеновским микроанализом, ИК-Фурье спектроскопии показано, что и в твердой фазе на воздухе, и в растворе комплексы подвергаются внутримолекулярной окислительно-восстановительной реакции с образованием металлических дисперсных фаз платины или палладия и оксидных фаз хрома в степенях окисления от +5 до +3. Одновременное образование оксидных фаз и металлов способствует стабилизации металлических частиц в высокодисперсном состоянии.

Автоклавным термолизом комплексов были получены Pt-CrO_x и Pd-CrO_x катализаторы на носителе из нержавеющей стали. В модельной реакции глубокого окисления пропана многокомпонентные катализаторы проявляют более высокую активность и термическую стабильность по сравнению с платиновым и палладиевым катализаторами, полученными аналогичным образом из $[M(NH_3)_4]Cl_2$ ($M=Pt, Pd$).

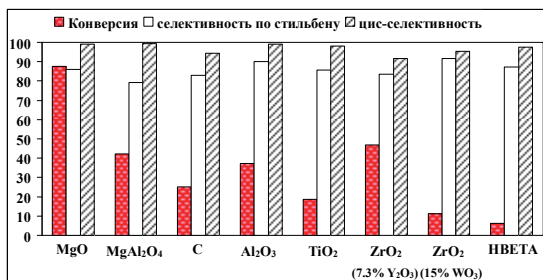
Высокоактивные Pd/MgO и Pd/ MgAl₂O₄ катализаторы гидрирования замещенных алкинов

Турова О.В., Машковский И.С., Марков П.В., Стахеев А.Ю.

Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва
turova@ioc.ac.ru



Каталитическое гидрирование толана в присутствии Pd, нанесенного на различные носители показало, что использование носителей, обладающих основными свойствами, позволяет получать высокоактивные катализаторы, обладающих высокой селективностью образования *цис*-стильбена (95-98%). В то же время увеличение кислотности носителя негативно сказывается на активности катализатора и стабильности его действия.



Влияние природы носителя на конверсию и выход продуктов реакции.

По данным ИК-спектроскопии адсорбированного CO, увеличение активности связано с возрастанием электронной плотности на наночастицах Pd.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 13-03-12176).

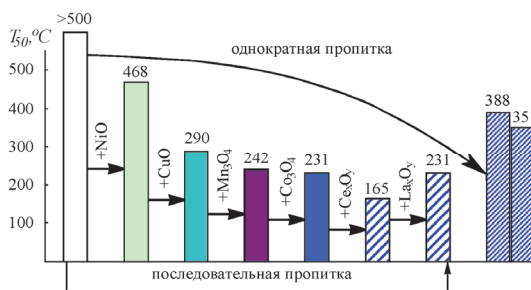
Получение, состав и каталитическая активность модифицированных оксидами переходных и редкоземельных металлов оксидных структур на алюминии

Тырина Л.М.¹, Руднев В.С.^{1,2}, Лукиянчук И.В.¹,
Устинов А.Ю.^{1,2}, Недозоров П.М.¹

¹Институт химии ДВО РАН СО РАН, Владивосток

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток
tyrinalm@ich.dvo.ru

Сочетанием методов плазменно-электролитического оксидирования и импрегнирования с последующим отжигом на алюминиевом сплаве Д16 получены оксидные катализаторы, содержащие кроме оксидов $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ от одного (Ni) до четырех оксидов переходных металлов (Ni, Cu, Mn, Co) и оксиды редкоземельных элементов (Ce, La). Сформированные композиты начинают катализировать реакцию окисления CO в области температур от 100 до 300°C. Согласно убывающей каталитической активности нанесенные катализаторы можно расположить в ряд Ni-Cu-Mn-Co-Ce > Ni-Cu-Mn-Co-Ce-La \approx Ni-Cu-Mn-Co > Ni-Cu-Mn > Ni-Cu > Ni.



Для наиболее активного катализатора Ni-Cu-Mn-Co-Ce на поверхности и в приповерхностном слое общей толщиной ~ 6 нм установлено наличие кислородных соединений Cu^+ , Cu^{2+} , Mn^{4+} , Co^{3+} , Ce^{3+} , Ce^{4+} , которые, по-видимому, и определяют каталитические свойства исследуемых оксидных систем.

Исследование каталитических покрытий, приготовленных методом холодного газодинамического напыления

Шикина Н.В.¹, Подъячева О.Ю.¹, Исагилов З.Р.^{1,2}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Институт углехимии и химического материаловедения, Кемерово
shikina@catalysis.ru*

Использование техники холодного газодинамического напыления для синтеза каталитических покрытий на металлических подложках является весьма перспективным. В отличие от термических методов напыления, таких, как плазменное, электродуговое, газопламенное, детонационное напыление, порошки не расплавляются в процессе напыления и формируют однородный по толщине слой с приемлемой пористостью для нанесения активного компонента.

В работе исследованы физико-химические свойства каталитических покрытий на металлической фольге, приготовленных методом холодного газодинамического напыления. Установлено влияние метода введения активных компонентов в покрытие на состояние Pd в матрице алюмооксидного носителя и определена взаимосвязь между наноструктурой активного компонента и активностью катализаторов в реакции окисления метана. Показано, что метод пропитки предварительно напыленного слоя оксида алюминия растворами прекурсоров обеспечивает равномерное распределение Pd и CeO₂ в профиле носителя, формирование наноразмерных частиц Pd и образование фазы взаимодействия между компонентами катализатора и носителя. Наночастицы Pd с размером 10-30 нм в оксидном состоянии в виде PdO и Pd_xCe_yO_z проявляют высокую активность в реакции окисления метана.

Влияние гидродинамики потока на теплоперенос в трубчатом реакторе синтеза Фишера-Тропша

Яковенко Р.Е., Савостьянов А.П., Нарочный Г.Б., Курков Д.С.

¹Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск
jakovenko@lenta.ru

Лимитирующей стадией в процессе теплообмена в синтезе углеводородов по методу Фишера-Тропша является перенос тепла от реакционного газового потока к стенке реактора. Выполнены расчеты по влиянию линейной скорости реакционного потока на коэффициент теплоотдачи (рис.1а). В проточном режиме коэффициент теплоотдачи изменяется по высоте слоя, так как при превращении синтез-газа снижается линейная скорость и изменяются теплофизические свойства реакционного потока. Результаты расчетов изменения коэффициента теплоотдачи и линейной скорости по высоте слоя катализатора на основе экспериментальных данных (ОСГ - 1000 ч⁻¹, конверсия СО-78%, давление -2,0 МПа) представлены на рис.1б.

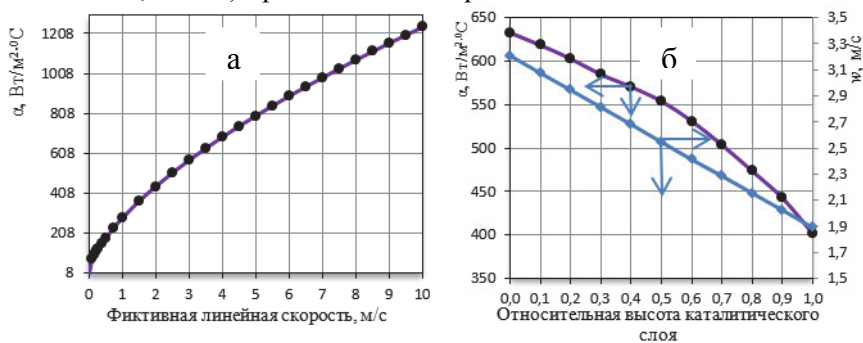


Рисунок 1 – а) – зависимость коэффициента теплоотдачи от фиктивной линейной скорости; б) изменения коэффициента теплоотдачи и линейной скорости по высоте каталитического слоя

Работа подготовлена по результатам, полученным в ходе выполнения проекта №2945 государственного задания № 2014/143 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки.

Моделирование процесса газофазной полимеризации пропилена в кипящем слое катализатора

Алиев А.М., Мамедов Э.М., Алиев Г.С.

*Институт химических проблем им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
chemproblem@mail.ru*

Приведены результаты по разработке математической модели процесса получения полипропилена газофазной полимеризацией пропилена в кипящем слое катализатора.

Полимеризация пропилена в газовой фазе является основным способом производства полипропилена. Недостатки присущие способам полимеризации в растворе и массе при газофазной полимеризации пропилена, проводимой в кипящем слое катализатора, отсутствуют.

Учитывая актуальность проблемы [1-2], мы разработали математическую модель процесса, которая включает в себя уравнения материального и теплового баланса, уравнение кинетики с функцией дезактивации катализатора.

При математическом моделировании данного процесса использована трехфазная модель для неизотермического адиабатического реактора с кипящим слоем катализатора. В реакторе с адиабатическим режимом отсутствует теплообмен с окружающей средой и тепловой эффект химической реакции полностью затрачивается на изменение температуры реакционной смеси. Для пузырьковой фазы принята модель идеального вытеснения, а для плотной и твердой фаз аксиально-дисперсионная модель. Предложено кинетическое уравнение для данного процесса с учетом дезактивации катализатора.

Литература:

- [1] *Levenspiel O.* Chemical reaction engineering. Wiley. 1999. 668 p.
- [2] *Meier G.B.* Fluidized Bed Reactor for Catalytic Olefin Polymerization. Enschede, The Netherlands. 2000. 129 p.

Мезопористые аморфные алюмосиликаты в олигомеризации октена-1

Аглиуллин М.Р.¹, Ибрагимова Э.Н.², Бубеннов С.В.¹,
Григорьева Н.Г.¹, Кутепов Б.И.¹

¹ФГБУН Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа

²ФГБОУ Башкирский государственный университет, Уфа
MaratRadikovich@mail.ru

С целью разработки гетерогенно-каталитического способа получения практически важных олигомеров высших α -олефинов [1] изучена олигомеризация октена-1 в присутствии мезопористых аморфного алюмосиликата с модулем $M=20\div 180$. Мезопористые алюмосиликаты получали золь-гель синтезом [2] с использованием олигомерных эфиров ортокремневой кислоты и нитрата алюминия. Полученные образцы охарактеризованы с помощью методов низкотемпературной адсорбции-десорбции азота, ИК-спектроскопии, термопрограммируемой десорбции аммиака.

Олигомеризацию октена-1 проводили в непрерывно вращающихся автоклавах при нагревании. Массовое содержание катализатора в расчете на олефин составляет 10-30%.

Установлено, что продуктами олигомеризации октена-1 в присутствии мезопористых алюмосиликатных катализаторов являются олигомеры со степенью олигомеризации $n=2-4$. Конверсия октена в изученных условиях ($T=150-200$ °С, $\tau = 3-5$ ч) достигает 100%, селективность образования димеров – 40÷55%, тримеров – 25÷35%, тетрамеров – 5÷15%.

Изучено влияние физико-химических характеристик полученных алюмосиликатов и условий олигомеризации на конверсию октена-1 и селективность образования олигомеров.

Литература:

- [1] *Цветков О.Н.* Поли- α -олефиновые масла: Химия, технология и применение. М.: Техника.- 2006.- 192 с.
[2] *Brinker, C. J., Scherer, G.W.* // Sol-Gel Science: The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing. Academic Press, 1990. 908 p

Исследование кинетики каталитической пероксидной окислительной деструкции фенола в присутствии цеолита Cu-ZSM-5

Аюшеев А.Б.¹, Таран О.П.^{1,2}, Яшник С.А.¹, Загоруйко А.Н.¹,
Исмагилов З.Р.¹, Пармон В.Н.^{1,3}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный технический университет,
Новосибирск*

³*Новосибирский государственный университет, Новосибирск
a.ayushev@gmail.com*

Целью данной работы являлось исследование реальной кинетики пероксидного окисления фенола в стационарном и проточном режиме в присутствии катализатора Cu-ZSM-5 и разработка на базе результатов кинетических исследований адекватной математической модели протекания процессов.

Исследования реальной кинетики пероксидного окисления фенола в статическом реакторе были проведены в присутствии наиболее активных медьсодержащих катализаторов (0.5-1% Cu-ZSM-5-30), при варьировании температуры процесса, соотношения реагентов, состава катализаторов.

Для изучения кинетики реакции окисления фенола в проточных условиях нами был приготовлен ряд гранулированных катализаторов 1.5%Cu/80%Н-ZSM-5(30)20%Al₂O₃, различающихся формой и размером гранул, а также сотовых блочных катализаторов с различной плотностью ячеек. Из полученных данных можно сделать вывод о том, в проточном режиме прослеживается четкая зависимость между геометрической поверхностью катализаторов и скоростью окисления субстрата. На базе результатов кинетических исследований была разработана адекватная математическая модель процессов, как в стационарном, так и в проточном режиме.

Каталитические испытания выполнены при финансовой поддержке РФФИ 12-03-90404-Укр_а. Приготовление и исследования цеолитных образцов были проведены при поддержке РНФ 14-13-01155.

Влияние адсорбированной воды на фотокаталитическое окисление СО

Барсуков Д.В., Субботина И.Р.

*Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва
barsukovdenis@mail.ru*

Способ фотокаталитической очистки широко применяется для удаления из воздуха органических загрязнителей, однако в отношении окиси углерода этот метод традиционно считается малоэффективным в условиях реального воздуха, по причине конкуренции между H_2O и CO за адсорбционные места [1].

В работе было изучено влияние адсорбированной воды на скорость реакции окисления CO кислородом под действием УФ-излучения для различных фотокатализаторов. Были исследованы образцы TiO_2 разных марок, $0,2\%\text{Pt}/\text{TiO}_2$ и силикагель с нанесенными ионами молибдена.

Обнаружено, что при заполнении поверхности TiO_2 водой до монослойного покрытия скорость фотоокисления CO проходит через максимум. При этом на вакуумированном выше 350°C TiO_2 реакция идет медленно, а при монослойном и выше покрытии водой поверхности TiO_2 , практически полностью тормозится. В то же время, скорость этой реакции на $\text{Mo}^{6+}/\text{SiO}_2$ максимальна на образцах, предварительно дегидроксилированных при температуре 500°C , и монотонно уменьшается до нулевых значений при повышении содержания воды на поверхности. Сделано предположение о различных механизмах протекания реакции фотоокисления CO на вакуумированном TiO_2 и на TiO_2 в присутствии адсорбированной воды.

Установлено, что в отсутствии адсорбированной воды на дегидроксилированных фотокатализаторах активность падает в ряду $2,5\text{Mo}^{6+}/\text{SiO}_2 > 0,2\%\text{Pt}/\text{TiO}_2$ (Hombikat UV 100) $> \text{TiO}_2$ (Hombikat UV 100) $> \text{TiO}_2$ (Degussa P25), а при покрытиях водой порядка половины монослоя в ряду TiO_2 (Hombikat UV 100) $> 0,2\%\text{Pt}/\text{TiO}_2 > \text{TiO}_2$ (Degussa P25) $> 2,5\text{Mo}^{6+}/\text{SiO}_2$

Литература:

[1] *Einaga H., et al.* // J. Phys. Chem. B. 2003. V. 107, P. 9290

Исследование реакции каталитического разложения нитрата аммония на кернах нефтяных пород

Батыгина М.В., Добрынкин Н.М., Носков А.С.

*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
dbn@catalysis.ru*

Одной из перспективных технологий повышения нефтеотдачи нефтяных пластов является применение нагрева пласта за счет химического разложения бинарных смесей (БС), при этом компоненты БС (растворы нитрата аммония и катализатор разложения) закачивают раздельно по отдельным каналам[1]. В реакции разложения БС, протекающей на забое скважины, выделяются горячие газы, которые под давлением входят в пласт и в нефть, приводя к насыщенности нефти газом и снижению вязкости нефти, которая может двигаться в режиме напорного дренажа из пласта в скважину и в режиме газлифта - по скважине на поверхность. Современный уровень технологии БС для повышения нефтеотдачи не позволяет осуществлять управляемое протекание процесса разложения нитрата аммония. Возможным методом контроля над процессом может стать применение специально разработанных катализаторов разложения для использования в нефтяных пластах или использование в качестве катализаторов непосредственно нефтяных пород при условии обнаружения их каталитической активности в отношении упомянутой реакции.

В данной работе проведено исследование процесса разложения нитрата аммония при различных температурах и давлениях с использованием кернов горных пород различных нефтяных месторождений и показана возможность применения их каталитических свойств для управления протеканием процесса разложения нитрата аммония.

Литература:

[1] Мержанов А.Г., Лунин В.В., Леменовский Д.А., Александров Е.Н., Петров А.Л., Лиджи-Горяев В.Ю.//Наука и технологии в промышленности.2010. Т.2. С.1.

Пероксополиоксовольфраматы в реакции окисления α -алкенов пероксидом водорода в условиях межфазного катализа

Бердникова П.В., Канажевский В.В., Чесалов Ю.А., Оленева П.В.,
Кочубей Д.И., Пай З.П.

*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
polina@catalysis.ru*

Исследованию пероксокомплексов молибдена и вольфрама уделяется большое внимание во всем мире в связи с тем, что катализаторы на их основе в сочетании с катализаторами межфазного переноса – четвертичными аммониевыми солями - являются перспективными для проведения реакций окисления органических соединений с использованием экологически благоприятного и дешевого окислителя - пероксида водорода [1-3].

В данной работе с помощью методов EXAFS-, ИК- и КР-спектроскопии изучены катализаторы на основе тетра(оксодипероксовольфрамо)фосфата $\{PO_4[WO(O_2)_2]_4\}^{3-}$.

Также оценена возможность получения карбоновых кислот, находящих широкое применение в пищевой промышленности, парфюмерии, медицине, а также в производстве различных продуктов химической промышленности. Исследования проводились на примере реакции окисления линейных α -алкенов (октена-1 и децена-1) до гептановой и нонановой кислот, соответственно, 30%-ным водным раствором пероксида водорода в присутствии катализатора на основе тетра(оксодипероксовольфрамо)фосфата $\{PO_4[WO(O_2)_2]_4\}^{3-}$. Окисление эффективно протекает за 3 часа с образованием соответствующих кислот с выходом порядка 80-90%.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект, № 12-03-00173); Отделения химии и наук о новых материалах РАН (проект № 5.7.3).

Литература:

- [1] *Venturello C. et al.* // J. Mol. Catal. Ser. A, Chem. 1985. Vol. 32. P. 107.
- [2] *Noyori R., Aoki M., and Sato K.* // Chem. Commun. 2003. №16. P. 1977.
- [3] *Kochubey D.I. et al.* // J. Mol. Catal. A: Chemical. 2013. V. 366. P. 341.

Приготовление нанесенных Pt/SO₄/ZrO₂/Al₂O₃ катализаторов для изомеризации C₅-C₆ алканов

Бикметова Л.И.¹, Казанцев К.В.¹, Затолокина Е.В.¹, Кирьянов Д.И., Смоликов М.Д.^{1,2}, Белый А.С.^{1,2}

¹*Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, Омск*

²*Омский государственный технический университет, Омск*

lbikmetova@ihcp.ru

Изомеризация C₅-C₆ алканов является одним из эффективных процессов нефтепереработки, позволяющим получать компоненты высокооктановых бензинов. Катализаторы на основе сульфатированного диоксида циркония (SZ) занимают устойчивую позицию и широко применяются на современных установках изомеризации. SZ-катализаторы сочетают в себе высокую активность, устойчивость к ядам, работают в благоприятном интервале температур 140-220°C и содержат 75-80 % мас. оксида циркония.

В работе были изучены нанесенные Pt/SZ/Al₂O₃ катализаторы изомеризации, приготовленные методом термолиза сульфата циркония в порах носителя. Содержание активного компонента (SZ) в катализаторах составляет 25-30% мас. Испытания в реакции изомеризации н-гексана показали, что при температуре 140-160°C нанесенные катализаторы обеспечивают выход суммы 2,2- и 2,3-диметилбутанов на уровне 34-36% мас. при выходе стабильного катализата C₅₊ на уровне 96-98% мас.

Полученные результаты свидетельствуют, что нанесенные Pt/SZ/Al₂O₃ катализаторы, в которых содержание активного компонента (SZ) в 2-2,5 раза ниже, чем для аналогичных по качеству массивных катализаторов, могут быть использованы для изомеризации C₅-C₆ фракций с целью получения высокооктанового компонента. Нанесенные катализаторы по качеству продуктов изомеризации (выход изомеров, глубина изомеризации, октановое число) сопоставимы с массивными катализаторами изомеризации на основе сульфатированного диоксида циркония.

СЗ СД-08

**Сульфокатионнообменные смолы катализаторы
синтеза диеновых мономеров взаимодействием
олефинов с формальдегидом**

Богачева Т.М., Ахмедьянова Р.А., Буркин К.Е., Юнусова Л.М.,
Лиакумович А.Г.

*ФБГОУ ВПО Казанский национальный исследовательский
технологический университет, Казань
achra108@rambler.ru*

Бутадиен-1,3 и изопрен (2-метилбутадиен-1,3) являются ключевыми мономерами для производства синтетических каучуков.

Сегодня промышленные технологии получения этих мономеров основываются на энергоемких методах дегидрирования, либо, в случае изопрена конденсации водного раствора формальдегида с изобутиленом в присутствии гомогенных кислотных катализаторов – серная, фосфорная, щавелевая, отличающегося к тому большим количеством отходов и сточных вод.

Создаются новые экологичные и энергосберегающие методы одностадийных синтезов изопрена из соответствующих олефинов или спиртов и безводного источника 1,3,5-триоксана с использованием гетерогенного катализатора - катионообменной смолы.

Подобраны оптимальные условия синтеза изопрена из 1,3,5-триоксана и триметилкарбинола, обеспечивающие выход изопрена 88,8 % при селективности по изопрену – 89,8 %.

Показана принципиальная возможность синтеза бутадиена-1,3 из 1,3,5-триоксана и изопропилового спирта. Установлено, что выход бутадиена-1,3 зависит от марки используемой катионообменной смолы.

Хромсодержащие катализаторы дегидрирования С₄-С₅ углеводов в стационарном слое

Бугрова Т.А., Бирюкова К.А., Литвякова Н.Н., Мамонтов Г.В.

Томский государственный университет, Томск
bugrova.tatiana@gmail.com

Процессы получения олефиновых углеводов широко применяются в химической и нефтехимической промышленности. Катализаторы, содержащие в качестве активного компонента кислородные соединения хрома, имеют большое промышленное значение и используются в процессах дегидрирования парафиновых углеводов. Процесс дегидрирования проводят в реакторе с кипящим слоем катализатора. Однако дегидрирование углеводов в стационарном слое катализатора является более выгодным, как с точки зрения простоты аппаратного оформления, так и увеличения выхода целевого продукта. В связи с этим актуальной является разработка высокоэффективных и стабильных катализаторов для реализации процесса дегидрирования со стационарным слоем катализатора.

Целью настоящей работы является исследование влияния свойств поверхности носителя на состояние и распределение активного компонента (оксидов хрома) и каталитические свойства в реакции дегидрирования изобутана. В качестве носителей использовали ZrO_2 , SiO_2 и Al_2O_3 , как наиболее распространённые носители для этих катализаторов. Методом пропитки по влагеёмкости синтезированы катализаторы с содержанием хрома, соответствующим монослойному покрытию. Показано, что состояние нанесённого хрома различно для выбранных носителей. Наибольшую удельную каталитическую активность проявляют Cr_2O_3/ZrO_2 катализаторы, в которых значительная часть хрома находится в состоянии Cr (VI), при восстановлении которого формируются дисперсные частицы Cr_2O_3 , высокоактивные в реакции дегидрирования. В ходе работы предложены подходы по созданию катализаторов дегидрирования изобутана в стационарном слое на основе Cr_2O_3 , нанесённого на Al_2O_3 и SiO_2 , модифицированные оксидом циркония.

СЗ СД-10

Влияние зауглероживания носителя на свойства CoMo/C/Al₂O₃ катализаторов в гидродеоксигенации олеиновой кислоты

Варакин А.Н., Сальников В.А., Никульшин П.А.

*Самарский государственный технический университет,
Самара,
varan.d@mail.ru*

В зависимости от степени взаимодействия с носителем различают два типа активного компонента катализаторов гидроочистки: CoMoS фазу I типа и II типа. Последняя проявляет более высокую активность в реакциях гидрирования и гидрообессеривания [1]. Ранее [2] было показано, что зауглероживание носителей приводит к увеличению содержания CoMoS фазы II типа.

Целью работы являлось исследование влияния степени зауглероживания носителя на свойства катализаторов CoMo/C/Al₂O₃ в гидродеоксигенации (ГДО) олеиновой кислоты.

Содержание углерода оказывает значительное влияние на каталитические свойства приготовленных катализаторов. Активность катализаторов проходит через максимум при возрастании содержания углерода на носителе, также как и селективность маршрута гидрирования по отношению к декарбоксилированию. Катализатор на основе 2 мас. % углерода проявил максимальную активность и селективность. В то же время зауглероживание Al₂O₃ позволяет существенно (с 30 до 4 %) снизить степень дезактивации катализаторов после 48 ч непрерывных испытаний.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-03-97079.

Литература:

- [1] Н. Topsøe, B.S. at /Catalysis – Science and Technology. Hydrotreating catalysis. Eds. J.R. Anderson, M. Boudart. 11 (1996) 310 p.
- [2] P.A.Nikulshin et al. /Journal of Catalysis 309 (2014) 386–396.

Каталитический синтез ароматических карбоновых кислот прямым окислением углеводов

Воробьев П.Б., Саурамбаева Л.И., Михайловская Т.П.,
Югай О.К., Серебрянская А.П.

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»,
Алматы, Казахстан
pavel.vr@mail.ru*

Ароматические карбоновые кислоты - бензойная, никотиновая и изоникотиновая относятся к числу важных промежуточных продуктов для получения лекарственных препаратов, стимуляторов роста сельскохозяйственных культур и ряда других биологически активных соединений. Перспективным методом синтеза этих карбоновых кислот является прямое парофазное окисление метилбензола и метилпиридинов кислородом воздуха на оксидных катализаторах.

Найдены эффективные катализаторы для окисления толуола в бензойную кислоту, а также β - и γ -пиколинов в никотиновую и изоникотиновую кислоты, обеспечивающие высокую конверсию исходных соединений и синтез кислот при низких температурах, что препятствует их декарбоксилированию и способствует повышению выхода. Показана возможность осуществления направленного воздействия на окислительно-восстановительный механизм действия катализаторов путем подбора соответствующих промоторов. Основным компонентом испытанных катализаторов является V_2O_5 , а промоторами служат оксиды Ti, Cr, Zr и Al. На основе выявленных закономерностей и особенностей прямого окисления метилпроизводных бензола и пиридина кислородом воздуха на оксидных катализаторах найдены оптимальные условия реакции, позволяющие получать бензойную кислоту с выходом 65 %, а никотиновую и изоникотиновую кислоты соответственно с выходом 70 % и 80 % при селективности их образования 97-99 %.

Работа выполнена в рамках договоров №47 от 4.02.2013 и №603 от 15.04.2013 с КН МОН РК.

Селективное окисление водорода в среде контактного газа дегидрирования этилбензола

Гладышев Н.Г.¹, Котельников Г.Р.²

¹ФГБОУ ВПО СамГТУ, Самара

²ОАО НИИ «Ярсинтез», Ярославль
nick.gladishev@yandex.ru

Водородсодержащий газ (ВСГ) в производстве стирола образуется при протекании целевой и побочных реакций адиабатического процесса дегидрирования этилбензола. Для компенсации эндотермического эффекта целевой реакции может использоваться межступенчатый окислительный модуль (МОМ), где водород конвертируется в водяной пар с выделением тепла. Разработаны теоретические основы, методика и техника эксперимента, изучены закономерности селективного окисления водорода в составе контактного газа дегидрирования (модельные смеси) на платиноидных катализаторах. Высокая селективность окисления водорода в смеси с ароматическими углеводородами и водяным паром позволяет использовать МОМ для компенсации эндотермического эффекта с одновременной химико-энергетической утилизацией части ВСГ. Дополнительные эффекты обусловлены смещением равновесия реакции дегидрирования и химическим получением водяного пара. Прогнозирование эффективности МОМ выполнено на основе экспериментальных данных и моделирования реактора дегидрирования с использованием кинетических моделей для промышленных катализаторов при описании процесса системой дифференциальных уравнений для гидродинамики идеального вытеснения. Для промышленного реакторного блока расчетный объем МОМ составил 0,66 м³ при высоте аксиального слоя 0,20 м. Вторичный ВСГ может использоваться для каталитического генерирования теплоносителя с его использованием в замкнутом контуре.

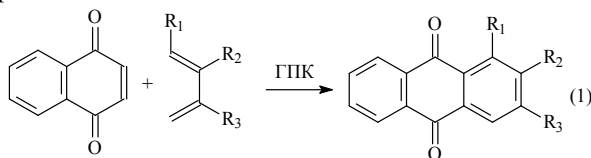
One-pot процесс получения замещенных антрахинонов диеновым синтезом в присутствии растворов Мо-V-P гетерополиоксидов

Гогин Л.Л., Жижина Е.Г.

*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
gogin@catalysis.ru*

Кислотно-каталитическую конденсацию замещенных 1,3-бутадиенов с *para*-хинонами и окисление получаемых аддуктов можно проводить как одну технологическую операцию в присутствии водных растворов Мо-V-P гетерополиоксидов (ГПК) общего состава $H_aP_xMo_yV_zO_b$. Эти растворы обладают бифункциональными каталитическими свойствами, являясь одновременно сильными бренстедовскими кислотами и достаточно сильными обратимо действующими окислителями ($E \sim 1$ В). Конденсация 1,4-нафтохинона (НХ) с 1,3-бутадиеном в растворах высокованадиевых ГПК брутто-составов $H_{15}P_4Mo_{18}V_7O_{89}$ и $H_{17}P_3Mo_{16}V_{10}O_{89}$ в присутствии смешивающихся с водой органических растворителей (ацетона, 1,4-диоксана) приводит к 9,10-антрахинону с выходом около 70 % и чистотой до 97 % при полной конверсии НХ [1].

Реакция между НХ и замещенными 1,3-бутадиенами в аналогичных условиях позволяет получать замещенные антрахиноны с выходами до 90 % и чистотой до 99 % (схема 1).



Здесь $R_1 = H, CH_3$; $R_2 = H, CH_3, Cl$; $R_3 = H, CH_3$.

Растворы катализаторов регенерируются кислородом в отдельной стадии и используются многократно.

Литература:

[1] Gogin L.L., Zhizhina E.G. // Modern research in Catalysis. 2013. № 2. P. 90.

Катализаторы на основе Ag/SiO₂ для превращения этанола

Грабченко М.В.¹, Соболев В.И.², Зайковский В.И.²,
Водянкина О.В.¹, Мамонтов Г.В.¹

¹*Томский государственный университет, Томск*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова, Новосибирск*
marygra@mail.ru

Переработка возобновляемых источников сырья становится всё более приоритетной для развития химической промышленности. Биоэтанол является ценным возобновляемым сырьём для получения многих органических соединений. Так, при дегидрировании этанола на нанесённых катализаторах могут быть получены ацетальдегид и, не менее ценный продукт, водород. Целью настоящей работы является исследование закономерностей превращения этанола на поверхности серебросодержащих катализаторов для разработки эффективных катализаторов переработки этанола (и биоэтанола) в ацетальдегид и водород.

Показано, что при дегидрировании и окислительном дегидрировании этанола с использованием катализаторов на основе дисперсного серебра (размер частиц <5 нм), нанесённого на мезопористый силикагель, может быть получен ацетальдегид высокой чистоты (селективность по ацетальдегиду составляет ~100 % в достаточно широком диапазоне температур). При более высоких температурах в режиме окислительного дегидрирования в качестве основного побочного продукта образуется CO₂. Введение наноструктурированных оксидов переходных металлов (CeO₂, MnO_x и др.) на поверхность Ag/SiO₂ катализаторов приводит к увеличению активности, как в режиме дегидрирования, так и окислительного дегидрирования.

Таким образом, предложенные наноструктурированные Ag/SiO₂ катализаторы позволяют получать ацетальдегид высокой чистоты из доступного сырья (этанола или биоэтанола), а также получать водород в качестве со-продукта. Процесс получения ацетальдегида и водорода из этанола или биоэтанола представляется весьма перспективным для малотоннажной химии.

Катализатор гидроизомеризации среднедистиллятных фракций

Груданова А.И.^{1,2}, Гуляева Л.А.¹, Красильникова Л.А.¹

¹ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт по
переработке нефти», Москва

²РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, Москва
a.i.grudanova@yandex.ru, GrudanovaAI@vniinpr.ru

На современном этапе развития нефтепереработки и нефтехимии приоритетное значение приобретают работы по созданию новых каталитических систем, конкурентоспособных на рынке, использование которых позволяет организовать технологические процессы в соответствии с принципами энерго- и ресурсоэффективности и обеспечить получение продукции современного уровня качества.

В рамках настоящего проекта проведены исследования, направленные на получение значимых научных результатов в области создания катализатора гидроизомеризации среднедистиллятных фракций, в том числе с целью получения дизельного топлива для холодных климатических зон. Особенностью предложенного катализатора является наличие в системе в сочетании с цеолитными компонентами диоксида циркония, модифицированного вольфрамат-анионами. Для повышения стабильности и усиления гидрирующей активности осуществлялось введение металлического компонента из ряда элементов VI и VIII групп Периодической системы. Проведено сравнение каталитической активности и селективности образцов катализаторов на основе благородных и переходных металлов, изучено влияние промотирования катионами металлов. Подобрана композиция катализатора, эффективного в изомеризации длинноцепочечных нормальных алканов при минимизации степени крекинга углеводородов исходного сырья. Сформулированы требования к сырью и технологическим параметрам ведения процесса гидроизомеризации с использованием предложенного катализатора.

СЗ СД-16

Каталитическое гидротииолирование алкинов с ковалентно связанными остатками ионных жидкостей

Дегтярёва Е.С., Анаников В.П.

*Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН, Москва
ed@ioc.ac.ru*

Металлокомплексный катализ – активно развивающееся направление современной химии. В результате повышенного интереса к этой области были разработаны высокоэффективные каталитические системы, позволяющие селективно и с высокими выходами синтезировать винилсульфиды различного строения [1].

В ходе проводимых в данном направлении исследований было замечено, что возможно селективное проведение реакции не только с индивидуальными веществами, но и со смесью веществ, благодаря изменению структуры катализатора [2]. Практическая значимость этого явления возрастает, если в качестве одного из реагентов использовать смесь веществ природного происхождения.

Одним из доступных способов анализа таких систем является масс-спектрометрия высокого разрешения с ионизацией электрораспылением (ЭРИ-МС). В результате, для проведения анализа были синтезированы алкины, содержащие хорошо ионизирующиеся группы: дихлорфталимидную и имидазольную, а также алкины - ионные жидкости на основе *n*-метил имидазола и трифенилфосфина. Синтезированные алкины, как и их продукты присоединения, характеризуются высокой относительной интенсивностью сигнала в ЭРИ-МС.

Литература:

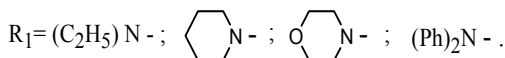
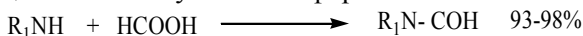
- [1] Beletskaya I.P., Ananikov V.P.// Chem. Rev. 2011, 111 (3), 1596-1636.
- [2] Ananikov V.P., Orlov N.V., Zalesskiy S.S., Beletskaya I.P., Khrustalev V.N., Morokuma K., Musaev D.G.// J. Am. Chem. Soc. 2012, 134 (15), 6637-6649.

N-метил пирролидон гидросульфат в качестве катализатора для формилирования гетероциклических N-N связей

Джабраилзаде Ш.З., Мурсалов Н.И., Небиева Р.И., Бадалова Г.Н.,
Талыбов А.Г.

*Институт нефтехимических процессов
им. акад. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
cebrayilzadeshebnem@rambler.ru*

Одной из фундаментальных задач, стоящих перед химиками-органиками, является создание эффективных методов синтеза. Нами разработан новый подход проведения реакции N-формилирования N-N содержащих аминов и муравьиной кислоты, основанной на использование в качестве катализатора ионной жидкости – соли N-метил пирролидона, содержащего сульфат анионы (NMHS).
Общая схема получения N- формиламинов:



Структура синтезированных соединений доказана современными спектроскопическими методами. Синтезированные N- формилсодержащие соединения характеризуются биологической активностью. Экспериментальная простота, легкое выделение продуктов реакции, мягкие условия реакции, хорошие выходы – все это должно привлечь внимание химиков- органиков.

О путях уменьшения содержания медного компонента при сохранении высокой активности катализатора низкотемпературной конверсии монооксида углерода

Долгов В.В.¹, Шевелева Е.Е.¹, Ашуров Н.Р.¹, Усманова М.М.¹,
Дадаходжаев А.Т.²

*¹Институт химии и физики полимеров Академии наук Республики
Узбекистан, Ташкент, Республика Узбекистан*

*²ОАО «Максам-Чирчик», Чирчик, Республика Узбекистан
dolgov.valentin@gmail.com*

Снижение себестоимости катализаторов без ущерба их каталитических свойств является актуальной задачей.

Нами показано, что определяющую роль на активность катализатора, оказывает структура гидроксокарбоната меди/цинка. Выявлено, что гидроксо-карбонат меди/цинка со структурой аурихальцита образует твердый раствор оксидов с максимальной искаженностью кристаллической решетки CuO. При восстановлении последнего возможно получить кластеры металлической меди с высокой площадью активной поверхности. Ультразвуковая обработка суспензии аурихальцита позволила получить наночастицы < 700 нм. Смешение наноразмерного Al₂O₃ с высокодисперсным прекурсором позволило получить оксидный катализатор с высокой активностью, термической стабильностью и селективностью при содержании CuO 30-35 масс.%.

Подготовлена техническая документация для приготовления опытной партии катализатора в цехе «Катализатор» ОАО «Максам-Чирчик».

Синтез и исследование свойств чувствительных к дневному свету композиционных фотокатализаторов

Исаев А.Б., Шабанов Н.С., Оруджев Ф.Ф., Гасанова Ф.Г.

ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»,
Махачкала
abdul-77@yandex.ru

Пионерские работы А. Фуджишима в 1970 году открыли путь для широкого применения диоксида титана при конверсии солнечной энергии [1]. Диоксид титана является одним из наиболее используемых в фотокатализе материалов из-за его дешевизны, нетоксичности, устойчивости к облучению и легкого синтеза [2]. Повышение фотокаталитической активности диоксида титана достигается путем допирования в структуру TiO_2 различных элементов [3].

Индивидуальный диоксид титана имеет неудовлетворительные механические свойства и низкую удельную поверхность, в связи с чем TiO_2 наносят на пористые оксидные носители (SiO_2), используемые для увеличения удельной поверхности, механической и термической прочности, повышения селективности полученных на их основе катализаторов [4].

Диоксид титана в комбинации с оксидами других элементов входит в состав целого ряда композитов, обладающих по сравнению с исходным TiO_2 более высокими фотокаталитическими свойствами.

Нами синтезированы композиционные фотокатализаторы на основе оксидов металлов, таких как TiO_2 , Cu_2O , CuO и Fe_2O_3 и диоксида кремния, модифицированные неметаллами, исследована их морфология, элементный состав и фотокаталитическая активность при окислении органических красителей.

Литература

[1] *Fujishima A.* // *Nature*. 1972. V. 238. P. 37.

[2] *Gupta S.M., Tripathi M.* // *Cent. Eur. J. Chem.* 2012. V. 10. P. 279.

[3] *Chen X., Mao S.S.* // *Chem. Rev.* 2007. V. 107. №7. P. 2891.

[4] *Kibombo H.S., Peng R., Rasalingam S., Koodali R.T.* // *Catal. Sci. Technol.* 2012. V. 2. №9. P. 1737

Гидрирование фенолов в ионных жидкостях на наночастицах родия

Караханов Э.А., Максимов А.Л., Куклин С.Н.

*Химический факультет,
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Москва
kuklinsergey.msu@gmail.com*

В работе предложена новая каталитическая система для гидрирования фенолов в ионных жидкостях на основе наночастиц родия, стабилизированных полиакриловой кислотой [1]. Показано, что высокие выходы продуктов реакции, близкие к количественным, достигаются в ионных жидкостях, содержащих тетраалкиламмонийный катион. При этом значительно снижено время проведения реакции и смягчены условия по сравнению с системами на основе имидазолиевых ионных жидкостей. Методами ПЭМ и РФЭС установлено, что использование ионных жидкостей существенно увеличивает дисперсность и снижает агрегацию наноразмерных частиц за счет включения в поверхностный слой наряду с полиакриловой кислотой катионов ионной жидкости.

В данной работе представлены результаты по катализируемому родиевыми частицами гидрированию фенолов и их производных в тетралкиламмониевой ионной жидкости как с использованием циклодекстринов различного строения, так и в их отсутствии. Установлено, что введение в каталитическую систему как немодифицированных циклодекстринов, так и ряда замещенных циклодекстринов, способных к образованию комплексов типа гость-хозяин [2], приводит к существенному изменению селективности как по продуктам гидрогенолиза, так и гидрирования.

Литература:

- [1] Максимов А.Л., Куклин С.Н., Кардашева Ю.С., Караханов Э.А. // Нефтехимия. 2013. Т. 53. № 3. С. 1-8
[2] Караханов Э.А., Максимов А.Л., Рунова Е.А. // Успехи химии. 2005. Т. 74, № 1. С. 104-119

Совершенствование технологии переработки бензиновой фракции 85-180 °С для производства автобензинов класса 5

Кирьянов Д.И.¹, Белый А.С.^{1,2}, Смоликов М.Д.^{1,2}, Белопухов Е.А.¹, Шкуренок В.А.¹

¹*Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, Омск*

²*Омский государственный технический университет*

lsmt-omsk@yandex.ru

Процесс каталитического риформинга бензиновых фракций является базовым для производства автобензинов. Средняя доля риформата в автобензинах на НПЗ России составляет 50 %, а на некоторых достигает 70 %. В настоящее время требования по качеству автобензинов определены техническим регламентом, в том числе для классов 4 и 5 содержание ароматических углеводородов должно быть не более 35 % об, а бензола – не более 1 % об. Таким образом, существует необходимость увеличения жесткости процесса риформинга при ограничении содержания ароматических углеводородов, в том числе бензола.

В настоящей работе представлен вариант оптимизации существующей технологии риформинга с неподвижным слоем катализатора, который позволяет на основе риформата (до 70 %) производить автобензины класса 5 с ИОЧ равным 95. Сущность предлагаемой технологии заключается в проведении процесса риформинга на существующей установке с получением продукта с ИОЧ 94-95 и последующим выделением бензол- и гептан-содержащей фракции для дальнейшей переработки. Гидрооблагораживание выделенной фракции осуществляется на дополнительном блоке путем гидроизомеризации бензола преимущественно до метилциклопентана и глубокой изомеризации гептанов с получением ди- и тризамещенных изомеров. Данный процесс позволяет увеличить октановое число риформата до 100-102 при относительно низком содержании ароматических углеводородов. Дополнительным преимуществом является снижение содержания бензола в 3-5 раз и увеличение длительности цикла до двух лет и более.

Каталитический гидролиз и гидротермолиз систем хранения водорода на основе NH_3BH_3

Комова О.В., Кайль Н.Л., Озерова А.М., Нецкина О.В.,
Одегова Г.В., Симагина В.И.

Институт катализа СО РАН, Новосибирск
komova@catalysis.ru

Использование H_2 в качестве энергоносителя требует решения важной задачи его хранения. Интерес к комплексным гидридам, как системам хранения химически связанного водорода, обусловлен высоким его содержанием и возможностью организации процессов низкотемпературной генерации H_2 . Особое место занимает стабильный на воздухе амминборан (NH_3BH_3 , АБ) с содержанием водорода 19,6 мас.%. В литературе интенсивно исследуются свойства этого гидрида, идет поиск новых способов получения H_2 из АБ, в т.ч. с участием катализаторов.

В работе изучен процесс взаимодействия АБ с водой в различных условиях при варьировании состава исходных гидридсодержащих композиций, состояния воды и температуры процесса. Показано, что в растворе в отсутствие катализатора АБ очень медленно гидролизуются даже при 90°C : $\text{NH}_3\text{BH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$. Вместе с H_2 в газовую фазу выделяется нерастворившийся в воде аммиак. Показано, что вода, адсорбированная на поверхности неорганических носителей, является более реакционноспособной. Другим подходом к выделению H_2 из АБ является процесс гидротермолиза, основанный на сопряжении экзотермического процесса гидролиза АБ с его термолизом: $x \text{NH}_3\text{BH}_3 \rightarrow [\text{NH}_2\text{BH}_2]_x + x \text{H}_2\uparrow$. Введение в состав композиции активного катализатора гидролиза, неорганического носителя позволяет осуществлять этот процесс при относительно низкой температуре внешнего нагрева (80°C), в условиях, когда исходный АБ не дегидрируется. Продукты гидролиза АБ также оказывают активирующее действие на процесс дегидрирования АБ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 12-08-00541-а.

Катализаторы селективного гидрирования бензола в присутствии других ароматических соединений

Конуспаев С.Р.¹, Ауезов А.Б.¹, Буркитбаев М.М., Конуспаева З.С.¹,
Оразбекова Р.С., Шаймардан М.², Бижанов Ж.А.¹

¹*Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан*

²*Казахско-Британский технический университет,
Алматы, Республика Казахстан
Университет Лион-1, Лион, Франция
srkonuspaev@mail.ru*

Проблема селективного гидрирования малых количеств бензола с полной конверсией возникла в связи с необходимостью получения экологически чистого бензина, не содержащего бензол. При неполном сгорании бензина, содержащего бензол, в выхлопных газах образуется сильнейший канцероген бензопирен, поэтому по стандартам Евро бензола должно быть не более 1 %. Одним из самых эффективных методов удаления бензола является перевод его в экологически чистый циклогексан каталитическим гидрированием.

Нами ранее [1] были разработаны родиевые катализаторы на угольных носителях, позволяющие селективно гидрировать малые количества бензола с полной конверсией. В настоящем сообщении представлены результаты селективного гидрирования бензола на биметаллических Rh-Au/Siral-40 ($S_{уд.} \sim 500 \text{ м}^2/\text{г}$) и Ru/БАУ катализаторах.

Методами РЭМ, РФЭС показано, что для селективного гидрирования бензола на поверхности, наряду с нулевым зарядом, должны быть заряженные формы активного металла. Для повышения селективности реакцию желателно вести в среде протонного растворителя, наличие дипольного момента растворителей повышает активность и селективность.

Литература:

[1] Конуспаев С.Р., Шаймардан М., Нурбаева Д.Р., Ауезов А.Б., Боронин А.И. Нефтехимия. 2010, Т.50, № 1, С. 48 -50.

Конверсия смеси легких алканов на рутениевых катализаторах

Конуспаев С.Р., Нурбаева Р.К., Досмагамбетова И.Б.,
Шенсизбаева А.Б., Толегенова Б.Ж.

*Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан.
srkonuspayev@mail.ru*

Смесь легких алканов (ПБС) моделирует попутные газы нефтедобычи и жирные газы нефтепереработки. В Казахстане, как и в других странах СНГ, попутные газы продолжают сжигать на факелах, поэтому создание катализаторов конверсии их в простейшие олефины и водород является актуальной задачей. Для решения этой проблемы были выбраны активные нанесенные катализаторы гидрирования, которые при высоких температурах проводят дегидрирование с получением водорода и олефина.

Нами ранее были разработаны родиевые катализаторы, нанесенные на оксид алюминия и модифицированный природный цеолит. В настоящем сообщении приведены результаты, полученные на 3 % Ru/ γ -Al₂O₃, приготовленном пропиткой по емкости влаги на гранулы γ -Al₂O₃ размером шариков 1 мм. Опыты проводили в проточном реакторе при атмосферном давлении и интервале температур 350–500°C.

На предварительно восстановленный в токе водорода стационарный слой катализатора подавали смесь легких алканов в четырех режимах: чистую ПБС; ПБС + водорода; ПБС + вода; ПБС + водород + вода. Контактный газ анализировали методом ГЖХ и определением содержания олефинов по бромной воде. После каждой серии опытов катализатор восстанавливали в токе водорода при температуре опыта. При подаче в систему вместе с ПБС воды и водорода выход олефинов и водорода резко возрастает по сравнению с чистой смесью ПБС. Содержание суммы олефинов составляет 34 % за один проход. В контактном газе наблюдается образование эквимолекулярного количества водорода.

Особенности углекислотной конверсии метана на наноструктурированных перовскитоподобных ферритах гадолиния и стронция

Крючкова Т.А.¹, Хайруллина И.А.¹, Шешко Т.Ф.¹,
Серов Ю.М.¹, Числова И.В.², Зверева И.А.²

¹Российский университет дружбы народов, Москва

²Санкт-Петербургский государственный университет,

Санкт-Петербург

sheshko_tf@pfur.ru

Исследована каталитическая активность нанодисперсных слоистых перовскитоподобных ферритов ($A_{n+1}B_nO_{3n+1}$, где $n=1,2,3,\dots,\infty$, $A=Gd, Sr$, $B=Fe$) синтезированных по керамической и золь-гель технологиям. Рентгенографическое, микроскопическое, фотонно-спектроскопическое исследования показали, что $GdFeO_3$ ($n=\infty$), находится в нанокристаллическом состоянии, а слоистые $GdSrFeO_4$, $Gd_{2-x}Sr_{1+x}Fe_2O_7$ ($n=1,2$) - в субмикрористаллическом.

На данных перовскитоподобных ферритах конверсии CH_4 и CO_2 достигали 35 и 55 % соответственно при 1223К. Максимальный выход продуктов CO , H_2 и небольших количеств углеводородов С1-С3 был на $GdFeO_3$, имеющего структуру искаженного перовскита ($n=\infty$) и наименьший размер частиц. Активность катализаторов не снижалась в течение 40ч, зауглероживание поверхности не обнаружено. Каталитическая активность увеличивалась в ряду $SrFeO_{(3-x)}$, $GdSrFeO_4$, $Gd_{2-x}Sr_{1+x}Fe_2O_7$, $GdFeO_3$, т.е. наблюдалась корреляция между числом слоев АО ($n=1,2,\dots,\infty$) в структуре слоистого оксида и α (CH_4 и CO_2). А гетеровалентное состояние железа с кислородными вакансиями, вероятно, оказывает благоприятное влияние на поверхностные окислительно-восстановительные процессы и активацию CO_2 .

Анализ экспериментальных данных и расчет энергий активации образования продуктов позволили предположить параллельное протекание углекислотной конверсии метана и реакции, обратной паровой конверсии CO .

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 14-03-00940 А).

Термоконверсия щелочного лигнина в среде сверхкритического этанола в присутствии алюмосиликатов

Кузнецов Б.Н.¹, Шарыпов В.И.¹, Береговцова Н.Г.¹,
Барышников С.В.¹, Пархомчук Е.В.², Восмериков А.В.³

¹*Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск*

²*Институт катализа СО РАН, Новосибирск,*

³*Институт химии нефти СО РАН, Томск*

bnk@icct.ru

Производство биоспиртов ферментацией полисахаридов из биомассы приводит к образованию крупнотоннажных отходов трудноутилизируемого лигнина.

Целью работы являлось исследование процесса термоконверсии щелочного лигнина осины в жидкие углеводороды в среде сверхкритического этанола в присутствии Fe-содержащих алюмосиликатов, различающихся по структурному типу.

В качестве катализаторов использовали цеолиты со структурой ZSM-5: - традиционный силикалит-1 с содержанием Fe - 2,82 мас.% (C-FeZSM-5), - иерархический силикалит-1 с содержанием Fe-1,29 мас.% (h-FeZSM-5) и алюмосиликат в H-форме с содержанием Fe-1,54 мас.% (Fe-AC-60).

Основным жидким продуктом превращения сверхкритического этанола при 350 °С в присутствии FeZSM-5 является 1,1 – диэтоксиган, Специфическим действием иерархического H-FeZSM-5 катализатора является повышенное в 3 раза содержание в жидких продуктах алифатических спиртов, преимущественно с четным количеством атомов углерода в цепи.

В процессе термопревращения лигнина в этаноле при 350 °С катализаторы способствуют умеренному увеличению конверсии лигнина и выхода жидких и газообразных продуктов. В присутствии алюмосиликата в H-форме Fe-AC-60 достигнуты наиболее высокая конверсия лигнина (64 мас. %) и выход жидких продуктов Одновременно до 5 раз увеличивается относительное содержание в жидких продуктах этилацетата и резкое уменьшение относительного содержания оксифенолов.

Закономерности совместного превращения фенола и тетралина в условиях каталитического крекинга

Липин П.В., Потапенко О.В., Сорокина Т.П., Доронин В.П.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем переработки углеводородов Сибирского
отделения Российской академии наук, Омск
lipin@ihcp.ru*

В настоящее время одним из перспективных направлений исследований является поиск альтернативных природных источников сырья для получения моторных топлив и нефтехимических продуктов. Одним из таких видов сырья является бионефть – многокомпонентная смесь, состоящая из различных кислородсодержащих соединений.

Условно бионефть можно разделить на водорастворимую органическую часть, основу которой составляют сахара, и часть, состоящую преимущественно из производных фенолов с кето- и альдегидными группами. Из литературных данных [1-3] известно, что содержание производных фенола в бионефти может составлять 26,5-38,6 мас. % в зависимости от ее происхождения. Из-за своих физико-химических свойств бионефть не может быть использована в качестве исходного сырья нефтеперерабатывающих процессов. Возможным способом ее переработки является совместный крекинг с сырьем нефтяного происхождения.

Целью данной работы является исследование превращения модельных кислородсодержащих соединений бионефти (фенол) совместно с углеводородами (тетралин) в условиях каталитического крекинга.

Литература:

- [1] Яковлев В.А., Быкова М.В., Хромова С.А. // Катализ в промышленности. 2012. № 4. С. 48
- [2] Tan S., Zhang Z., Sun J., Wang Q. // Chinese Journal of Catalysis. 2013. V. 34. № 4. P. 641
- [3] Choi H.S., Meier D. // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 2013. V. 100. P. 207

Получение альтернативных GTL продуктов с использованием катализаторов платиновой группы

Макарян И.А., Савченко В.И., Седов И.В.

*Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка
irenmak@icp.ac.ru*

Предлагается альтернативный традиционному маршруту GTL процессов через синтез Фишера-Тропша новый вариант осуществления GTL путем окислительной конверсии исходного углеводородного газа и последующего карбонилирования полученных соединений на катализаторах платиновой группы.

Субстратами для реакций каталитического карбонилирования могут быть такие продукты первичной переработки газового сырья, как: метанол (продукт парциального окисления природного и попутного нефтяного газов, этилен (может быть получен из природного газа путем окислительного дегидрирования этана, окислительной конденсации метана) и ряд других соединений, в том числе диметиловый эфир.

В отличие от традиционных крупномасштабных GTL производств, в настоящий момент в основном направленных на получение синтетических жидких топлив, авторами разрабатываются высокоэффективные GTL процессы нового поколения с использованием платиновых катализаторов, при осуществлении которых можно получать не только синтетические топлива, но большой ассортимент широковостребованных на рынке продуктов с высокой добавленной стоимостью (уксусная кислота, метилацетат, этилиденацетат, винилацетат, метилпропионат, пропионовый альдгид, диэтилкетон, олигокетоны и др.) с возможностью гибкой замены ассортимента продукции.

Межфазный катализ при гидролизе дициклогексилладипината в производстве капролактама

Мартыненко Е.А., Глазко И.Л., Леванова С.В., Портнова Ю.В.

*ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический
университет», Самара
kinterm@samgtu.ru*

Качество капролактама зависит от содержания примесей в циклогексаноне: моно- и дикарбоновых кислот и их циклогексильных эфиров.

Гидролиз сложных эфиров, протекающий в гетерофазной системе в присутствии 5-10% водного раствора щелочи, приводит к снижению их содержания на 50-70%.

В данной работе приведены результаты экспериментов с участием катализаторов межфазного переноса: триоктилметил-аммония хлорид (ТОМАХ, Аликват-336), тетрабутиламмония бромид (ТБАБ), бензилтриэтиламмония хлорид (ТЭБАХ). Исследованные четвертичные аммониевые соли проявили каталитический эффект; наибольшее увеличение скорости реакции (в 3 раза) наблюдалось для катализаторов ТБАБ и ТОМАХ; ТЭБАХ проявляет меньшую активность в реакции гидролиза, что объясняется, скорее всего, его меньшей липофильностью.

На примере катализатора ТОМАХ была изучена кинетика реакции гидролиза сложных эфиров. Установлено, что в области изученных концентраций катализатора (0,2-1,4% масс.) проведение гидролиза стерически затрудненных эфиров в условиях межфазного катализа позволяет сократить время контакта в 2-4 раза при увеличении конверсии эфиров до 90-96% и не требует изменения аппаратного оформления.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания ФГБОУ ВПО "СамГТУ" (код проекта: 1015).

Самоорганизующиеся катализаторы Ni/УНМ для переработки (хлор)углеводородов в углеродные наноматериалы

Мишаков И.В., Бауман Ю.И., Ведягин А.А., Буянов Р.А.

*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
mishakov@catalysis.ru*

Одна из острейших проблем современной экологии, связанная с накоплением и утилизацией хлорорганических отходов, требует разработки принципиально новых подходов к ее решению. Авторы работы сделали упор на развитие каталитического метода, позволяющего извлекать углеродную составляющую из отходов, получая углеродный наноматериал с уникальными свойствами.

В работе рассматривается новый подход к дизайну самоорганизующихся катализаторов, основанный на явлении углеродной эрозии (УЭ) предшественников, представляющих собой массивные сплавы на основе никеля. В результате их полного разрушения наблюдается образование дисперсных частиц никеля, катализирующих рост субмикронных углеродных нитей из хлоруглеводородов. Управляемый процесс УЭ открывает новые возможности для генезиса активных центров роста углеродных наноструктур, формирующихся в результате контакта Ni-сплавов реакционной средой. Получаемая таким образом каталитическая система характеризуется высокой активностью, стабильностью в агрессивной среде и огромной производительностью по углеродному продукту (свыше 500 г/г_{Ni}) [1].

В докладе будут рассмотрены основные этапы механизма УЭ, лежащего в основе синтеза самоорганизующихся катализаторов Ni/УНМ, а также результаты испытания полученных катализаторов для переработки реальных хлорорганических отходов с получением углеродных нитей с необычной морфологией (сегментированные, мозаичные) и высокими текстурными показателями.

Работа выполнена при поддержке гранта ОХНМ (проект 5.2.2).

Литература:

[1] I.V. Mishakov et. al. // Topics in Catalysis, 2013, V.56(11), P: 1026.

1-(1-(2-аминоэтиламино)этил)-имидазолин-2-тион в качестве ингибитора коррозии

Мурсалов Н.И., Аббасов В.М., Джабраилзаде Ш.З., Небиева Р.И.,
Талыбов А.Г., Бадалова Г.Н.

*Институт нефтехимических процессов
им. акад. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
cebrayilzadeshebnem@rambler.ru*

Как известно некоторые N, S, O содержащие органические соединения применяются как ингибиторы коррозии и их исследования вызывают большой научный интерес. С целью создания новых ингибиторов в кислых средах было синтезировано 1-(1-(2-аминоэтиламино)этил)-имидазолин-2-тион реакцией триэтилентетраамина с тиомочевинной. Синтез полученного вещества был проведен при 180°C в течение 3х часов в атмосфере N₂. Структура синтезированного вещества была идентифицирована с помощью ИК- и ПМР-спектроскопией. Ингибирующее свойство имидазолин-2-тиона было исследовано потенциометром АСМ GILL AC. Коррозия электродов, приготовленных из стали марки С1018 Grade была проведена в среде насыщенного углекислого газа в 1% водном растворе NaCl. Процесс проводился без ингибитора и с его участием при концентрациях 25мг/л в течение 20 часов. Изучены кривые зависимости скорости коррозии и потери от времени. Выяснено, что защитный эффект от коррозии исследуемых соединений превышает 98%.

Разработка катализаторов-адсорбентов для очистки водной среды от хлорароматических соединений

Нецкина О.В.¹, Моисеенко А.П.^{1,2}, Комова О.В.¹, Симагина В.И.¹

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный технический университет,*

Новосибирск

netskina@catalysis.ru

Для очистки водной среды от хлорароматических соединений (ХАС) традиционно применяются адсорбционные технологии, но способы регенерации сорбентов требуют дорогостоящих реагентов (H_2O_2 , O_3 , $(N_2H_6)SO_4$). При этом подавляющее большинство методов рассчитано на очистку сточных вод с низким содержанием ХАС, однако в аварийных ситуациях, при попадании значительного количества ХАС в воду, могут образовываться устойчивые эмульсии. В этой работе предложено сочетание адсорбции ХАС с восстановительной регенерацией катализаторов-адсорбентов путем жидкофазного гидродехлорирования (ГДХ). Это обеспечивает не только обезвреживание опасных соединений, но и позволяет вернуть химически ценные продукты в технологический цикл, что особенно актуально при очистке водных эмульсий ХАС.

Целью данной работы является разработка эффективных катализаторов-адсорбентов для очистки водной среды, как с низким (растворы), так, и высоким (эмульсии) содержанием ХАС.

Установлено, что адсорбция ХАС из водной среды протекает по механизму объемного заполнения пор катализаторов-адсорбентов на основе углеродных носителей. При этом концентрация примесей и функциональных групп на их поверхности влияет на адсорбцию ХАС из растворов. Такая зависимость не выявлена для эмульсий. Обнаружено, что при очистке водных эмульсий происходит захват катализаторами-адсорбентами капель ХАС и их коалесценция на поверхности. Это предшествует адсорбции ХАС под действием капиллярных сил. Показано, что скорость ГДХ адсорбированных ХАС коррелирует с размером частиц активного компонента, а также зависит от химии поверхности углеродного носителя.

Гидроконверсия высококипящих парафинов на наногетерогенных катализаторах

Онищенко М.И., Куликов А.Б., Максимов А.Л.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического
синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН),
Москва*

onishchenko@ips.ac.ru, akulikov@ips.ac.ru

В настоящее время актуальной является задача получения синтетических топлив. В процессе их синтеза образуется от 60 до 80% *n*-парафинов с большой молекулярной массой (C_{20} - C_{60}), которые характеризуются высокими температурами кипения и застывания. Переработку высококипящих парафинов в более легкие углеводороды (УВ) проводят путем гидроконверсии на бифункциональных катализаторах, комбинирующих кислотную и гидрирующую функции. Гидроконверсия включает процессы гидрокрекинга длинноцепочечных молекул и гидроизомеризации продукта крекинга с получением разветвленных алканов с хорошими низкотемпературными свойствами.

Альтернативой традиционным катализаторам этого процесса (цеолитам, аморфным алюмосиликатам и др.) могут стать наноразмерные катализаторы. Показано, что использование наносистем на основе оксидов металлов с добавками металлов платиновой группы, приготовленных в среде превращаемого сырья, позволяет с высокой (до 90%) конверсией получать до 40% и 60% масс. продукта бензиновой и дизельной фракции, соответственно. Особенностью использования нанокатализаторов является применение реактора с суспендированным слоем катализатора и непрерывного тока водорода. Продукты превращения при этом удаляются потоком газа, что позволяет снизить время контакта продукта гидрокрекинга и катализатора и избежать образования лишь легких УВ.

Конверсия биотоплив в водород и синтез газ на сложнооксидных железосодержащих катализаторах

Павлова С.Н.¹, Арапова М.В.¹, Садыков В.А.^{1,2}, Пархоменко К.В.³,
Кригер Т.А.¹, Рогов В.А.^{1,2}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Новосибирский государственный университет*

³*Университет Страсбурга, Страсбург*

arapova@catalysis.ru

В настоящей работе были синтезированы и исследованы катализаторы паровой конверсии биотоплив на основе предшественников - перовскитов $\text{LnFe}_{1-x-y}\text{Ni}_y\text{M}_x\text{O}_{3-\delta}$ ($\text{Ln} = \text{La}, \text{Pr}, \text{M} = \text{Co}, \text{Mn}, \text{Ru}, x = 0 \div 0,3, y = 0 \div 0,3$). С использованием комплекса физико-химических методов (РФА, ЭМ с EDX анализом, температурно-программированного (ТП) восстановления H_2 и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, ТП окисления H_2O и O_2) изучено влияние химического состава перовскитов на структурные и окислительно-восстановительные свойства катализаторов.

Изучение катализаторов в реакциях паровой конверсии этанола (ПКЭ), паровой и парокислородной конверсии глицерина (ПКГ и ПККГ) показало, что их активность, селективность и стабильность определяются как природой лантаноида и переходного металла, так и методом получения и модифицирования катализатора. Образцы оптимального состава устойчивы к зауглероживанию в реальной смеси с высокой концентрацией $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, что обусловлено частичным разложением перовскита с образованием в восстановительных условиях наночастиц сплава $\text{Ni}(\text{Co}, \text{Ru})\text{-Fe}$ в матрице сложного оксида. Стабильность катализаторов к зауглероживанию выше в ПКЭ по сравнению с ПКГ, введение кислорода в случае конверсии глицерина снижает образование углеродистых отложений.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ-НЦНИ 12-03-93115, интеграционного проекта 8 СО РАН-НАН Беларуси и проекта БИОГО 7 Рамочной программы ЕС.

Исследование эффекта спилловера водорода в процессе гидроочистки нефтяных фракций на сульфидных катализаторах

Пимерзин Ал.А., Можяев А.В., Никульшин П.А., Пимерзин А.А.

*Самарский государственный технический университет, Самара
al.pimerzin@gmail.com*

Ранее в работах [1,2] нами было показано положительное влияние эффекта спилловера водорода на глубину протекания реакций гидродесульфуризации, гидродеазотирования и гидродеоксигенации модельных *S*-, *N*- и *O*-содержащих соединений в присутствии сульфидов переходных металлов. В данной работе был исследован эффект спилловера водорода в процессе гидроочистки нефтяных (бензиновой и дизельной) фракций.

Были синтезированы катализаторы состава Me/Al_2O_3 (где *Me* – Co, Mo, Pt), методом пропитки по влагоемкости, с последующей сушкой и жидкофазным сульфидированием.

Каталитические испытания в процессе гидроочистки нефтяных фракций проводили на лабораторной установке проточного типа с микро реактором при следующих параметрах: температурный интервал 275–350°C, давление 2.5–3.0 МПа, ОСПС 10–50 ч⁻¹, кратность H₂/сырье 300–500 нл/л.

При последовательной загрузке монометаллических сульфидных катализаторов наблюдается синергетический эффект увеличения ГДС активности, который снижается с увеличением температуры. Показано, что Pt/Al_2O_3 – более эффективен как донор активированного водорода, по сравнению с Co/Al_2O_3 . В работе показано, что эффект спилловера водорода может быть использован при разработке новых и усовершенствовании существующих катализаторов глубокой гидроочистки нефтяных фракций.

Литература:

[1] Пимерзин Ал.А., Никульшин П.А., Можяев А.В., Пимерзин А.А. // Нефтехимия. Т. 53. 2013. № 4. С. 280-289.

[2] Варакин А.Н., Пимерзин Ал.А., Никульшин П.А., Сальников В.А., Пимерзин А.А. // Журнал прикладной химии. Т. 86. 2013 № 5. С. 771.

Синтез высокооктановых компонентов к бензинам на модифицированном цеолитсодержащем катализаторе

Пириева Х.Б., Касимов А.А., Азизов А.Г., Джамалова С.А.,
Гаджизаде С.М., Зейналова С.Х.

*Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
azer.kasimov@yahoo.com*

Даны результаты изучения влияния объемной скорости подачи сырья ($13-300 \text{ ч}^{-1}$) и температуры ($260-420^\circ\text{C}$) на выход жидких продуктов реакции на цеолитсодержащем катализаторе ОМНИКАТ, модифицированном Ni, Co, Cr в количестве 15%. Исследования проводили в реакторе со стационарным слоем катализатора, взятого в количестве 160 см^3 . В таблице приведено количество жидких продуктов реакции с единицы веса катализатора. Выход жидких продуктов увеличивается за счет одновременного протекания реакций алкилирования, дегидроциклизации и дегидрирования парафиновых углеводородов.

Таблица

Съем жидких продуктов реакции с единицы веса катализатора г/г

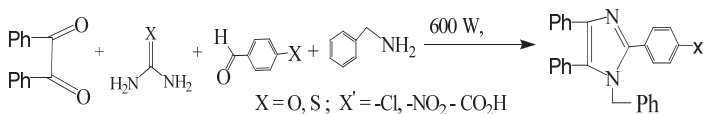
$t, ^\circ\text{C}$	$V, \text{ ч}^{-1}$	Количество угл. на 1 г катализатора		Съем угл. $\Gamma_{\text{жид.}}/\Gamma_{\text{кат.}}$	Выход жидких, %мас. на	
		парафины в сырье	олефины в сырье		сырье	Σ ол. в сырье
260	13,11	0,0083	0,013	0,004	23	30,1
	62,2	0,0587	0,05	0,062	56,8	124,3
	137,9	0,855	0,158	0,297	86,08	188,3
300	153,01	0,1389	0,1956	0,27008	78,1	133,9
	263,8	0,1558	0,2482	0,2809	68,8	113,2
420	80,8	0,059	0,05	0,054	48,9	106,9
	127,6	0,0908	0,0789	0,095	54,95	120,4
	287,0	0,186	0,1585	0,347	52,61	115,1

Синтез полизамещенных имидазолов с помощью микроволн и N-метилпирролидон гидросульфата, пропитанных галлуазитом(г) в качестве эффективного катализатора

Рзаева Н.Ш., Аббасов В.М., Рагимли Н.К., Сулейманова С.А.,
Талыбов А.Г.

*Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
nika.rzayeva@gmail.com*

Как известно, имидазолы считаются особенно важным классом гетероциклических соединений. Производные имидазола проявляют противовоспалительные, противотуберкулезные и другие специфические свойства. Нами была проведена четырех-компонентная конденсация замещенных бензальдегидов, мочевины, или тиомочевины, 1,2-дифенил этандиона и бензиламина при МВ излучениях и в присутствии катализатора N-метилпирролидон гидросульфата (NMPHS), пропитанных галлуазитом ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$):



Выход синтезированных соединений составил 86-97 %.

Индивидуальность и структура соединений подтверждена ТСХ, ИК- и 1H , ^{13}C - ЯМР спектроскопией.

СЗ СД-38

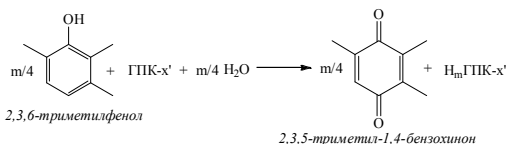
Гомогенное каталитическое окисление замещенных фенолов и нафтолов в присутствии растворов гетерополикислот

Родикова Ю.А., Жижина Е.Г.

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск
rodikova@catalysis.ru

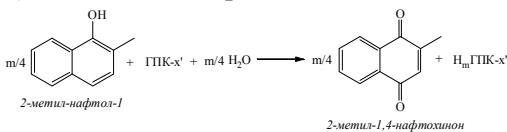
Растворы Мо-V-P гетерополикислот (ГПК) являются обратимо действующими окислителями, полностью восстанавливаемыми физико-химические свойства (E , pH, η , ρ) после регенерации [1]. В их присутствии был разработан ряд высокоселективных каталитических процессов получения востребованных органических соединений, среди них:

1) 2,3,5-триметил-1,4-бензохинон – ключевой полупродукт синтеза витамина Е



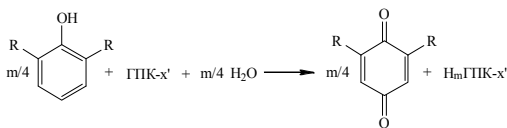
0.2 М раствор H₁₇P₃Mo₁₆V₁₀O₈₉,
60°C, возд. атмосфера,
(ГПК/Su)_{мол}=3.33, октанол-1, S
= 99%

2) 2-метил-1,4-нафтохинон – витамин К₃



0.2 М раствор H₁₇P₃Mo₁₆V₁₀O₈₉,
60°C, атм. CO₂, (ГПК/Su)_{мол}=3,
трихлорэтилен, [AcOH]_{об}=15%,
S = 90%

3) 2,6-диметил-(1) и 2,6-ди-*трет*-бутил-1,4-бензохинон (2)



1) 0.3 М Co_{0.5}H₆P₈Mo₈V₄O₄₀,
60°C, атм. CO₂, (ГПК/Su)_{мол}=7.5
[AcOH]_{об}=15%, трихлорэтилен,
S = 85%

2) 0.3 М H₉P₆Mo₆V₆O₄₀, 80°C,
атм. CO₂, [AcOH]_{об}=30%,
(ГПК/Su)_{мол}=7.5, толуол, S =
77%

Литература:

[1] Жижина Е.Г., Симонова М.В., Одяков В.Ф., Матвеев К.И.// Катализ в промышленности. 2005. № 2. С.17-25

Катионная полимеризация пиролизной С₅-фракции ОАО «Газпром нефтехим Салават»

Розенцвет В.А.¹, Коровина Н.А.¹, Кирюхин А.М.², Федорова З.Д.²

¹*Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти*

²*ООО «НТЦ Салаватнефтеоргсинтез», Салават
rozentsvet@mail.ru*

Установлена принципиальная возможность получения полностью растворимых сополимеров 1,3-диенов из пиролизной С₅-фракции ОАО «Газпром нефтехим Салават» без стадии предварительного отделения циклопентадиена. Процесс основан на катионной сополимеризации компонентов пиролизной С₅-фракции под действием модифицированных каталитических систем на основе AlCl₃, VOCl₃ или VF₃·O(C₂H₅)₂. Максимальный выход сополимеров находится на уровне 50-60 мас.% в расчете на исходную фракцию. На основании изучения составов исходной пиролизной С₅-фракции и фракции углеводородов, не вступивших в процесс сополимеризации, рассчитаны конверсии компонентов С₅-фракции в процессе катионной сополимеризации.

Синтезированные полимеры характеризуются низкой среднечисленной молекулярной массой (1000-1500 г/моль) и относительно узкой полидисперсностью.

Новые полимер-иммобилизованные гетерогенные катализаторы полимеризации олефинов

Седов И.В.^{1,2}, Злобинский Ю.И.¹, Федоров Д.П.^{1,2},
Кнерельман Е.И.¹, Давыдова Г.И.¹, Грачев В.П.¹, Курмаз С.В.¹

¹*Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка*

²*Факультет фундаментальной физико-химической инженерии МГУ
им. М. В. Ломоносова, Москва
isedov@icp.ac.ru*

В современных суспензионных и газофазных процессах полимеризации этилена выбор носителя для катализатора является нетривиальной задачей. В настоящей работе как полимерные носители полимеризации этилена впервые были использованы сетчатые полимеры на основе диметакрилата триэтиленгликоля с удельной поверхностью ~ 18 м²/г и мезопористой структурой. Их синтезировали с помощью радикальной полимеризации в присутствии 20-40% сополимеров этилакрилата разветвленной топологии с последующим экстрагированием растворителем [1]. Каталитическим компонентом служил полимер состава $(\text{Cr}_2\text{ZrO})_n$, полученный непосредственно на поверхности носителя путем обработки последнего раствором тетрациклопентадиенилциркония, $(\text{C}_5\text{H}_5)_4\text{Zr}$, и дальнейшим его гидролизом на воздухе. Полученные катализаторы проявили умеренную активность в полимеризации этилена в мягких условиях при активации полиметилалюмоксаном. При этом скорость полимеризации была как минимум в 2.5 раза выше, чем для порошка $(\text{Cr}_2\text{ZrO})_n$. Порошки имели более равномерный гранулометрический состав, чем образцы, полученные при полимеризации этилена на $(\text{Cr}_2\text{ZrO})_n$ (без носителя) и при полимеризации на $(\text{Cr}_2\text{ZrO})_n/\text{SiO}_2$. В результате снятия диффузионных ограничений в процессе полимеризации и интенсификации теплосъема с растущих частиц полимера спекание частиц полимера под воздействием локальных перегревов наблюдалось в меньшей степени.

[1] Курмаз С.В., Кочнева И.С., Перепелицина Е.О., Бубнова М.Л., Бакова Г.М., Кнерельман Е.И., Давыдова Г.И. // Высокомолек. соед. Сер. А. 2013. Т. 54. №12. С. 1408.

Состав жидких продуктов пиролиза масел тяжелой нефти

Сергун В.П., Коваленко Е.Ю.

Институт химии нефти СО РАН, Томск

azot@ipc.tsc.ru

Исследования выполнены на маслах, выделенных хроматографически из отбензиненной (НК-200°С) деасфальтенизированной тяжелой нефти Усинского месторождения, которая на сегодня активно вовлекается в переработку. Процесс пиролиза осуществляли на проточной установке в токе азота с отбором продуктов при температурах 300 (П-300) и 400 °С (П-400). Установлено, что основную массу составляет П-300 (68,3 % отн.). На П-400, газообразные продукты и кокс приходится соответственно 9,1; 21,7 и 0,82 % отн.

Результаты ИК- и ПМР спектроскопий свидетельствуют, что с увеличением температуры отбора пиролизата увеличивается ароматичность и окисленность системы и уменьшается ее алифатичность. На это указывает рост относительного содержания протонов в ароматических структурных фрагментах (H_{ar}), спектральных показателей, отражающих относительные содержания карбонильных (D_{1700}/D_{1465}) и сульфоксидных (D_{1030}/D_{1465}) функциональных групп и уменьшение величины $(D_{720}+D_{1380})/D_{1600}$, характеризующей долю алифатических структурных фрагментов.

По данным ГХ/МС-анализа в составе обоих пиролизатов присутствуют нормальные и разветвленные алканы, алкены с четным числом атомов углерода, гопаны, алкилзамещенные бензолы, нафталины, фенантрены и бензотиофены. Среди идентифицированных соединений преобладают алифатические углеводороды состава $C_{12} - C_{31}$, большую часть которых составляют низкомолекулярные н-алканы (до C_{20}) с четным числом атомов углерода в молекуле. В высокомолекулярной области ($> C_{20}$) содержание четных и нечетных гомологов н-алканов и метилалканов практически сопоставимо.

СЗ СД-42

Гидроочистка вакуумного газойля в присутствии сульфидных Ni(Co)₆-Mo₁₂/γ-Al₂O₃ катализаторов

Солманов П.С., Максимов Н.М., Томина Н.Н.

*Самарский государственный технический университет, Самара
spase07@yandex.ru*

Из порошков AlOOH (Sasol) синтезированы 3 образца γ-Al₂O₃ с различными текстурными характеристиками. Однократной пропиткой образцов γ-Al₂O₃ растворами соединений активных компонентов приготовлены Ni(Co)Mo/Al₂O₃ катализаторы. Проведено измерение каталитической активности с использованием вакуумного газойля в качестве сырья при температуре 390°C. Катализаторы после измерения каталитической активности исследованы методом ДТА-ТГА, определено содержание углерода. Определена пористая структура катализаторов в оксидной форме, а также после испытания. Характеристики катализаторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика синтезированных катализаторов

Образец	Пористая структура		Активность, %		Катализатор после испытания	
	R эф, нм	S, м ² /г	ГДС	ГИДА	Содержание кокса, % масс	t экзопика, °С
I	7,9	130	98,6	54,7	6,1	399
II	7,9	120	98,1	57,5	8,1	401
III	9,9	80	95,2	39,9	10,0	416

Методом ПЭМ ВР показано, что морфология сульфидной фазы всех образцов сходна. Более высокое значение максимума температуры экзопика окисления для наиболее широкопористого образца соответствует более высокой плотности коксовых отложений. Это свидетельствует о доступности внутренней поверхности гранулы для более высококонденсированных и непредельных молекул-коксогенов сырья, что согласуется с тем фактом, что самую низкую ГДС и ГИДА проявил образец на основе носителя с наибольшим эффективным радиусом пор.

Окислительное дегидрирование углеводородов на нанесенных ванадиевых катализаторах: влияние природы носителя

Сущенко Е.Д., Харламова Т.С.

*Томский государственный университет, Томск
konfetty13@mail.ru*

Стирол и пропилен являются важными мономерами в химической промышленности. Обычно пропилен выделяют из газов нефтепереработки, а также дегидрированием алканов на $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$. Стирол также получают дегидрированием этилбензола на $\text{K}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ катализаторах. Однако, несмотря на высокий выход продукта, данный метод имеет ряд недостатков, в частности, зауглероживание катализатора и необходимость проведения процесса в присутствии перегретого пара. В качестве альтернативного метода может быть использовано окислительное дегидрирование на $\text{V}_2\text{O}_5/\text{MgO}$, $\text{V}_2\text{O}_5/\text{CeO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ катализаторах.

Целью данной работы являлось исследование влияния природы носителя на каталитические свойства нанесенных ванадиевых катализаторов в реакции окислительного дегидрирования углеводородов.

Согласно данным каталитических исследований, полученные катализаторы VO_x/SiO_2 , VO_x/TiO_2 , $\text{VO}_x/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{VO}_x/\text{C}/\text{Al}_2\text{O}_3$ заметно отличаются по своим каталитическим свойствам в реакциях окислительного дегидрирования пропана и этилбензола. Так, катализатор VO_x/SiO_2 показал наименьшую активность в превращении пропана, в то время как катализаторы $\text{VO}_x/\text{Al}_2\text{O}_3$, VO_x/AlC проявили более высокую каталитическую активность и селективность по пропилену. VO_x/TiO_2 проявил высокую активность, однако более низкую селективность по алкенам. Результаты проведенных исследований показали, что в зависимости от используемого носителя на поверхности катализатора могут формироваться различные формы оксида ванадия, определяемые химической природой носителя и его текстурными характеристиками, обуславливающие различную реакционную способность образцов.

Превращение сжиженного нефтяного газа в ароматические углеводороды на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах

Туктин Б., Жандаров Е., Жеделхан М.Ж. Шаповалова Л.Б.

*Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В. Сокольского, Алматы, Республика Казахстан
tuktin_balga@mail.ru*

Рациональное использование легких алканов, входящих в состав природного, попутного и нефтезаводских газов, является актуальной задачей. Алканы C_1 - C_4 , содержащиеся в этих газах, могут быть превращены в ароматические углеводороды в присутствии катализаторов.

В данной работе исследован процесс переработки сжиженного нефтяного газа на новых цеолитсодержащих модифицированных цинком и металлами переменной валентности катализаторах Zn - $P3Э$ - $ZSM-Al_2O_3$ (ПК-20), Zn - $P3Э$ -М (0,2%)- $ZSM-Al_2O_3$ (ПК-14), Zn - $P3Э$ -М (0,5%)- $ZSM-Al_2O_3$ (ПК-19)

Показано, что разработанные модифицированные цеолитсодержащие катализаторы обладают высокой каталитической активностью и селективностью в процессе переработки сжиженного нефтяного газа в ароматические углеводороды. Установлено, что наибольший выход ароматических углеводородов составляет 49,1% ($550^{\circ}C$, 145 ч^{-1}) на катализаторе ПК-19 при степени конверсии 88,7%, селективность по ароматическим соединениям – 55,4%.

Изучены физико-химические характеристики разработанных катализаторов. Установлено, что на поверхности катализаторов кислотные центры сосуществуют с металлическими: характерно присутствие кислотных и M^{n+} - металлических и смешанных центров.

Установлено, что модифицированные цеолитсодержащие катализаторы обладают полифункциональными свойствами. Состав продуктов переработки сжиженного нефтяного газа показывает, что образование ароматических углеводородов происходит в одну стадию в результате протекания реакций крекинга, дегидрирования, олигомеризации, дегидроциклизации, алкилирования.

Гидроизомеризация бензолсодержащих бензиновых фракций на катализаторе $\text{Pt}/\text{WO}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$

Федорова Е.Д., Лавренов А.В., Леонтьева Н.Н., Гуляева Т.И.,
Шилова А.В.

ИППУ СО РАН, Омск
jane@ihcp.ru

Процесс гидроизомеризации бензолсодержащих бензиновых фракций относится к перспективным технологиям производства высококачественных автомобильных бензинов, в которых общее содержание ароматических углеводородов ограничено до 35 об.%, а бензола до 1 об.%.

В рамках данной работы показана возможность применения смешанной оксидной системы $\text{WO}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ в качестве носителя бифункционального платиносодержащего катализатора гидроизомеризации. Рассмотрено влияние химического состава и температуры прокаливания носителя на его фазовое состояние, текстурные и кислотные свойства.

Изучение каталитических свойств проводили в реакции гидроизомеризации модельной смеси гептан-бензол (20 мас.% C_6H_6) при давлении 1.5 МПа и температуре 300-400°C.

Установлено, что с ростом содержания WO_3 от 15 до 30 мас.% степень превращения гептана возрастает в среднем до 80%, а выходы метилциклопентана и изогептанов равны 14.5% и 54%, соответственно. В качестве наиболее эффективного выбран катализатор с содержанием WO_3 на уровне 21.2-30.3 мас.%.

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

Изучение каталитических свойств микро- и микро-мезопористых цеолитов Y в синтезе пиридинов

Филиппова Н.А., Григорьева Н.Г., Кутепов Б.И.

*Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа
ngg-ink@mail.ru*

Пиридин и метилпиридины – основа многих лекарственных препаратов, гербицидов, красителей, латекса и др. материалов.

Современные промышленные способы получения пиридинов основаны на газофазной конденсации карбонильных соединений с аммиаком в присутствии алюмосиликатов, промотированных металлами. Выход пиридинов составляет 40-60%, образуется много побочных соединений.

В данной работе приводятся результаты исследования каталитических свойств цеолитов Y с микро- (HY) и микро-мезопористой (HY-BC) структурой в синтезе пиридинов мультикомпонентной реакцией этанола, формальдегида и аммиака.

Реакцию проводили в проточном реакторе при 200-400⁰С, атмосферном давлении, с объемной скоростью подачи сырья 2-10 ч⁻¹, при мольном соотношении C₂H₅ОН: CH₂O: NH₃ = 1.0: 0.5-1.1: 0.5- 5.

Установлено, что при взаимодействии этанола, формальдегида и аммиака под действием цеолитов HY и HY-BC образуются пиридин, пиколины и лутидины.

Исследованные образцы катализаторов проявили высокую активность в синтезе пиридинов, конверсия этанола на них достигает 60-70% при 250-300⁰С и объемной скорости подачи сырья 7 ч⁻¹.

Отмечено уменьшение количества «тяжелых» соединений (с молекулярной массой выше, чем масса диметилпиридинов) на цеолитных катализаторах, в структуре которых присутствуют мезо- и макропоры.

Влияние природы оксидного носителя на свойства платиновых катализаторов гидродеоксигенации валериановой кислоты

Чумаченко Ю.А., Булучевский Е.А., Лавренов А.В., Арбузов А.Б.,
Гуляева Т.И., Дроздов В.А.

*ИППУ СО РАН, Омск
juliana@ihcp.ru*

Гидродеоксигенация соединений, полученных из растительной биомассы, составляет основу современных технологий производства компонентов моторных топлив с улучшенными экологическими и эксплуатационными свойствами.

Целью данной работы было изучение направлений превращения валериановой кислоты как модельного соединения на платиновых катализаторах с различной природой носителя - γ - Al_2O_3 , ZrO_2 , V_2O_3 - Al_2O_3 , V_2O_3 - ZrO_2 .

Образцы катализаторов исследовали методами низкотемпературной адсорбции азота, РФА, ТПВ H_2 , ТПД- NH_3 , ИК, ИК СО. Каталитические испытания проводили в проточном реакторе при температуре 380°C , давлении 4.0 МПа, массовой скорости подачи сырья 1.0 ч^{-1} , соотношении водород/сырье $1400 \text{ нм}^3 \cdot \text{м}^3$.

Для всех катализаторов наблюдалось полное превращение валериановой кислоты в алканы C_1 - C_5 с удалением кислорода в виде оксидов углерода и воды. Увеличение бренstedовской кислотности носителя в ряду γ - $\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{ZrO}_2 > \text{V}_2\text{O}_3$ - $\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{V}_2\text{O}_3$ - ZrO_2 коррелирует с повышением отношения C_4/C_5 в продуктах реакции и свидетельствует об участии кислотных центров в протекании не только реакций гидрирования/дегидратации, но и реакций декарбоксилирования и гидродекарбонилирования.

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

Приготовление и исследование катализаторов изомеризации н-гептана на основе WO_3/ZrO_2

Шкуренко В.А.¹, Смоликов М.Д.^{1,2}, Яблокова С.С.¹, Кирьянов Д.И.¹,
Белый А.С.^{1,2}

¹*Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, Омск*

²*Омский государственный технический университет, Омск*

Shkurenok@ihcp.ru

Регулирование содержания углеводородов ароматического ряда в товарных бензинах в настоящее время является одним из наиболее важных вопросов для НПЗ Таможенного союза. Сокращение доли ароматики в автомобильном топливе можно обеспечить разбавлением бензина изопарафиновыми углеводородами.

В настоящей работе проведен синтез платиносодержащих образцов на основе вольфрамированного диоксида циркония WO_3/ZrO_2 . В приготовленных образцах варьировалось содержание WO_3 и температура прокалики WO_3/ZrO_2 . Установлено влияние содержания WO_3 в катализаторе и температуры прокалики WO_3/ZrO_2 на каталитические показатели реакции.

Полученные результаты свидетельствуют, что каталитическая композиция на основе WO_3/ZrO_2 активна в реакции изомеризации н-С₇ и позволяет проводить ее при достаточно низких температурах (160-180°C) с обеспечением конверсии не менее 85%, выхода ди- и триметилзамещенных изомеров (ДТМЗ) на уровне 20-25% мас. и ИОЧ изомеризата «за проход» – 50-52 пункта.

При организации технологии изомеризации фракции С₇ с рециклом н-гептана и метилгексанов возможно получение изомеризата с ИОЧ = 83-85. Данное октановое число продукта является достаточным для вовлечения в производство современных экологических бензинов.

Каталитическое окисление дизельного дистиллята, деароматизированного методом экстракции

Аббасов В.М., Зейналов Э.Б., Эфендиева Л.М., Нуриев Л.Г.,
Ахмедова С.А.

*Институт нефтехимических процессов им. акад. Ю.Г. Мамедалиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
efendiyevalm7@mail.ru*

Среди основных продуктов нефтяной и химической промышленности важное место занимают синтетические нефтяные кислоты (СНК), получаемые каталитическим окислением дизельной фракции. Однако, ароматические и серосодержащие соединения в составе дизельной фракции (ДФ) препятствуют глубокому окислению нафтено-парафиновых углеводородов и поэтому должны быть отделены от ДФ ещё до процесса окисления. В настоящей работе предлагается новый подход к процессу деароматизации - экстракция с помощью *n*-метилпирролидона (НМП) [1]. Экстракция проводилась в три этапа. Было установлено, что наиболее полная экстракция, при которой содержание ароматических углеводородов в составе ДФ снижается до 0-1%, происходит при соотношении НМП:ДФ= 3:1. Выход смеси синтетических кислот при каталитическом окислении деароматизированной ДФ составил 22%. Для удаления остаточной серы ($\approx 0,03\%$) деароматизированный рафинат ДФ дополнительно сульфировали 98,5% H_2SO_4 (дозировка 5%, в расчете на сырье). Аэробное окисление очищенных таким образом образцов ДФ в присутствии катализаторов протекает с рекордно высокой конверсией и селективностью по выходу СНК.

Литература

[1] Гайле А.А., Костенко А.В., Залищевский Г.Д. и др. Экстракционная очистка *N*-метилпирролидоном // Химия и технология топлив и масел, 2005, №4, с. 3-9

**Автоклавные технологии вскрытия
промышленных катализаторов нефтепереработки
АНПЗ**

Белоусов О.В.¹, Калякин С.Н.¹, Кинзуль А.П.², Твердохлебов В.П.^{2,3}

¹*Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск*

²*Ачинский нефтеперерабатывающий завод ВНК, Ачинск*

³*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

ov_bel@icct.ru

Разработка новых оперативных методов контроля химического, фазового и структурного состава катализаторов является условием их успешной промышленной эксплуатации. В представляемой работе обсуждаются результаты сравнительных исследований процессов химического вскрытия в открытых и закрытых (автоклавах) системах катализаторов нефтепереработки - гидроочистки, депарафинизации и риформинга.

Например, глубина вскрытия (разложения) катализаторов гидроочистки в открытых системах составляет 1,5 – 7 %, тогда как использование автоклавных технологий позволяет полностью растворить материал. Разработанные методики автоклавного вскрытия катализаторов могут быть унифицированы, отличаются экспрессностью и экологической безопасностью.

На основании исследования гидротермального растворения платиносодержащих катализаторов, в неокислительных и окислительных средах предложена методология оценки изменения дисперсности металлической платины в процессе эксплуатации катализаторов риформинга

Таким образом автоклавная пробоподготовка, с полным и экспрессным вскрытием компонентов катализаторов, в том числе МПП, обеспечивает с одной стороны надежное проведение элементного анализа, а с другой избирательное химическое растворение в закрытых системах компонентов катализаторов, с концентрированием исследуемых фаз позволяет успешно применять для их изучения рентгеноспектральные и электрономикроскопические методы.

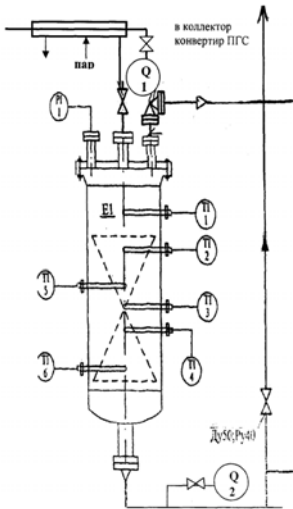
Опытно-промышленная установка для испытания катализаторов низкотемпературной конверсии оксида углерода (II)

Дадаходжаев А.Т., Арифова М.С., Узakov P.Т., Кадыров А.К.

ОАО «Максам-Чирчик», Чирчик
info@maxam-chirchiq.uz

В цехе синтеза аммиака на агрегате крупной единичной мощности АМ-76 создана опытно-промышленная установка.

Установка состоит из реактора диаметром 500 мм, высотой 1275 мм имеет 6 карманов для термопар, контрольно-измерительных приборов. Температура ПГС на входе в реактор регулируется подачей пара в паровую рубашку входной трубы. На установке испытаны вновь разработанные катализаторы. Разовая загрузка 140 кг, над катализатором засыпаны кольца Рашига 25x25, высота слоя 70 мм. Результаты испытания показали, что при $(5000-6500) \text{ h}^{-1}$ и $t \text{ вх. } (226-240) \text{ }^\circ\text{C}$ остаточное содержание СО составило $(0,29-0,37) \%$ об.. Продолжаются исследования, направленные на определение продолжительности работы слоёв катализатора.



С4 СД-04

Методологические аспекты разработки и применения математических моделей для оптимизации работы нефтехимического производства, использующего токсичный катализатор

Ивашкина Е.Н., Иванчина Э.Д., Долганова И.О.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск
ivashkinaen@tpu.ru*

Особо опасными с точки зрения негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека являются нефтехимические процессы, в которых используются в качестве катализаторов минеральные кислоты (серная, фтористоводородная и др.), т.к. они крайне токсичны и коррозионно-активны. Кроме того, их применение обуславливает необходимость нейтрализации и промывки получаемых органических продуктов, что приводит к образованию большого количества химически загрязненных сточных вод. При этом перевод таких установок на твердые катализаторы зачастую оказывается экономически нецелесообразным.

К таким процессам относятся технологии алкилирования бензола различными углеводородами, а также изобутана олефинами, математические модели которых, построенные с учетом физико-химических закономерностей, являются результатом проведенных исследований.

Применение разработанных моделей позволило интенсифицировать рассматриваемые процессы с целью увеличения выхода целевых продуктов и снизить расход токсичного катализатора на промышленной установке.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК – 3003.2013.3.

Селективная гидроочистка бензина каталитического крекинга на модифицированных CoMoS катализаторах

Ишутенко Д.И.^{1,2}, Никульшин П.А.¹, Пимерзин А.А.¹

¹ФГБОУ ВПО Самарский государственный технический
университет, Самара

²ОАО «Средневожский научно-исследовательский институт по
нефтепереработке», Новокуйбышевск
dasha.ishutenko@gmail.com

Исследованы каталитические свойства промышленного НК-100 и лабораторных немодифицированного $\text{Co}_6(\text{ЛК})\text{-PMo}_{12}\text{ГПК}/\text{Al}_2\text{O}_3$ и модифицированного калием $\text{Co}_6(\text{ЛК})\text{-K}_{7.5\%}\text{-PMo}_{12}\text{ГПК}/\text{Al}_2\text{O}_3$ катализаторов в процессе гидроочистки бензина каталитического крекинга (БКК). Экспериментально определены основные кинетические параметры реакций обессеривания и гидрирования в процессе гидроочистки БКК на исследуемых катализаторах. Установлено, что модифицирование катализатора калием приводит к уменьшению одновременно и кажущейся энергии активации, и предэкспоненциального множителя обеих реакций, при этом селективный фактор катализатора увеличивается. Промышленный образец продемонстрировал избирательность в отношении реакций обессеривания на уровне немодифицированного лабораторного катализатора и значительно ниже модифицированного калием образца. На модифицированном катализаторе при следующих технологических параметрах: температура 280°C , давление 1.5 МПа, ОСПС 7.5 ч^{-1} , кратность циркуляции 100 нл/л был проведен процесс селективной гидроочистки тяжелой фракции бензина каталитического крекинга, в результате которого содержание серы в гидрогенизате снизилось до 13 ppm без изменений октанового числа, что позволит получить из подобной фракции бензин, соответствующий экологическим требованиям к Классу 5 Технического регламента при компаундировании с другими компонентами.

Исследование активности полиоксидных катализаторов в процессе углекислотной конверсии метана

Казиева А.Б., Кудьярова Ж.Б., Суюмбаев В.,
Мироненко А.В., Досумов К., Мансуров З.А.

*Институт проблем горения, Алматы, Казахстан
anamir.48@mail.ru*

Сегодня природный газ, в основном, используется как топливо, однако потенциальная ценность природного газа как химического сырья существенно выше, чем как энергоносителя. Из природного газа прямым путем можно синтезировать такие продукты как этилен, формальдегид, бензол, водород и синтез газ.

В работе исследуются полиоксидные каталитические системы (MgO , NiO , CoO), синтезированные на основе высокотемпературной кремнеземной стеклоткани, марки КТ-11-ТО.

Установлено, что синтезированные катализаторы проявляют наибольшую активность в интервале температур 800-900 °С, при этом конверсия исходных компонентов (CH_4 и CO_2) составляет 95-99%. Выход водорода и монооксида углерода составляет 49 и 50 % соответственно. Найдено, что зависимости, описывающие конверсию CH_4 и CO_2 , а также выходов целевых продуктов от объемной скорости УКМ имеют два максимума, приходящиеся на 4800 и 12000 ч⁻¹. Установлено, что кривая, описывающая зависимость выхода H_2 и CO от концентрации оксида магния имеют два максимума, приходящиеся на 0,5 и 3%, при этом выходы водорода и монооксида углерода колеблются в пределах 27-28% соответственно.

Зависимости образования монооксида углерода и водорода от содержания вносимого в состав катализатора оксида кобальта проходят через максимум, при $C_{CoO}=1,2\%$.

Наибольшие выходы водорода и монооксида углерода наблюдаются при концентрации вводимого в систему оксида никеля, равной 0,8% и составляют 30 и 31% соответственно, причем сохраняется соотношение между водородом и монооксидом углерода близкое к 1.

Селективное гидрирование бутиндиола-1,4 до бутендиола-1,4 в жидкой фазе

Каирбеков Ж.К., Катаева К.К., Мылтыкбаева Ж.К.

*НИИ новых химических технологии и материалов, Алматы,
Казахстан
Jannur81@mail.ru*

Гидрирование бутиндиола-1,4 проводили на суспендированных мелкодисперсных палладиевых и скелетно-никелевых катализаторах при атмосферном давлении и при различных температурах. Исследованиями установлено, что процесс восстановления бутиндиола-1,4 протекает в интервале температур от 60 до 140°C. Гидрирование на Ni-Ренея протекает с меньшей скоростью и содержанием целевого продукта (73-76%). Хроматографический анализ показало, что в больших количествах образуется продукт изомеризации 1,4-бутендиол γ -гидроксипутиральдегид, который дегидрируется и гидрируется в бутанол, кроме этого, в катализате присутствует бутандиол-1,4. Однако высоких выходов бутендиола-1,4 достичь не удалось на изученных скелетно-никелевых катализаторах. Дезактивирование катализаторов хинолином и ацетатом свинца приводит лишь замедлению скорости реакции.

Для получения целевого продукта с высоким выходом процесс гидрирования изучили на суспендированных мелкодисперсных палладиевых катализаторах. Влияние массовой доли катализатора в реакционной смеси на состав продуктов гидрирования изучали при 50°C. Хроматографический анализ катализаторов гидрирования показал, что в момент поглощения объема водорода, соответствующего восстановлению одной π -связи, имеет место довольно селективное образование целевого продукта (93-94 % на обоих палладиевых контактах особенно при 40-50 °С). Заметного влияния более высокого содержания металла в Pd/C на массовую долю бутендиола-1,4 практически не обнаружено. При 30°C и 60-70 °С наблюдается снижение селективности процесса.

Таким образом, на основе лабораторных исследований был выбран наиболее эффективный катализатор гидрирования бутиндиола-1,4 до бутендиола-1,4.

Динамика активности катализатора гидроочистки дизельного топлива

Кривцова Н.И.¹, Иванчина Э.Д.¹, Занин И.К.²

¹ФГБОУ ВПО Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск
²ООО «КИНЕФ», Куриши
krivtcovani@mail.ru

Катализаторы гидроочистки должны обладать высокой активностью в реакциях разрыва связей С-S, С-N, С-O, насыщения непредельных и частичного насыщения ароматических колец. Динамика активности катализатора определяющим образом зависит от углеводородного состава сырья, технологических параметров процесса. Влияние этих факторов является неоднозначным и взаимосвязанным.

Цель работы – определение интегрального показателя дезактивации, которым является уровень относительной активности для катализатора гидроочистки керосиновой и дизельной фракции ГДК-202, ООО «КИНЕФ» по формуле:

$$a = \frac{92 - \Delta T}{92}$$

где а – активность катализатора, 92 – температурный интервал работы катализатора, рассчитанный как разница между максимальной и минимальной температурами работы катализатора; ΔT – изменение температуры работы по сравнению с первоначальной для каждой даты.

Активность катализатора за весь период работы изменялась от 1 до 0,6, что обусловлено нестационарным изменением температуры, влияющим на конечное содержание серы в гидрогенизате. После 1200 дней активность катализатора снизилась в среднем на 20%.

Несмотря на значительное снижение активности катализатора повышение температуры позволяет поддерживать степень удаления серы из сырья на уровне 99,5 %.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Наука» 1.13.10.2014 и при поддержке гранта Президента РФ МК – 3003.2013.3.

Разработка катализатора. Начальный этап. Обследование

Ламберов А.А.

*ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань
Lamberov@list.ru*

Начинать работу надо с обследования отработанного катализатора и условий работы реакторного блока с ближайшей инфраструктурой.

В первую очередь определить условия формирования контактного газа и его равномерную подачу на слой катализатора, что можно сделать по анализу температурных фронтов и распределением микропримесей. Последние могут вызывать и фазовые переходы носителя.

Это важно и с точки зрения отложения кокса, выгорание которого при окислительной регенерации приводит к достижению локальных температур более 1500 °С. Эффективно решать «проблему неравномерности» с применением математического моделирования.

Мониторинг сырья за достаточно длительный период может позволить выявить сезонные примеси в углеводородном потоке (например, зимой часто подают метанол, щелочь, вода чтобы избежать кристаллизации в трубопроводах, могут быть примеси серосодержащих соединений). На основании полученной информации можно заранее предусмотреть защиту катализатора дополнительным технологическим оборудованием (скрубберы и т.д.) или размещением защитных слоев и сформулировать идеологию построения более эффективной каталитической системы.

Представлены многочисленные примеры из реальной практики.

Палладиевый катализатор на основе высокопористого ячеистого носителя для реакции селективного гидрирования метилацетилена и пропадиена в пропан-пропиленовой фракции

Ласкин А.И.¹, Борецкая А.В.¹, Ильясов И.Р.¹, Шатилов В.М.²,
Ламберов А.А.¹

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань
²ОАО "Нижнекамскнефтехим", Нижнекамск
artemka166@mail.ru

Применяемые в настоящее время в промышленных процессах селективного гидрирования ацетиленовых и диеновых углеводородов зернистые палладиевые катализаторы на основе оксида алюминия с нерегулярным слоем в виде сфер, цилиндров или других геометрических форм характеризуются неудовлетворительными тепло- и массопереносом в катализаторном слое. Плохая теплопроводность неорганического носителя, обуславливающая формирование локальных перегревов в реакторе, также как и диффузионные ограничения реагентов внутри зерна катализатора, приводят к ухудшению показателей работы катализатора в результате протекания побочных реакций глубокого гидрирования ацетиленовых и диеновых углеводородов до алканов и процессов олигомеризации, приводящих к снижению селективности по основному компоненту и ускоренной дезактивации катализатора соответственно.

В данной работе в качестве перспективного носителя для катализатора селективного гидрирования метилацетилена и пропадиена в пропан-пропиленовой фракции был выбран композиционный высокопористый ячеистый материал на основе никеля (ВПЯМ), представляющий собой сетчато-ячеистую структуру с размером ячеек 2 мм, сформированный никелевыми перемычками шириной 200 мкм, на которых закреплен слой γ - Al_2O_3 толщиной 20 мкм, удельная поверхность которого равна $319 \text{ м}^2/\text{г}$, общий порометрический объем $0,135 \text{ см}^3/\text{г}$. Методами ИК-спектроскопии адсорбированного монооксида углерода,

С4 СД-10

хемосорбционного титрования СО, ТПВ водородом показано формирование на $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{ВПЯМ}$ восстановленных частиц палладия со средним диаметром равным 3,5 нм, характеризующихся узким диапазоном распределения частиц по размерам в отличие от нанесенных частиц активного компонента на традиционный $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, и высокой селективностью по пропилену до 90 % с низким количеством образующихся олигомеров.

Разработка новых нанокатализаторов гидрирования, пригодных для гидрооблагораживания моторных топлив, полученных при нефтегазопереработке

Навалихина М.Д., Власкин М.С.

*Институт высоких температур РАН (ИВТ РАН), Москва
marnav38@rambler.ru*

Широко распространенные катализаторы гидрирования, используемые в промышленности, обычно включают Pt, Pd, либо высокие концентрации Ni (от 50 до 100% в никель-хромовых и катализаторах Ренэя). Многостадийность или неэкологичность их приготовления делают актуальной разработку новых эффективных низкопроцентных никелевых катализаторов на традиционных носителях с содержанием металла 4-6 %масс. С помощью малоэнергетичных технологий, например, методом «мокрой химии» одним из авторов /1-3/ было показано, что путём модифицирования низкопроцентных никелевых катализаторов гетерополисоединениями ГПС (W) структуры Кеггина на Al_2O_3 и углеродных носителях могут быть приготовлены высокоактивные селективные нанокатализаторы гидрирования ненасыщенных углеводородов и других соединений, а также процессов гидрокрекинга, гидроизомеризации, гидроароматизации n-парафинов и т.д., обладающие повышенной термостабильностью, другими особыми свойствами. Последние явились следствием их принадлежности к группе нанокатализаторов.

Анализ научно-технической литературы приводит к выводу, что в настоящее время перечисленные катализаторы нового поколения требуются не только для оптимизации и удешевления процессов химической промышленности, но и для получения экологически чистых моторных топлив (МТ) - для автомобилей, поскольку развитие транспорта вплоть до 2020 г должно осуществляться так, чтобы соблюдались нормативы на содержание S, ароматики, непредельных углеводородов, n-парафинов в составе МТ - с целью сокращения токсичных выбросов в

атмосферу. Необходимость использования экологических МТ подтверждено законодательно во всех странах ЕЭС и в США, отклонения от предлагаемых требований к МТ, полученному при нефтепереработке S -содержащего сырья, должны вести к отказу от этих топлив, либо к переходу на “новые топлива”, прошедшие отдельно гидроочистку от S или полученные на основе газопереработки .

В настоящей работе на примере модельных реакций гидрирования ароматики (бензол, толуол, тетралин), олефинов (гептен, октен, нонен, изобутен) и других, показано, что новые модифицированные ГПС(W)катализаторы с содержанием Ni 4-6% весьма эффективны в этих реакциях, а значит – могут применяться не только в химической промышленности, но и на стадиях гидрооблагораживания МТ. Хотя названные катализаторы в России предложены М.Д. Навалихиной в 1979-80-х годах, только в последние годы возник острый интерес к ним (ООО «Катахим», 2003г – как неудачная «переделка» состава катализатора и серия патентов Франции (2005-2010), использовавших никелевую соль лакунарного гетерополианиона типа Кеггина для получения катализаторов в осернённой форме для гидрокрекинга, гидроочистки тяжёлого нефтяного сырья). В настоящей работе показана аномально высокая активность разработанных модифицированных никелевых катализаторов в гидрировании ненасыщенных углеводородов, что объясняется формированием низкопроцентных нанокатализаторов с частицами металла в области 1-20нм, эту активность и селективность можно регулировать за счет варьирования состава модификаторов, подбора носителей, соотношения Ni / ГПС и промотирования нанокатализаторов добавками Pd (< 0,03%масс.).

[1] М.Д.Навалихина, О.В.Крылов, Успехи химии, т.67, с.656, 1998

[2] М.Д.Навалихина, Г.С.Головина, Ю.И.Петров, Химия твердого топлива, №6, с.89, 1984.

[3] Э.И.Евко, М.Д.Навалихина, А.Е.Чалых и др., Изв.АН СССР., Сер.хим..с.2705, 1990.

С4 СД-12

Разработка высокоэффективных катализаторов для процессов очистки технологических газов

Обысов А.В.¹, Круглова М.А.¹, Дульнев А.В.¹, Афанасьев С.В.²

¹ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР», Новомосковск

²ОАО «Тольяттиазот», Тольятти
ma_kruglova@mail.ru

Разработана технология приготовления нанесенного катализатора для очистки технологических газов от оксидов углерода. Показано, что использование модифицирующих добавок позволяет снизить содержание активного компонента без снижения активности в целевом процессе. Приведены сравнительные данные по разрабатываемым катализаторам и катализаторам метанирования различных производителей.

Для получения образцов катализаторов гидрирования кислородсодержащих примесей (метанирования) в качестве основных были использованы: носители катализатора конверсии метана сложной геометрической формы (перфорированный шар) на основе α - Al_2O_3 и ряд носителей на основе γ - Al_2O_3 .

Были проведены эксперименты по применению различных видов модификаторов, которые позволяют более равномерно распределить активный компонент на поверхности носителя в ходе пропитки. При этом установлено, что способ приготовления и природа носителей существенно влияют на активность и селективность нанесенных катализаторов. Проведенные эксперименты позволили выбрать несколько модификаторов, позволяющих получать низкотемпературные катализаторы с высокой активностью.

Все исследованные модифицированные катализаторы имеют близкую концентрацию и достаточно высокую дисперсность активного компонента. Они также отличаются пониженной насыпной плотностью. Результаты испытаний каталитической активности полученных образцов показывают, что применение модификаторов позволяет значительно повысить активность катализаторов и обеспечивает требуемую для современных аммиачных производств активность, в том числе при низких температурах (180-200°C).

Каталитическая очистка газов от озона и различных органических примесей

Ткаченко С.Н.^{1,3}, Голосман Е.З.², Ткаченко И.С.^{1,3}, Круглова М.А.²,
Нечуговский А.И.², Трошина В.А.², Боевская Е.А.², Лунин В.В.¹,
Саблукова И.В.⁴

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

²ООО «НИАП – КАТАЛИЗАТОР», Новомосковск,

³НВФ «Тимис», Москва

⁴НК ВНИИОС, Новокуйбышевск
evgolosman@yandex.ru

Применение озона в качестве окислителя для очистки питьевой воды, сточных вод, вредных газовых выбросов требует удаление избыточных количеств озона в связи с его токсичностью (ПДК в помещениях не более 0,1 мг/м³). Для этих целей в МГУ им.Ломоносова, НВФ «Тимис» и «НИАП – КАТАЛИЗАТОР» разработали высокоэффективные устойчивые к влажным средам цементсодержащие катализаторы марки ГТТ и ГТ, в форме таблеток и экструдатов на основе оксидов переходных металлов – марганца, меди и никеля.

На основе продуктов озонирования, получаемых при очистке артезианской воды, содержащей железо, синтезирован железосодержащий катализатор разложения озона. Для снижения динамического сопротивления были изготовлены катализаторы в форме колец, а так же экструдатов с продольными каналами.

Катализаторы ГТТ и ГТ могут быть использованы для очистки отходящих газов, толуола, изопропилбензола, стирола, фенола, бутанола, этилацетата, оксида углерода и др. Катализаторы ГТТ и ГТ прошли длительные испытания и эксплуатируются на более чем 100 предприятиях оборонной, атомной промышленности и предприятиях гражданского назначения: на Днепровской водопроводной станции в г. Киеве, Западной водопроводной станции и Лионозовском молочном комбинате в г. Москве, фирмах «Ятаган» и «Медозон», ГНЦ Курчатовского института, ракетно-космического завода им. М.В. Хруничева, на адронном коллайдере (Швейцарии) и др.

Каталитические свойства различных катализаторов сларри-процесса Фишера-Тропша. Производство и восстановление катализатора *in situ* в токе синтез-газа для малотоннажных установок

Филипченко С.А.

*ЗАО „РНТ“, Самара
rnt-engineering@yandex.ru*

Рассмотрена концепция трехфазного синтеза Фишера-Тропша (сларри-процесса) производства синтетических углеводородов из синтез-газа различного происхождения (конверсия природного газа, попутного нефтяного газа, газификация угля либо другого вида биомассы).

Представлены методика и основы технологии приготовления и восстановления нанодисперсного катализатора для жидкофазного синтеза Фишера-Тропша. Особое внимание уделено условиям восстановления катализатора в токе синтез-газа.

Выполнены физико-химические исследования катализаторов, в числе которых сканирующая электронная микроскопия, ртутная порометрия, дериватографический анализ, хроматомас-спектрометрический анализ, хроматографический анализ.

Проведены испытания бифункциональных катализаторов в реакции ФТ-синтеза в жидкой фазе. Исследованы активности катализаторов и кинетические характеристики процесса в реакции трехфазного ФТ-синтеза.

Исследованы свойства различных цеолитных носителей. Показано, что природа цеолитного носителя оказывает существенное влияние на свойства катализаторов.

Проведено газодинамическое моделирование сларри-реактора Фишера-Тропша. Выработаны эффективные методики масштабирования реактора ФТ, что позволило применять модели, разработанные для малотоннажного производства в крупнотоннажных установках.

Адиабатический реактор синтеза метанола как самонастраивающаяся кибернетическая система

Чариков Ю.В., Щукин В.П.

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти
y-tcharikov@mail.ru*

Принимая 4-х полочный адиабатический реактор синтеза метанола, производительностью 450.0 тыс. т./г. за кибернетическую систему, можно с помощью системного анализа найти варианты оптимизации его конструкции. В этом случае реактор превращается в самонастраивающуюся систему с признаками самоорганизации, саморегулирования и самоуправления, т.е. кибернетическую систему. Самонастройку реактора осуществляли с помощью пополочной коррекции состава контактного газа по определенной программе, составленной на основании механизма и кинетики синтеза метанола. Проведением компьютерного машинного эксперимента с применением программ «Mathcad» осуществляли коррекцию реакционной смеси путем ввода оксидов углерода, водорода, или их смесей разного состава на каталитические полки. Лучшие результаты получены за счет ввода оксида углерода на 3-ю полку, увеличивающего выход метанола на 15-20%. Эти результаты дополняют механизм Розовского об образовании метанола из диоксида углерода. [1]. Наличие в реакционной смеси СО запускает цикличность процесса его превращения по реакции «водяного пара» с образованием CO_2 и H_2 и, за счет ее связывания, создает условия устранения тормозящего влияния воды со смещением термодинамического равновесия в сторону образования метанола[2]. Данная система, будучи опробованной на обычных катализаторах, может в дальнейшем использоваться на этапе появления конструкций нанокатализаторов активации элементарных стадий рассматриваемой реакции с самостоятельным проявлением отмеченных выше свойств.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации, постановление № 220, в ФГБОУ ВПО "Тольяттинский государственный университет", договор № 14.В25.31.0011

Литература:

[1] А.Я. Розовский, Г.И. Лин. Теоретические основы процесса синтеза метанола, Москва, Химия. 1990. 272с.

[2] Способ синтеза метанола патент заявка №201256050/20(088710) от 24.12.2012

**Процесс изомеризации С₇-фракции
«Изомалк-4» - перспективное направление
увеличения эффективности производства
экологически чистых автобензинов**

Шакун А.Н., Федорова М.Л., Карпенко Т.В., Демидова Е.В.

*ОАО «НПП Нефтехим», Краснодар
info@nefthim.ru*

Производство автобензинов по евростандартам требует ужесточения режимов переработки, что ведет к увеличению эксплуатационных затрат и снижению выхода целевых продуктов. В связи с этим требуется поиск новых технологий и технологических решений, направленных на снижение себестоимости продукции.

Одним из таких решений является создание селективной технологии изомеризации С₇-фракции, позволяющей получать дополнительное количество высокооктанового неароматического автокомпонента и одновременно способствовать повышению эффективности установок С₅-С₆-изомеризации и риформинга широкой бензиновой фракции.

Низкая селективность известных катализаторов в изомеризации С₇-парафиновых углеводородов всегда была препятствием для перевода средней фракции 70-105°С с риформинга на изомеризацию. Но создание уникального по селективности катализатора (СИ-4) и возросшая актуальность получения дополнительного количества высокооктанового неароматического автокомпонента позволила ОАО «НПП Нефтехим» выйти на рынок с новым процессом «Изомалк-4» [1-2]. На рисунке 1 представлена принципиальная технологическая схема процесса «Изомалк-4».

Новый процесс позволяет получать из фракции 70-105°С неароматический автокомпонент с ИОЧ 83-85 пунктов и выходом 90-92%. Более высокий выход и более высокое октановое число по сравнению с процессом риформинга этой фракции делает технологию «Изомалк-4» перспективным направлением в производстве евробензинов. Кроме этого, включение в схему

переработки бензинов процесса изомеризации С₇-фракции улучшает показатели С₅-С₆-изомеризации и риформинга за счет оптимизации сырья.

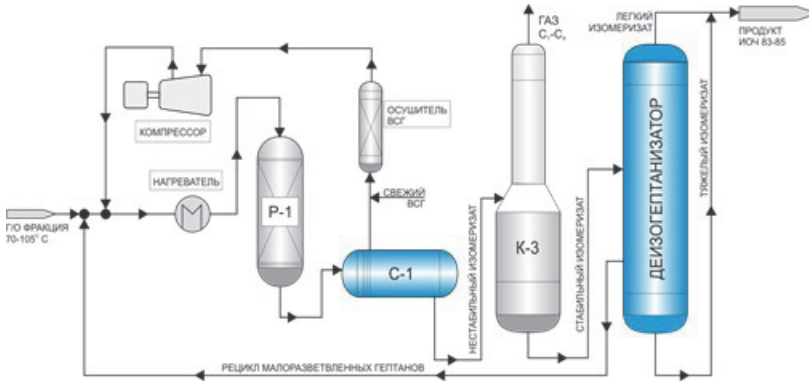


Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема процесса «Изомалк-4»

Литература:

[1] Шакун А.Н., Федорова М.Л., Карпенко Т.В.// Новые проекты изомеризации по российским технологиям «Изомалк-2», «Изомалк-3», «Изомалк-4». Материалы Международной научно-практической конференции «Нефтегазопереработка - 2012». Г. Уфа. 22-25 мая 2012 г. С 38-39.

[2] Шакун А.Н. Инновационные технологии изомеризации С₅-С₆-фракций «Изомалк-2», С₇-фракции «Изомалк-4», н-бутана «Изомалк-3». Промышленный опыт применения.// XVII Всероссийское межотраслевое совещание «Газопереработка и газохимия, инновации, технологии, эффективность», г. Геленджик, 24-28 сентября 2013 г.

Симп.1 СД-01

Изобутилалюмоксаны - новые высокоэффективные активаторы металлоценовых комплексов в синтезе этилен/пропиленовых и этилен/пропилен/диеновых каучуков

Бравая Н.М., Панин А.Н., Файнгольд Е.Е., Саратовских С.Л.,
Бабкина О.Н., Жарков И.В.

*Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка
nbravaya@cat.icp.ac.ru*

В докладе будут представлены результаты исследования новых эффективных гомогенных металлоценовых каталитических систем для синтеза этилен/пропиленовых и этилен/пропилен/диеновых каучуков с использованием изобутилалюмоксановых активаторов, получаемым гидролизом триизобутилалюминия (ТИБА).

Гидролиз ТИБА водой в виде паров (1) или частичек льда (2) при $AlTiBA/H_2O=2$ моль/моль, а также *in situ* водой, дозировано введенной в толуол, используемый в полимеризации (3), приводит к образованию алюмоксанов, способных эффективно активировать металлоценовые каталитические системы в реакциях сополимеризации этилена с пропиленом и тройной сополимеризации этилена с пропиленом и 5-этилиден-2-норборненом при низком мольном отношении Al/Zr (50-500). Показано (1H ЯМР), что алюмоксаны 1 и 2 отличаются составом, строением и стабильностью при хранении. Алюмоксан 1 стабилен при длительном хранении (1 год), что проявляется в стабильности действия каталитической системы с его участием. Алюмоксан 2, обеспечивающий большую активность каталитической системе, претерпевает значительные структурные изменения при хранении (дни, месяцы), что проявляется в снижении активности системы и значительном росте молекулярных масс сополимеров. Максимальную активирующую способность, превосходящую активность систем с традиционным (дорогостоящим) активатором полиметилалюмоксаном (МАО), показал алюмоксан 3. Показаны различия каталитических систем с участием активаторов 1-3 и МАО, проявляющиеся в различиях микроструктуры, молекулярно-

Симп.1 СД-01

массовых, теплофизических характеристиках сополимеров и их физико-механических свойств. Тройные сополимеры, полученные на системе $\text{rac-Et(2-MeInd)2ZrMe2/3}$ показали хорошую комбинацию молекулярно-массовых ($M_w \sim 160000$), эластомерных (удлинение при разрыве 730 %) и прочностных (предел прочности на разрыв 26.5 МПа) характеристик.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-03-01011).

Симп.1 СД-02

Пероксидная делигнификация древесины осины в присутствии катализаторов TiO_2 различного строения

Гарынцева Н.В., Петров А.В., Казаченко А.С., Кузнецов Б.Н.
Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск
bnk@icct.ru

Ранее авторами была установлена возможность делигнификации древесины осины пероксидом водорода в мягких условиях (70-100 °С, атмосферное давление) в присутствии суспензии катализатора диоксида титана в среде уксусная кислота – вода.

С целью установления влияния строения TiO_2 на процесс окислительной делигнификации древесины осины пероксидом водорода была исследована каталитическая активность образцов TiO_2 , различающихся фазовым составом и удельной поверхностью.

Каталитическую активность образцов TiO_2 оценивали по содержанию остаточного лигнина в целлюлозном продукте.

Проведенные кинетические исследования позволили установить оптимальные условия осуществления процесса делигнификации, при которых достигается высокий выход целлюлозы (не менее 50 % от абс. сухой древесины), с низким содержанием (1 – 2 % вес.) остаточного лигнина: температура 100 °С, состав реакционной смеси (% , вес.): H_2O_2 – 4, CH_3COOH – 25, TiO_2 – 1, гидромодуль 15, продолжительность 4 часа.

Обнаружено, что увеличение удельной поверхности катализатора TiO_2 с 1 до 260 м²/г снижает его делигнифицирующую активность. Возможной причиной этого является значительное превышение скорости генерирования из H_2O_2 гидроксильных и перокси- радикалов в порах катализатора над скоростью их диффузии к частицам древесины. Интенсивное перемешивание реакционной среды позволяет устранить внешнедиффузионное торможение процесса делигнификации.

В результате выполненного исследования установлено, что диоксид титана в модификации рутил с невысокой удельной поверхностью (~ 1 м²/г) наиболее пригоден для использования в процессе окислительной делигнификации древесины осины.

Результаты опытно-промышленного использования турбулентного реактора при модификации титанового и неодимового катализаторов полимеризации изопрена

Захаров В.П.¹, Насыров И.Ш.², Жаворонков Д.А.², Захарова Е.М.³,
Закирова И.Д.¹, Мурзина Л.А.¹

¹Башкирский государственный университет, Уфа

²ОАО «Синтез-Каучук», Стерлитамак

³Институт органической химии УНЦ РАН, Уфа
ZaharovVP@mail.ru

Разработаны и внедрены в промышленное производство 1,4-цис-полиизопрена марок СКИ-3 и СКИ-5 технологические решения на базе трубчатых турбулентных реакторов диффузор-конфузорной конструкции для модификации титанового и неодимового катализаторов. Для каталитической системы $TiCl_4-Al(i-C_4H_9)_3$ -дифенилоксид-пиперилен (каучук СКИ-3) осуществляется многократное гидродинамическое воздействие на каталитическую систему за счет циркуляции через трубчатый турбулентный аппарат диффузор-конфузорной конструкции. Повышение каталитической активности суспензии при турбулизации потоков на стадии циркуляции пропорционально длительности экспозиции катализатора. Новый способ позволяет в 2 раза увеличить однородность полиизопрена в разных партиях по параметру «вязкость по Муни». Для неодимового катализатора $NdCl_3 \cdot nROH-Al(i-C_4H_9)_3$ -пиперилен (каучук СКИ-5) многократное воздействие в турбулентных потоках осуществляется на спиртовой комплекс $NdCl_3 \cdot nROH$. Способ позволяет снизить диаметр частиц спиртового комплекса с 0.17 мкм до 0.087 мкм, увеличить содержание изопропилового спирта в комплексе с 2.3 до 2.9, синтезировать полиизопрен с высокими молекулярными массами и узким молекулярно-массовым распределением $M_w/M_n = 2.1-2.6$.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-4973.2014.8, РФФИ (проект 14-03-97027).

Симп.1 СД-04

Синтез Фишера-Тропша в присутствии катализаторов на основе наноразмерных ферромагнитных частиц, распределенных в углеродной матрице

Иванцов М.И.^{1,2}, Куликова М.В.², Карпачева Г.П.², Земцов Л.М.², Чернавский П.А.¹

¹*МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва*
²*ИНХС РАН, Москва*
mihivants@rambler.ru

Разработан инновационный способ получения композиционных материалов, в которых наноразмерные частицы металлов (железа, кобальта) распределены в углеродной матрице. Метод ИК-пиролиза прекурсора на основе полимеров (ПАН, ПВХ, целлюлоза, сополимеры стирола и дивинилбензола) и солей железа или кобальта позволяет получить системы с высокой дисперсностью металлических частиц. Методом магнитометрии установлено, что таким способом получены частицы размером 2-20 нм, устойчивые к окислению. Наноразмерные Fe и Co содержащие катализаторы этого типа проявили исключительно высокую активность в синтезе Фишера-Тропша: при конверсии CO, близкой к 100%, удельная активность образцов была на порядок выше, чем у традиционных катализаторов. При этом катализаторы демонстрируют высокую активность без предварительного восстановления, что делает эти системы весьма перспективными для промышленной реализации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН №3.

Синтез углеродных аэрогелей

Кохановская О.А., Раздьяконова Г.И

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем переработки углеводородов Сибирского
отделения Российской академии наук, Омск*

Углеродные аэрогели - название широкого класса низкоплотных материалов с участием углеродных включений. Их главное отличие от других пористых углеродных материалов состоит в низкой доле твёрдой фазы и высокой (до 96%) доле пустот. Их плотность в 20 и более раз ниже плотности воды. Фактически их можно назвать "замороженные аэрозоли", так как, несмотря на высокую долю пор, они являются твёрдыми телами. Трудно представить все области, где они могут быть востребованы. Всего несколько примеров убедительно демонстрируют необходимость в разработке технологий их создания: углеродные аэрогели - это экраны для сокрытия заметности материальных объектов, ловушки токсичной пыли, газовые мембраны, токопроводящие структуры в электрохимических устройствах (суперконденсаторах и др.). Углеродные аэрогели входят в рейтинг топ-10 современных материалов. Их разработкой интересуется большой круг исследователей в мире.

В докладе рассмотрены методы синтеза углеродных аэрогелей в порошковом виде и в виде объёмных материалов, в том числе используемые в ИППУ СО РАН. Показано, что углеродные аэрогели в виде порошка могут быть получены из технического углерода путём его газификации в атмосфере углекислого газа до 80%-ной потери массы и более. Приведены примеры получения вспененных полимерсодержащих матриц, наполненных порошкообразным углеродным аэрогелем. Исследованы удельная поверхность порошкообразных аэрогелей и их насыпная плотность. Полученные результаты составляют теоретическую основу разрабатываемой в ИППУ СО РАН технологии синтеза низкоплотных углеродных аэрогелей на основе технического углерода и студнеобразующих полимеров.

Влияние условий приготовления на свойства медьуглеродного катализатора

Пономарева Е.А., Парастаев А.С., Оладапо Т.О., Егорова Е.В.

*Московский государственный университет тонких химических
технологий им. М.В. Ломоносова (МИТХТ), Москва
katerinaii@inbox.ru*

Преимущества использования активированных углеродных волокон в качестве носителя медьсодержащего катализатора процесса синтеза ацетальдегида путем дегидрирования этанола были показаны в работе [1]. Целью данного исследования являлось определение влияния метода приготовления нанесенного катализатора, а именно, варьирование растворителя, на дисперсность активного компонента и, соответственно, эффективность каталитической системы. Известно, что при использовании органического растворителя, гидратная оболочка ионов растворенной соли заменяется сольватной, которая, как правило, крупнее; менее важным становится значение точки нулевого заряда поверхности углеродного материала, а следовательно, и содержание функциональных групп. В работе в качестве растворителей использовали воду, метанол и диоксан. Катализаторы, приготовленные методом пропитки по влагоемкости, содержали 5 мас% меди. Анализ СЭМ показал, что во всех исследуемых системах активный компонент располагается равномерно на поверхности носителя, однако при использовании органических растворителей размер частиц меди, образованных в результате стадии восстановления катализатора, больше. Как следствие, конверсия этанола в присутствии катализатора, приготовленного пропиткой водного раствора соли меди, выше, однако в интервале температур 350-400 °С катализатор быстрее теряет активность, приближаясь к значениям конверсии, наблюдаемым в присутствии других исследуемых систем.

Литература:

[1] *Пономарева Е.А., Егорова Е.В., Бокарев Д.А., Парастаев А.С.*// Вестник МИТХТ. 2013. Т. 8. № 6. С. 20-26

Активация комплекса $\text{Ph}_2\text{CCrFluHfMe}_2$ системой $(\text{Al}^i\text{Bu}_3 + [\text{Ph}_3\text{C}_3]^+[\text{B}(\text{C}_6\text{F}_5)_4]^-)$ в полимеризации α -олефинов в присутствии хлористого метилена

Файнгольд Е.Е., Галиуллин А.Н., Бабкина О.Н., Саратовских С.Л.,
Махаев В.Д., Бравая Н.М.

*Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка
fevgeny@mail.ru*

Металлоценовые каталитические системы – эффективные катализаторы стереоспецифической полимеризации α -олефинов. Одними из наиболее распространенных активаторов таких систем являются перфторфенил бораты, которые эффективно переводят металлоцены в каталитические активные комплексы в полимеризации олефинов. Однако, перфторфенилбораты обладают низкой растворимостью в среде толуола, что осложняет проведение исследований, требующих применение высоких концентраций реагентов. Для улучшения растворимости перфторфенилборатов в толуоле в работе изучена возможность применения в качестве добавки к растворителю хлористый метилен, оценено влияние хлорсодержащего реагента на процессы активации металлоценов на примере гафноцена $\text{Ph}_2\text{CCrFluHfMe}_2$ (**Hf**) в полимеризации α -олефинов (пропилен, гексен-1).

Полимеризационные исследования каталитической системы **Hf**/ Al^iBu_3 / $[\text{Ph}_3\text{C}_3]^+[\text{B}(\text{C}_6\text{F}_5)_4]^-$ (**B**) в гомополимеризации пропилена показали снижение активности катализатора и молекулярной массы формируемого полипропилена в присутствии хлористого метилена. ЯМР анализ каталитической системы **Hf**/ Al^iBu_3 /**B** в присутствии гексена-1 и среде растворителей толуол/хлористый метилен показал эффективное прохождение полимеризации гексена-1, а также протекание побочной реакции Фриделя-Крафтса между толуолом и хлористым метиленом. Предложена схема прохождения соответствующих реакций. Сделано предположение о частичном расходовании активатора на катализ побочной реакции. Спектрофотометрические исследования системы **Hf**/ Al^iBu_3 /**B** в среде растворителей толуол/хлористый метилен и чистом

Симп.1 СД-07

хлористом метиле не свидетельствуют об эффективном образовании каталитически активных комплексов в полимеризации гексена-1. Показана устойчивость активированных каталитических систем к разложению в течение нескольких суток при полимеризации гексена-1.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 12-03-00974-а, 13-03-01011-а) и гранта Президента РФ (14.122.13.5228-МК).

Влияние природы твердых кислотных катализаторов на их активность в гидролизе сахарозы и микрокристаллической целлюлозы

Яценкова О.В.¹, Скрипников А.М.¹, Чудина А.И.¹, Козлова С.А.¹,
Таран О.П.², Чесноков Н.В.¹, Кузнецов Б.Н.¹

¹*Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск*

²*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

bnk@icct.ru

В последние годы активно разрабатываются методы получения ценных химических продуктов из возобновляемой лигноцеллюлозной биомассы. Глюкоза, получаемая кислотным гидролизом целлюлозы, относится к числу наиболее востребованных продуктов. Применение твердых кислотных катализаторов вместо коррозионно-активных минеральных кислот в гидролизе полисахаридов позволит решить проблему отделения продуктов реакции от катализатора и обеспечить экологическую безопасность процессов. В данной работе сопоставлена активность катализаторов на основе модифицированного SO_3H -группами SBA-15, обработанных NaOCl и HNO_3 образцов Сибунита, с целью создания карбоксильных групп, и промышленного кислотного полимера Nafion® в гидролизе сахарозы при 80°C и микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) при 150°C . Наиболее высокая константа скорости гидролиза сахарозы ($9,2 \cdot 10^{-4} \text{c}^{-1}$) наблюдалась для SBA-15, содержащего фиксированные на его поверхности SO_3H -группы. Наименьшей активностью обладал катализатор Сибунит с поверхностными карбоксильными группами. Конверсия МКЦ при продолжительности гидролиза 12 часов снижается в ряду: SBA-15 (80,1 % мас.) > Nafion (21,5 % мас.) > Сибунит (16–19 % мас.) > без катализатора (8,2 % мас.). Установлено, что продукты гидролиза МКЦ содержат, наряду с глюкозой, олигосахариды, примеси ксилозы и маннозы. Экспериментально подтверждена стабильность модифицированных образцов Сибунита в реакциях гидролиза целлюлозы при их многократном использовании. Обнаружены структурные изменения модифицированного SBA-15 после гидролиза МКЦ при 150°C .

Симп.2 СД-01

Влияние имидазолинов синтетических нефтяных кислот на кинетику углекислотной коррозии стали

Аббасов В.М., Мамедбейли Э.Г., Агамалиева Д.Б., Эфендиева Л.М.,
Маммедова Н.М., Аббасова Х.А., Джабраилзаде Ш.С.

*Институт нефтехимических процессов
им. акад. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
durna.agamaliyeva@mail.ru*

Для повышения эффективности защитных мероприятий по борьбе с коррозией, ставшей национальной проблемой для развитых стран проводятся научные и экспериментальные исследования. Наиболее эффективным из этих экспериментов является создание высоко эффективных ингибиторов коррозии [1].

Нами осуществлен синтез имидазолина на основе синтетических нефтяных кислот (СНК), выделенных из средней фракции с температурой кипения 250-350°C смеси бакинских нефтей и триэтилентетрамина (ТЭТА). Смеси имидазолинов (D_2), полученных на основе СНК и ТЭТА и кислоты HCl в соотношении 1:3 получены комплекс A_3 и комплекс H_2 . Изучено влияние 20%-ных растворов, полученных в среде вода-спирт в соотношении 1:1, на кинетику коррозии стали в 1%-ном водном растворе NaCl, наполненным CO_2 . Доказано, что при 25мг/л-93,8%; 50 мг/л-97,8%; 100мг/л-98,4%. Таким образом, растворы приготовленных комплексов имидазолинов, синтезированных на основе СНК ($D_2A_3H_2$) проявляют высокий антикоррозионный эффект стали в 1%-ном водном растворе NaCl, наполненным CO_2 .

Литература:

[1] В.М. Аббасов Коррозия, Баку, 2007, 355с.

Изучение растворимости производных имидазолина кислот растительного происхождения

Аббасов В.М., Мамедбейли Э.Г., Маммедова Н.М., Агамалиева Д.Б.

*Институт нефтехимических процессов
им. акад. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
ximicka@rambler.ru*

В нефтяной и газовой промышленности для защиты металлических конструкций широко используются азотсодержащие поверхностно-активные вещества, такие как имидазолин. [1] С целью устранения коррозии осуществлен синтез имидазолинов кислот растительного происхождения. В качестве исходного сырья использовали кислоты, выделенные из подсолнечного, хлопкового, пальмового и кукурузного масел. На основе выделенных кислот растительного происхождения и полиэтиленполиамина (ПЭПА) осуществлен синтез имидазолинов. Изучена растворимость синтезированных имидазолинов в различных растворителях и их смесях. Установлено, что имидазолины выделенных из кукурузного, пальмового и подсолнечного масел, в соотношении 1:1, 1:2, 2:3, и 1:4, растворяются в изопропанол и смеси вода-изопропанол. Однако имидазолин, полученный на основе кислот хлопкового масла в смеси вода-изопропанол не растворяется.

Литература:

[1] В.М.Аббасов *Коррозия, Баку, 2007, 355с.*

Симп.2 СД-03

Волгоградский филиал ИК им. Г.К. Борескова СОРАН – перспективный технопарк коллективного использования при создании технологий производства химической продукции

Бескопыльный А.М.

¹*Волгоградский филиал Института катализа СО РАН, Волгоград*

²*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

VFcatalysis@yandex.ru

Концепцией Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» определено резкое сокращение инновационного цикла, ускорение темпов обновления продукции и технологий

В работе представлены характеристики технических и технологических возможностей модульных установок «Уфа - 1», «Уфа - 2» для реализации перспективных химических процессов и дальнейшего внедрения в промышленное производство.

Приведён перечень освоенных химических технологий в опытно-промышленном масштабе. Сформулированы основные концепции создания промышленных малотоннажных химических производств.

Каталитическая очистка технологических и выбросных газов от кислорода, водорода, метана

Голосман Е.З., Ефремов В.Н.

*ООО «НИАП – КАТАЛИЗАТОР», Новомосковск
evgolosman@yandex.ru*

Безвозвратные потери и высокая стоимость Pt и Pd катализаторов сделали актуальной задачу по поиску и разработке контактов, не содержащих драгметаллов. В этом плане значительный интерес представляет Ni -Cu каталитическая система. Выбор в качестве активного компонента никельмедной композиции связан с тем, что в процессе формирования в восстановительной среде она образует Ni –Cu твердый раствор, проявляющий каталитические свойства идентичные платине. С применением метода математического планирования эксперимента оптимизирован состав Ni -Cu катализаторов синтезированных методом химического смешения гидроксокарбонатов никеля и меди с алюминатами кальция, а также приготовленных пропиткой керамических носителей азотнокислыми солями никеля и меди. Определены оптимальные условия приготовления катализаторов. Изучено формирование фазового состава и каталитически активной составляющей на всех стадиях процесса приготовления при варьировании состава и условий приготовления.

Разработана промышленная малоотходная технология приготовления катализаторов серии НКО-2-3 в катализаторном производстве «НИАП – КАТАЛИЗАТОР». Катализатор внедрены вместо драгметалльных контактов на Нижнекамскнефтехим, НАК АЗОТ, Щекино АЗОТ, на ряде Уральских заводов, Череповецком. Мариупольском, Запсибе и Новолипецком меткомбинате, Северском трубном, Майли-Сайском электроламповом заводах и на установках предприятия «Хром».

Проведенные исследования и опыт эксплуатации показали, что катализаторы НКО 2-3ф обеспечивают очистку от углеводородов до остаточного содержания не менее 0,01 ppm при их содержании в исходной смеси до 3000 ppm. Очистка от кислорода и водорода на катализаторах НКО 2-3, НКО 2-4, НКО 2-3ф ниже 5 ppm.

Симп.2 СД-05

Разложение коксохимического аммиака в присутствии паров воды и сернистых соединений

Голосман Е.З.¹, Платонов О.И.², Ефремов В.Н.¹, Моисеев М.М.³,
Сауль О.П.⁴

¹ООО «НИАП – КАТАЛИЗАТОР», Новомосковск

²ООО «Институт Гипроникель», Санкт – Петербург

³ НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковск

⁴ ВУХИН, Екатеринбург

evgolosman@yandex.ru

Практика переработки аммиачных паров в цехе очистки коксового газа на Магнитогорском металлургическом комбинате (ММК) выявила ряд проблем, которые пришлось преодолевать в процессе освоения этой технологии.

Поступающая на катализатор разложения аммиака газовая смесь содержит, наряду с аммиаком: ~15% об. двуокиси углерода, 2 – 4 % об. сероводорода и до 40% об. водяного пара. В процессе эксплуатации на ММК наблюдалось увеличение проскока аммиака, что свидетельствует о снижении активности катализатора.

Задачами исследования являлось, изучение основных закономерностей дезактивации катализаторов разложения аммиака, в присутствии паров воды и сероводорода, разработка и модификация отечественных катализаторов для коксохимической промышленности. Установлено, что введение сероводорода значительно снижает конверсию аммиака при температуре 850 – 900⁰С. Экспериментальные данные и термодинамический анализ показали, что для компенсации дезактивирующего действия сероводорода необходимо повышение рабочей температуры в слое катализатора до 1100 – 1200⁰С.

Наиболее высокую активность среди серии модифицированных катализаторов крекинга аммиака показал контакт марки КДА-18А.

Выпуск термостабильного, высокопрочного, активного катализатора марки КДА-18А в форме кольца, не уступающего по эффективности импортным, был освоен катализаторным производством «НИАП – КАТАЛИЗАТОР».

Тритерпеновые соединения ряда урсана и лупана: технология производства и перспективы использования в медицине, функциональном питании и лечебной косметике

Попов С.А., Шпатов А.В., Толстикова Т.Г., Сорокина И.В.

*ФГБУН Новосибирский институт органической химии
им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, Новосибирск
spopov@nioch.nsc.ru*

Разработаны рациональные технологии выделения и очистки пентациклических тритерпеноидов с целью создания продуктов для медицины, функционального питания и косметики, а также платформ для синтеза широкого ряда производных урсана и лупана. При выделении урсоловой кислоты и бетулина использованы максимально доступные материалы - отходы деревообработки и пищевой промышленности. При разработке процессов особое внимание уделялось комплексному использованию сырья, снижению расхода растворителей и уменьшению выбросов в окружающую среду.

- Разработаны технологии получения композиций, содержащих концентраты тритерпеновых кислот, перспективных для получения компонентов функционального питания.
- Создана комплексная малоотходная технология экстракции бересты с получением бетулина и субериновых кислот, отличающаяся экономичностью и низким количеством выбросов.
- Разработаны способы получения синтетических биологически активных производных терпеноидов.
- Проведен скрининг биологической активности синтетических производных *in vivo*, детально изучена биоактивность отобранных кандидатов.
- Обнаружены новые виды биологической активности ряда синтетических производных *in vitro*.

Окисление ароматических соединений с использованием полиоксометаллатов в качестве катализаторов

Попова Н.Р., Белоглазова А.Л., Торцева Т.В., Боголицын К.Г.

*Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова, Архангельск
n.popova@narfu.ru*

Изучение процесса каталитического окисления экологически безопасными окислителями (O_2 , H_2O_2 , перуксусная кислота) ароматических соединений, моделирующих структурное звено лигнина актуально с точки зрения разработки теоретических основ экологически безопасных способов переработки растительного сырья с целью получения продуктов с заданными потребительскими свойствами.

Нами изучена кинетика окисления ароматических модельных соединений лигнина (коричной, феруловой, кумаровой, синаповой кислот, ванилина и ванилинового спирта) в кислой среде молекулярным кислородом [1], пероксидом водорода, перуксусной кислотой в присутствии $Na_{11}[PMo_6V_5O_{39}Mn(OH)]$ в качестве гомогенного катализатора. Установлены закономерности влияния рН среды, концентрации и природы окисляемого вещества, окислителя, катализатора, температуры на кинетику процесса, определены оптимальные условия проведения процесса. Методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором идентифицированы продукты окисления. Методами ЯМР-спектроскопии, элементного, рентгенофлуоресцентного анализа установлено образование каталитически активных частиц - пероксокомплексов полиоксометаллата.

Работы на хроматомасс-, ЯМР-, рентгенофлуоресцентных спектрометрах; CHNS-анализаторе выполнены на оборудовании ЦКП НО "Арктика" С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова.

Литература:

[1] Поварницына Т.В., Попова Н.Р., Боголицын К.Г., Белоглазова А.Л., Пряхин А.Н. // Журнал физической химии. 2010. №12. С.2245.

Алкокси- и аминодефторирование $K[C_6F_5BF_3]$ – новый способ синтеза замещенных полифторфенилтрифторборатов калия

Шабалин А.Ю.¹, Адонин Н.Ю.¹, Бардин В.В.², Пармон В.Н.¹

¹Институт катализа СО РАН, Новосибирск

²Новосибирский институт органической химии СО РАН,

Новосибирск

shabalin@catalysis.ru

Органотрифторбораты калия $K[RBf_3]$ обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с соответствующими им кислотами $(RB(OH)_2)$ и эфирами $(RB(OR')_2)$, что обуславливает их широкое применение в органическом синтезе. Важным свойством этих соединений является устойчивость группы Bf_3^- к действию различных реагентов, позволяющая модифицировать только их органический фрагмент с сохранением связи C–B [1, 2].

Настоящая работа посвящена разработке методов синтеза полифторфенилтрифторборатов калия с помощью реакций нуклеофильного замещения доступного $K[C_6F_5BF_3]$ (1).

Найдены реакционные условия, при использовании которых соответствующие органотрифторбораты $K[4-ROC_6F_4BF_3]$ могут быть получены с высоким выходом путем взаимодействия соли **1** с рядом O-нуклеофилов (Bu^tOK , $PhOK$ или алкоксидами, генерируемыми *in situ* из спиртов ROH ($R = Me, Et, Pr^n, Pr^i, Bu^n, PhCH_2, CH_2CH_2, Ph(CH_2)_2$) и $NaNH$).

Кроме того, предложены препаративные методы синтеза солей $K[4-(1-азолил)C_6F_4BF_3]$, основанные на реакциях пентафторфенилтрифторбората калия с N-центрированными нуклеофилами, получаемыми из соответствующих азолов (имидазол, пиразол, пиррол, бензимидазол, индол).

Литература:

[1] *Darses S., Genet J-P.* // Chemical Reviews. 2008. Т. 108. № 1. С. 288

[2] *Molander G.A., Canturk B.* // Angewandte Chemie International Edition. 2009. Т. 48. № 48. С. 9240



ЗАОЧНЫЕ ДОКЛАДЫ

Секция 1. Физико-химические основы катализа

C1 ЗД-01 ÷ C1 ЗД-46

Секция 2. Научные основы производства катализаторов

C2 ЗД-01 ÷ C2 ЗД-13

Секция 3. Перспективные каталитические процессы

C3 ЗД-1 ÷ C3 ЗД-56

Секция 4. Промышленные катализаторы и каталитические процессы

C4 ЗД-01 ÷ C4 ЗД-18

Симпозиум 1. «Углеродные материалы и композиты на их основе»

Симп.1 ЗД-01 ÷ Симп.1 ЗД-03

Симпозиум 2. «Малотоннажная химия: состояние и перспективы»

Симп.2 ЗД-01 ÷ Симп.2 ЗД-06

Определение каталитической активности нафтенатов Со, Мп и Ва в реакции аэробного окисления этилбензола

Абдуллаева Н.Р., Зейналов Э.Б., Аббасов В.М.

*Институт нефтехимических процессов
им. акад. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
ab.narmina@gmail.com*

Жидкофазное каталитическое окисление ароматических углеводородов кислородом воздуха является одним из наиболее перспективных путей синтеза их кислородсодержащих производных.

В качестве модельного углеводорода в эксперименты был задействован этилбензол, окисление которого проводилось на лабораторной газометрической установке в атмосфере воздуха при температуре 100°C в присутствии Со, Мп и Ва солей природных нефтяных кислот (ПНК). Чтобы избежать наличия макроскопических стадий окисления изучали только на начальных стадиях. По результатам измерения скорости поглощения кислорода в реакции было установлено, что соли металлов переменной валентности (Со и Мп) активно катализируют окисление, тогда как соль Ва ощутимой каталитической активности не проявляет. Однако при глубоком окислении этилбензола сочетание Мп и Ва солей ПНК даёт более лучший эффект.

Кинетика радиационно-каталитического разложения молекул воды в присутствии нано- ZrO_2

Агаев Т.Н., Иманова Г.Т.

*Институт радиационных проблем
национальной АН Азербайджана, Баку, Азербайджан
agayevteymur@rambler.ru*

Диоксид циркония (ZrO_2) широко применяется в катализе как катализатор и как носитель катализаторов, благодаря его высокой механической, термокаталитической стабильности и в присутствии на поверхности как кислотных, так и основных центров [1]. При нормальных условиях поверхности диоксида циркония покрыта гидроксильными группами и содержит значительное количество адсорбционной воды.

На поверхности ZrO_2 в значительном количестве имеются центры льюисовские кислотности (≈ 3 центра/ nm^2) и льюисовской основности ($\approx 2,5$ центра/ nm^2) [2].

Образцы ZrO_2 , полученные разными способами, обладают различными кислотно - основными свойствами и проявляют различную каталитическую активность [3].

Цирконий и его оксиды нашли широкое применение как реакторные материалы в ядерной технологии. Во время работы в реакторных условиях в контакте с водяным теплоносителем в поверхностном слое металла образуется оксидная фаза ZrO_2 . Поэтому в ходе физико-химических процессов в этих системах особое значение приобретают радиационно-каталитические и радиационные эффекты в оксидной фазе.

С целью выявления влияния нанопорошка ZrO_2 на радиолитическое разложение воды исследована кинетика накопления молекулярного водорода при радиолитическом разложении воды и системы ZrO_2+H_2O при $T=300K$. На основе кинетических кривых определены значения скорости процесса и радиационно-химического выхода водорода $G(H_2)$, рассчитанные на энергию, поглощенную водой.

В данной работе с целью выявления закономерностей радиационных и радиационно-термических процессов в контакте теплоносителя с нанопорошком диоксида циркония, который является материалами ядерных реакторов с водяным охлаждением, исследована кинетика накопления молекулярного водорода под действием γ – излучения при различных температурах.

При этом выявлено, что радиационно-химический выход молекулярного водорода $G(\text{H}_2)$ при $T=300\text{K}$, $G(\text{H}_2)=2,14$ молекул/100эВ больше, чем для чистой воды, который составляет $G(\text{H}_2)=0,45$ молекул/100эВ. Наблюдаемый прирост значений $G(\text{H}_2)$ при радиолизе воды в присутствии ZrO_2 по сравнению с выходом радиолиза чистой воды, может быть объяснен выходом эмитированных из металла при воздействии γ – квантов δ – электронов и образованием на поверхности диоксида циркония активных центров разложения воды.

На основе полученных результатов можно сделать вывод о том, что исследования радиационно-каталитического разложения воды в контакте с ZrO_2 могут быть учтены при решении проблем радиационного катализа и радиационного материаловедения.

Литература:

- [1] Химия привитых поверхностных соединений / Под. ред. Г.В. Лисичкина. М.: Физ. Мат. Лит., 2003.592с.
- [2] Tretyakov N.E., Filimanov V.N. // Kinet. Katal. 1 972. V.13. P.815.
- [3] Nawrocki J., Rigney M.P., McCormick A., Carr. P.W. // J. Chromatog. A. 1993. V. 657. P. 229.

Исследование механизма дегидрирования пропана в присутствии CO_2 на оксидно-хромовых и оксидно-галлиевых катализаторах

Агафонов Ю.А., Гайдай Н.А., Ботавина М.А., Лapidус А.Л.

*Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва
plassey@mail.ru*

Катализаторы на основе хрома и галлия известны своей активностью в реакциях дегидрирования лёгких парафинов[1], однако, ограниченная информация о механизмах этих процессов не позволяет предложить адекватные стадийные схемы и определить структуру активных центров. Для изучения механизма дегидрирования пропана в присутствии CO_2 на оксидных хромовых и галлиевых катализаторах был использован, совместно с ИК-спектральным и ТПВ- H_2 методами, нестационарный метод отклика, проведены исследования влияния состава реакционной смеси и направленного модифицирования катализаторов.

Результаты показали, что активность катализаторов $\text{CrO}_x/\text{SiO}_2$, модифицированных Li и Na, в дегидрировании пропана значительно ниже, чем исходных. ИК-спектральные данные показали, что щелочные металлы активно замещают протоны в гидроксилах поверхности. В случае систем $\text{GaO}_x/\text{SiO}_2$ такого эффекта не наблюдается. С другой стороны, обнаруживается негативный эффект (выход пропилена падает) от введения CO_2 , в отличие от оксидно-хромовых катализаторов, для которых присутствие CO_2 позитивно сказывается на активности и стабильности. Эти результаты указывают на то, что катализаторы на основе оксидов хрома и галлия имеют различный механизм активации парафинов, в первом случае с участием кислотных гидроксидов, во втором, вероятно, через образование гидридов галлия на поверхности.

Литература:

[1] *Yu.A. Agafonov, N.A. Gaidai, M.A. Botavina, N.V. Nekrasov, A.L. Lapidus, G. Martra. 15-th ICC. Munich. Germany. 2012. PS.02. № 1.01_7577.*

Работа выполнена при финансовой поддержке ОХНМ РАН (программа №1) и РФФИ (проект № 10-03-01106-а)

Подбор селективного металлцеолитного катализатора и изучение кинетики окислительного дегидрирования втор-бутилового спирта

Алиев А.М., Агаев Ф.А., Сарыджанов А.А., Мамедова У.А.

*Институт химических проблем им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
itpcht@itpcht.ab.az*

Настоящая работа посвящена окислительному дегидрированию (ОД) втор-бутилового спирта (ВБС) на цеолитах (А, X, Y) модифицированных катионами Cu^{2+} , Pd^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} методом ионного обмена, с целью подбора активного катализатора и изучению кинетики этого процесса.

ОД изучалось с варьированием условий проведения экспериментов ($T=250\text{-}350^\circ\text{C}$, $V=2000\text{-}4000\text{ч}^{-1}$) в каталитической установке проточного типа с мольным соотношением $\text{ВБС}:\text{O}_2:\text{N}_2=1:(0,3\text{-}1,0):(1,3\text{-}3,0)$ и парциальными давлениями реагентов $P_{\text{ВБС}}=0,12\text{-}0,32$, $P_{\text{O}_2}=0,12\text{-}0,26$ атм. Количество введенных катионов составляло в пределах для Cu^{2+} -0,5-5%, Zn^{2+} и Co^{2+} -2,0-4,0%, а Pd^{2+} -0,1-1,0%. При ОД ВБС в присутствии всех образцов протекают реакции дегидрирования (МЭК), дегидратации спирта (C_4H_8) и глубокого окисления (CO_2). Выход этих продуктов зависит в основном от концентрации вводимых катионов, типа цеолита и условий проведения реакции. Полученные результаты показали, что природа и концентрация ионообменных катионов в составе цеолита существенно влияют на активность синтезированного катализатора. Наилучший результат в реакции ОД ВБС показали катализаторы, приготовленные на основе CaA и NaY , модифицированные Cu^{2+} и Pd^{2+} . Добавка к Cu^{2+} и Pd^{2+} , содержащимися в CaA и NaY цинка и кобальта приводит к увеличению, как конверсии спирта, так и выхода МЭК. Наиболее селективным в ОД спирта был образец с ионами Zn^{2+} , а наименее активным образец с Co^{2+} . Выход МЭК при $300\text{-}320^\circ\text{C}$ и $V=2500\text{ч}^{-1}$ на Zn -содержащем образце достигает 88-90% при селективности 94-96%, что на 6-8% больше, чем на образце содержащем Cu^{2+} и Pd^{2+} . Кривая зависимости выхода МЭК от $P_{\text{ВБС}}$ и P_{O_2} имеет экстремальный характер и его максимальный выход (90,0%) достигается при $P_{\text{ВБС}}=0,24$ и $P_{\text{O}_2}=0,16$ атм ($300\text{-}320^\circ\text{C}$) Каталитическая активность катионных форм цеолитов зависит также и от условий предварительной термообработки (ПТО). Наиболее сильный рост активности наблюдается на цеолите NaY содержащего ионы Cu^{2+} , Pd^{2+} и Zn^{2+} (ПТО от 350 до 600°C).

Предложена кинетическая модель ОД ВБС, определены численные значения константы скорости и энергии активации. При найденных численных значениях констант кинетической модели относительные погрешности экспериментальных и расчетных данных не превышало 5-10%.

Окислительное превращение циклогексанола в циклогексанон на модифицированных цеолитах

Алиев А.М., Алиева М.К., Меджидова С.М., Али-заде Г.А.,
Шабанова З.А.

*Институт химических проблем им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана, Баку Азербайджан
itpcht@itphct.ab.az*

Учитывая ориентацию промышленного катализа на разработку технологических процессов с использованием цеолитных катализаторов, а также получения новых результатов по использованию цеолитов в различных синтезах, исследование высокодисперсных каталитических систем на основе природных и синтетических цеолитов, модифицированных катионами переходных элементов и изучение их каталитических свойств в реакции окисления циклогексанола в циклогексанон молекулярным кислородом представляет научно-практический интерес.

В настоящей работе изучена каталитическая активность модифицированного катионами Sn^{2+} , Pd^{2+} , Cu^{2+} и Fe^{3+} природного цеолита клиноптилолита и цеолита типа фожазита в реакции парофазного окисления циклогексанола кислородом воздуха в циклогексанон. На основе экспериментальных исследований показано, что природный клиноптилолит модифицированный как одним из введенных в него элементов, так и содержащий любую из них комбинацию, проявляет активность в этой реакции. Установлено, что клиноптилолит с сочетанием в нем катионов олова, палладия и меди в количествах 0,5; 0,15; 0,5 масс.% соответственно является активным и селективным катализатором для этой реакции.

Полученные экспериментальные данные говорят о том, что на основе модифицированных синтетических цеолитов типа фожазита и природного клиноптилолита могут быть разработаны эффективные каталитические системы для окислительного превращения циклогексанола в циклогексанон.

Кинетика и механизм окислительного дегидрирования циклогексана на модифицированном клиноптилолите

Алиев А.М., Шабанова З.А., Наджаф-Кулиев У.М.

*Институт химических проблем им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
itpcht@itphct.ab.az*

Окислительным дегидрированием (ОД) циклогексана можно получить циклогексадиен 1,3 потенциально полезный промежуточный материал и мономер органического синтеза. С этой точки зрения изучение кинетики и механизма реакции ОД циклогексана в циклогексадиен 1,3 с целью дальнейшей реализации процесса в промышленности имеет большое теоретическое и практическое значение.

Нами было установлено, что наибольшую активность и селективность в реакции окислительного дегидрирования циклогексана в циклогексадиен 1,3 проявляет CuZnCoCr-клиноптилолит, содержащий Cu²⁺-0.5%; Zn²⁺-0.2%; Co²⁺-0.1%; Cr³⁺-0.1%. Данная работа посвящена экспериментальному исследованию кинетических закономерностей реакции с целью выявления её вероятной стадийной схемы механизма протекания и разработки кинетической модели процесса на указанном катализаторе

Кинетические опыты проводили на проточной установке при атмосферном давлении в интервале температур 320-380°C, объёмных скоростей 500-3000 ч⁻¹, парциальных давлений реагентов P_{C₆H₁₂}=0.05-0.14 атм.; P_{O₂}=0.07-0.25атм. Специальными опытами было установлено отсутствие внутренне и внешнедиффузионного торможения, что свидетельствует о протекания реакции строго в кинетической области. На основе экспериментальных данных предложена кинетическая схема и разработана кинетическая модель процесса. Рассчитаны численные значения констант кинетической модели.

Парофазный окислительный аммонолиз 4,5-дихлор-О-ксилола на сложнооксидном катализаторе

Багирзаде Г.А.¹, Тагиев Д.Б.¹, Манафов М.Р.¹, Хатиби М.Л.²

¹*Институт химических проблем им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан*

²*Тегеранский университет, Иранская Исламская Республика
mmanafov@gmail.com*

Получение фталоцианинов последних реакциями нуклеофильного замещения давно уже стало рутинным способом и ограничивается лишь доступностью набора исходных фталонитрилов с подходящими замещаемыми группами. К таким относится, например, 4,5-дихлорфталонитрил [1]. В работе [1] показано, что 4,5-дихлорфталонитрил получается из 4,5-дихлорфталево́й кислоты с выходом 49%.

Одностадийно с высоким выходом 4,5-дихлорфталонитрил можно получать наиболее перспективным методом – парофазным окислительным аммонолизом 4,5-дихлор-о-ксилола. В этой связи проведена определенная работа по подбору эффективной каталитической системы[2]. Подбор велся на основе традиционных для этих реакций оксидов металлов переменной валентности. Базовый V–Sb–Bi/γ-Al₂O₃ катализатора, модифицированный оксидом циркония, явился хорошим контактом для проведения окислительного аммонолиза 4,5-дихлор-о-ксилола. Получен выход 4,5-дихлорфталонитрила до 80–85 мол.% на поданной 4,5-дихлор-о-ксилол при конверсии субстрата ~100%. Побочными продуктами реакции являются 4,5-дихлорфталимид, 4,5-дихлор-о-толуни́трил, 4,5-дихлорбензонитрил и CO₂. Количество имида можно регулировать промотированием ZrO₂, временем контакта и температурой.

Литература:

[1] Wöhrle D., Eskes M., Shigehara K., Yamada A.// Synthesis. 1993. № 2. P.194-196.

[2] G. A. Bagirzade, D. B. Tagiyev, M. R. Manafov.// Modern Research in Catalysis. 2014. № 3. P.6-11

Синтез 4,5-дибромфталонитрила окислительным аммонолизом 4,5-дибром-о-ксилола на сложнооксидном катализаторе

Багирзаде Г.А.¹, Хатиби М.Л.², Манафов М.Р.¹

¹*Институт химических проблем им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан*

²*Тегеранский университет, Иранская Исламская Республика
mmanafov@gmail.com*

К числу наиболее удобных способов получения замещенных фталоцианинов относятся циклотетрамеризация соответствующих фталонитрилов [1]. Получение последних реакциями нуклеофильного замещения давно известен рутинным способом и основывается доступностью набора исходных фталонитрилов с подходящими замещаемыми группами, к числу которых относится 4,5-дибромфталонитрил. 4,5-Дибромфталонитрил можно получать парофазным окислительным аммонолизом 4,5-дибром-о-ксилола, одностадийно совмещая в одном процессе разнотипные реакции – окисления и аммонолиза. С этой целью проведен подбор эффективной каталитической системы для окислительного аммонолиза 4,5-дибром-о-ксилола на основе традиционных для таких реакций оксидов металлов переменной валентности [2]. В результате подбора было выявлено, что базовый V–Sb–Bi/γ-Al₂O₃ катализатор, модифицированный оксидом циркония, явился хорошим контактом для окислительного аммонолиза 4,5-дибром-о-ксилола. 4,5-Дибромфталонитрил на этом катализаторе получен с выходом до 65–70 мол.% на поданной 4,5-дибром-о-ксилол при конверсии субстрата ~100%. В качестве побочных продуктов образуются 4,5-дибромфталимид, 4,5-дибром-о-толуниитрил, 4,5-дибромбензонитрил и CO₂. Выход имида можно регулировать промотированием ZrO₂, временем контакта и температурой.

Литература:

1. Негримовский В.М., Волков К.А., Авраменко Г.В., Лукьянец Е.А. // Всерос. науч. конф. «Современные проблемы органической химии. Новосибирск. 2007. С. 90.

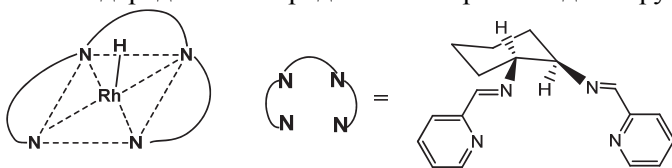
2. G. A. Bagirzade, D. B. Tagiyev, M. R. Manafov. // Modern Research in Catalysis. 2014. № 3. P.6-11.

Механизм реакции гидрирования ацетофенона с переносом водорода на *бис*-иминовом комплексе родия (1+)

Бадырова Н.М., Ниндакова Л.О.

БГОУ ВПО Иркутский государственный технический университет, Иркутск
nindakova@istu.edu

Предпринято теоретическое исследование механизма реакции гидрирования с переносом водорода от 2-пропанола на комплексе родия(1+) с оптически активным *бис*-иминовым лигандом *R,R*-1. Выбран моногидридный путь реакции, включающий предварительное образование 5-координационного 18-электронного гидрида родия (1+), *si*- и *re*-энантиофасную η^2 -координацию ацетофенона к диссоциированному по связи Rh-N гидридному комплексу родия, образование диастереомерных 1-фенилэтоксидных комплексов родия (1+) и последующее элиминирование продукта в стадии замещения 1-фенилэтоксидного заместителя на *изо*-пропоксидную группу. Образование исходного гидрида родия (1+) происходит путем переноса водорода на атом родия от *изо*-пропоксидной группы.



Молекулярная геометрия промежуточных комплексов родия (1+) оптимизирована с применением гибридного функционала B3LYP на программном пакете Firefly version 8.0.0. Использован базисный набор Lanl2dz для атома родия и 6-31G для других атомов. Колебательный расчет проводился с применением того же функционала для определения переходных состояний. Определены наиболее устойчивые промежуточные продукты, и переходные состояния.

Финансовая поддержка: Министерство образования и науки РФ (Госзадание Министерства образования и науки, базовое финансирование, № 616)

**Кинетическая модель процесса
гидрокарбометоксилирования циклогексена,
катализируемого системой
 $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2 - \text{PPh}_3 - \text{п-толуолсульфо́кислота}$**

Баташев С.А., Демерлий А.М., Севостьянова Н.Т.

*Тульский государственный педагогический университет
им. Л.Н. Толстого, Тула
piligrim.tula.ru@gmail.com*

Гидрокарбалкокислирование алкенов спиртами и СО при металлокомплексном катализе является перспективным способом получения сложных эфиров благодаря таким преимуществам как одностадийность, необратимость, возможность достижения высоких выходов в мягких условиях. В данной работе в условиях однофакторных экспериментов изучены кинетические закономерности гидрокарбометоксилирования циклогексена при катализе системой $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_2\text{Cl}_2 - \text{PPh}_3 - \text{п-толуолсульфо́кислота}$ (TsOH) в диапазоне температур 358-398 К. Установлен первый порядок реакции по циклогексену, снижение удельной активности катализатора с ростом его концентрации и S-образная зависимость скорости реакции от концентрации TsOH. Зависимости скорости реакции от концентраций метанола, PPh_3 и P_{CO} проходят через максимум. Полученные результаты интерпретированы в рамках гидридного механизма, включающего в качестве интермедиатов гидрид-, алкил- и ацилпалладиевые комплексы катионного типа. На основе приложения принципа квазиравновесных концентраций к этому механизму получено кинетическое уравнение реакции, согласующееся с результатами однофакторных экспериментов. В результате оценки параметров этого уравнения на основе всего массива кинетических данных с использованием программы MS Excel 2010 получена кинетическая модель процесса, являющаяся основой для расчета и оптимизации реакционного узла синтеза метилциклогексанкарбоксилата.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-00535-а.

С1 ЗД-11

Применение наночастиц на основе фосфидов палладия в хемоселективном восстановлении *o*-хлорнитробензола

Белых Л.Б., Скрипов Н.И., Степанова Т.П., Шмидт Ф.К.

Иркутский государственный университет, Иркутск
belykh@chem.isu.ru

Интерес к нанофосфидам переходных металлов, постулируемым как новый класс катализаторов [1] вызван тем, что фосфиды никеля оказались более эффективными в сравнении с используемыми в течение более 50 лет сульфидированными Co-Mo и Ni-Mo катализаторами гидродесульфидирования и гидродеазотирования, а также более устойчивыми в процессах гидродехлорирования по сравнению с металлическим никелем.

В докладе представлены результаты исследования природы и каталитических свойств наночастиц на основе фосфидов палладия в восстановлении нитрохлорбензолов. Установлены и экспериментально обоснованы различные виды зависимостей влияния размера, состава наночастиц и состояния поверхностного слоя на активность, устойчивость и хемоселективность катализаторов, содержащих нанофосфиды палладия различного состава. Рассмотрены причины повышения хемоселективности и снижения каталитической активности по мере перехода к наночастицам, содержащим обогащенные фосфором фосфиды палладия. Поскольку низкотемпературные синтезы на основе соединений Pd(II) и фосфора могут приводить к формированию наночастиц различной природы ($Pd_xP@Pd_z(0)$; смеси фосфидов и кластеров палладия(0)), дискутируется вопрос о роли нанофосфидов и кластеров Pd(0) в гидрогенизационном катализе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-03-32001 мол_а

Литература:

[1] Oyama S.T. // J. Catal. 2003. V. 216. P. 343.

Изотопный обмен в молекулах СО на оксиде церия

Бреева Н.В.

*ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет
имени Д. И. Менделеева», Москва
n_breeva@mail.ru*

В данной работе был исследован оксид церия ($S_{уд}^{Kr} 75 \text{ м}^2/\text{г}$) в реакции изотопного обмена в молекулах СО:
 $^{12}\text{C}^{18}\text{O} + ^{13}\text{C}^{16}\text{O} \leftrightarrow ^{12}\text{C}^{16}\text{O} + ^{13}\text{C}^{18}\text{O}$.

Удельная каталитическая активность была измерена в интервале температур от -10 до $+450^\circ\text{C}$. Выявлено существование двух областей протекания обмена с энергиями активации 38 кДж/моль и 55 кДж/моль соответственно.

Изучение адсорбции СО было проведено объемным методом, в интервале температур $-196 \pm 420^\circ\text{C}$. Показано существование двух типов адсорбционных центров с теплотами адсорбции 16 и 76 кДж/моль. Полученные данные помогают разобраться в механизме протекания изотопного обмена в молекулах СО на поверхности оксидов.

Окисление углеводородов на Pt/Al₂O₃ в условиях состаривания катализатора

Ватлин И.С.¹, Порсин А.А.¹, Бокарев Д.А.¹, Стахеев А.Ю.¹,
Бухтияров В.И.²

¹*Институт органической химии РАН, Москва*

²*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
bokarev_d@mail.ru*

Реакция глубокого окисления летучих углеводородов относится к основным процессам, используемым в системах каталитической очистки отходящих газов химических производств, а также в нейтрализаторах выхлопных газов автотранспорта. Для проведения реакции, как правило, используют нанесенные на оксидные системы катализаторы на основе металлов платиновой группы. При этом активность катализатора не должна сильно снижаться во времени.

В качестве объектов исследования были выбраны 1% масс. Pt содержащие катализаторы на основе γ -Al₂O₃ с различной удельной поверхностью (56,150 и 320 м²/г) и 90%TiO₂-SiO₂ (80 м²/г). Глубокое окисление углеводородов (метан, бутан, гексан) проводили на установке проточного типа. Концентрация углеводорода в газовой смеси составляла 0.5-0.08 % об. Соотношение кислорода к углеводороду в пересчете на С₁ составляло 9 к 1. Реакцию проводили при объемной скорости 60000 ч⁻¹ в интервале температур 100-400°С.

Результаты исследования показали, что в процессе окисления бутана и гексана в присутствии состаренных образцов на основе γ -Al₂O₃ (150 и 320 м²/г) наблюдается увеличение активности катализаторов. В присутствии же образцов с низкой удельной поверхностью носителя (γ -Al₂O₃ 56 м²/г и 90%TiO₂-SiO₂ - 80 м²/г) такого эффекта не наблюдается. Это связано с различным механизмом агломерации частиц Pt на поверхности носителя, в результате которой может происходить «оптимизация» размера наночастиц Pt.

Парофазное окисление β -пиколина на оксидных катализаторах

Воробьев П.Б., Саурамбаева Л.И., Михайловская Т.П.,
Югай О.К., Серебрянская А.П., Шлыгина И.А.

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»,
Алматы, Казахстан
pavel.vr@mail.ru*

Исследовано промотирующее действие оксидов Ti, Sn, Zr, Al и Nb на каталитическую активность бинарных ванадийсодержащих катализаторов в парофазном окислении β -пиколина в никотиновую кислоту. Показано, что модифицирование V_2O_5 добавками оксидов металлов приводит к увеличению его активности и селективности в окислительном процессе. Под влиянием добавок оксидов металлов реакционная способность кислорода V_2O_5 повышается, и на поверхности катализатора образуются новые активные центры, природа которых зависит от состава катализатора.

Полученные экспериментальные данные согласуются с квантово-химическими расчетами, проведенными расширенным методом Хюккеля, дополненным потенциалом отталкивания по Андерсону, а также методом DFT. Согласно этим расчетам, диоксиды Ti, Sn и Zr, а также оксиды Al (III) и Nb (V) при добавлении к V_2O_5 увеличивают сродство к протону различных форм активного кислорода – ванадильного и молекулярного иона, которые участвуют в депротонировании окисляющейся метильной группы β -пиколина. Выявлено, что изменение данной характеристики при переходе от V_2O_5 к промотированным катализаторам происходит в той же последовательности, что и изменение активности изученных катализаторов в окислении β -пиколина. Выбранный подход к интерпретации результатов базируется на представлениях о метилпиридинах как органических СН-кислотах и основан на теории адсорбции и катализа на поверхности оксидов переходных металлов. Показана возможность применения квантово-химических расчетов в кластерном приближении для теоретической оценки влияния оксидов-промоторов различной природы на сродство к протону кислорода, связанного с ванадием.

Исследование механизма окисления пропилена в присутствии аммиака *in situ*

Гаджиев Г.Н., Меликова Э.Е., Гасан-заде Г.Г.

*Институт химических проблем НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
hacigurban@mai.ru*

В мировой научной литературе много работ, посвященных исследованию механизма окислительного аммонолиза пропилена. Изучены в основном поверхностные формы пропилена на классических VixMoYOz системах. Сведений о поверхностных формах аммиака, как промежуточных соединений в превращении пропилена в нитрил акриловую кислоту (НАК) на оксидных катализаторах отсутствует. Представленная работа посвящена данной теме. Объектом наших исследований стал промышленный многокомпонентный молибденсодержащий катализатор окисления пропилена в присутствии аммиака в НАК. Спектрокинетическим методом, совмещающий ИК-спектроскопию и метод отклика, исследованы промежуточные формы аммиака, существующие на поверхности многокомпонентного катализатора на βSiO_2 , в условиях окислительного аммонолиза пропилена. Сделано предположение о вероятном участии поверхностного комплекса $[\text{NH}_4^{1+}]$ преимущественно в реакциях окисления аммиака до азота и воды, а поверхностного комплекса $[\text{NH}_3]$ в реакции формирования НАК. Предполагаемая схема исключает образования акролеина в качестве промежуточного соединения. На поверхности многокомпонентного оксидного катализатора ИК-спектроскопическим методом не обнаружены поверхностные комплексы $[\text{NH}_2^{1-}]$ и $[\text{NH}^{2-}]$.

Кобальтовые катализаторы синтеза Фишера–Тропша, приготовленные восстановлением NaBH_4

Елисеев О.Л., Каморин М.А., Давыдов П.Е., Волков А.С.,
Казаков А.В., Лапидус А.Л.

*Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва
oleg@ioc.ac.ru*

Стандартным методом активации катализаторов синтеза ФТ служит высокотемпературная обработка в токе водорода [1]. Недостатки этого метода: пожаро- и взрывоопасность, требование специальной аппаратуры, формирование неактивных алюминатов и силикатов кобальта на поверхности катализатора [1, 2, 3].

Нами предложен новый метод приготовления Со-катализаторов синтеза ФТ, заключающийся в осаждении металла на носитель в момент постановления его из раствора соли борогидридом натрия. Процесс идет при комнатной температуре и не требует инертной атмосферы. Катализаторы устойчивы на воздухе и могут быть использованы в синтезе углеводородов без дальнейшей активации (табл.). Их активность зависит от природы соли Со и носителя.

Таблица. Результаты каталитических испытаний. Т 210°C, Р 2МПа

Катализатор	Скорость превращения CO , $\text{моль}_{\text{CO}} \times \text{моль}_{\text{Co}}^{-1} \times \text{ч}^{-1}$	Селективность, мольн. %		АШФ α
		C_1	C_2+	
Co/SiO_2	3.7	10.8	88.3	0.81
Co/SiO_2^*	3.1	10.7	88.0	0.81
$\text{Co/Al}_2\text{O}_3$	3.4	11.8	88.2	0.87
$\text{Co/Al}_2\text{O}_3^*$	3.0	13.9	86.1	0.86

* Прокален при 300°C в токе аргона

Литература:

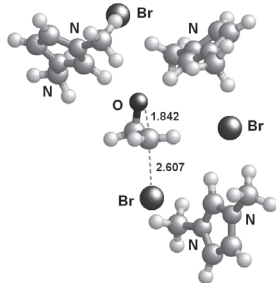
- [1] Лапидус А.Л. // Изв. АН СССР, Сер. хим. 1991 № 12. С. 2681.
[2] Kogelbauer A., Weber J.C., Goodwin J.C. Jr // Catal. Let. 1995. V. 34. P.259.
[3] Coulter K.E., Sault A.G. // J. Catal. 1995. V. 154. P. 56.

Теоретическое исследование катализаторов для процесса фиксации CO₂ эпоксидами с образованием циклокарбонатов

Забалов М.В., Тигер Р.П.

*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва
zabalov@chph.ras.ru*

Наиболее перспективным путем утилизации CO₂ – основного компонента парниковых газов, является его использование в качестве источника углерода для получения химических соединений. Использование CO₂ для синтеза циклокарбонатов – новых мономеров зеленой химии полиуретанов выглядит весьма привлекательно, позволяя отказаться от применения высокотоксичных изоцианатов в производстве этих полимеров.



Нами исследован механизм катализа реакции этиленоксида с CO₂ в присутствии различных катализаторов (BF₃, SbCl₃, SbCl₅, H₂O, Py, Py/H₂O, Py/PhOH, Py/ZnBr₂, Py/Py₂ZnBr₂, PMe₄Br, PMe₄Br/H₂O, MmimBr, MmimBr/H₂O) с использованием метода DFT (PBE/TZ2P). Наиболее эффективным катализатором по данным расчета (и эксперимента) оказалась комбинация ионной жидкости с водой MmimBr/H₂O).

Установлено, что бинарная система кислота + основание эффективно катализирует процесс, причем главную роль в этом превращении играет не активация CO₂, а активация этиленоксида с превращением последнего в активный интермедиат анионного типа, который в свою очередь атакует CO₂. Рассчитанные энергии активации хорошо согласуются с относительной экспериментальной активностью катализатора, выведенной на основании условий реакций (температура, давление, время, выход), что позволяет теоретически предсказывать наиболее эффективный катализатор для исследуемого процесса.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-03-00026-а).

Конформационное поведение катализатора $\text{NMi}_2\text{ZrCl}_2$ как фактор, определяющий энантиоселективность реакций АОС с алкенами

Закирова И.В., Парфёнова Л.В., Халилов Л.М., Джемилев У.М.

Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа
4ira_89@mail.ru

С целью установления степени влияния внутримолекулярной динамики лигандов в составе цирконоценовых комплексов на активность и стереоселективность каталитических систем в реакциях алюминийорганических соединений (АОС) с алкенами [1] нами с помощью динамической спектроскопии ЯМР изучен конформационный состав энантиомерно чистого комплекса $\text{NMi}_2\text{ZrCl}_2(\mathbf{1})$ ($\text{NMi} = (\eta^5\text{-неоментилинденил})$) в зависимости от природы растворителя (C_7D_8 , CD_2Cl_2 , $d_8\text{-ТГФ}$), а также проведено теоретическое исследование конформационного состава Zr,Al -биметаллических интермедиатов $\text{L}_2\text{ZrR}(\mu\text{-Cl})\text{AlR}_3$ ($\text{R} = \text{Me, Et}$), $\text{L}_2\text{Zr}(\mu\text{-X})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{AlEt}_2$ ($\text{X} = \text{Cl, H}$), $\text{L}_2\text{ZrCH}_2\text{CH}_2$, отвечающих за направления карбо- и циклометаллирования алкенов.

В результате при рассмотрении зависимости энантиоселективности реакций АОС с алкенами, катализируемых комплексом $\mathbf{1}$, от природы растворителя был сделан вывод: чем однороднее конформационный состав катализатора (например, в ТГФ или углеводородных растворителях), тем ниже энантиоселективность и конверсия субстрата. Таким образом, установлено, что активность и стереоселективность Zr,Al -биметаллической каталитической системы определяются кинетическим фактором, а именно, скоростью взаимодействия пары конформер каталитически активного центра - субстрат.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №12-03-33089мол_а_вед).

Литература:

[1] *Parfenova L.V., Berestova T.V., Tyumkina T.V., Kovyazin P.V., Khalilov L.M., Whitby R.J., Dzhemilev U.M. // Tetrahedron: Asymm., 2010, V.21, P.299.*

С1 ЗД-19

Роль паровой конверсии монооксида углерода в окислительном дегидрировании этилбензола

Зарбалиев Р.Р., Искендерова А.А., Насирова Ф.М., Насибова А.Р., Худиев А.Т., Абасов С.И., Тагиев Д.Б.

*¹Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
safa.abasov@rambler.ru*

С целью интенсификации процесса получения стирола (Ст) проведено сопоставительное изучение дегидрирования (ДГ) этилбензола (Эб) в Ст в присутствии CO_2 и паровой конверсии монооксида углерода (ПКМУ) на двух типах катализаторов: промышленном алюмохромовом катализаторе, модифицированном 1,0мас% меди (АХМ) и 4%MgO, 10%ZrO₂/Al₂O₃, промотированном 5% P₂O₅ и/или 1,0% меди, моделирующих свойства катализаторов селективного окисления водорода (КСОВ) и окислительного дегидрирования (КОД) Эб в Ст.

Опыты проводили в условиях, близких к обычному ДГ Эб в Ст. Было найдено, что СО оказывает воздействие на превращение Эб в Ст на этих катализаторах, а именно, активность катализаторов в присутствии СО коррелирует с их активностью в ПКМУ. Замена СО на CO_2 приводит к дополнительному росту конверсии Эб в Ст. В отличие от КОД, функционирующих при о.с. 0,5 ч⁻¹, КСОВ обладают большей производительностью при 2 ч⁻¹. На основе исследования влияния варьирования соотношений Эб, CO_2 , СО и H₂O сделано предположение о роли ПКМУ в окислительной конверсии Эб в Ст на указанных катализаторах.

О механизме окисления СО на медьсодержащих катализаторах по данным РФА, ТПД и ИК-спектроскопии

Ильичев А.Н., Шашкин Д.П., Матышак В.А., Корчак В.Н.

*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва
Ilichev-an@mail.ru*

Для окисленных образцов 5%CuO/(CeO₂, ZrO₂, Al₂O₃, SiO₂) наибольшее количество активного кислорода, участвующего в образовании карбонатов при адсорбции СО при 20⁰С, присутствует в 5%CuO/ZrO₂ ($13.6 \times 10^{19} \text{ г}^{-1}$), 5%CuO/CeO₂ ($12.8 \times 10^{19} \text{ г}^{-1}$). Он связан с кислородом кластеров CuO. Активность частиц шпинели CuAl₂O₄ в 5%CuO/Al₂O₃ в ~10 раз ниже, а частицы фазы CuO на 5%CuO/SiO₂ не активны в адсорбции СО.

Карбонаты образуются на Cu²⁺O²⁻. В этой реакции часть катионов восстанавливается до Cu⁺. На них формируются карбонилы Cu⁺-СО. Одновременно с восстановлением катионов создаются анионные вакансии V- центры адсорбции кислорода. Карбонилы окисляется адсорбированным кислородом до карбонатов. Температура их разложения с десорбцией СО₂ ниже, чем у исходных карбонатов, но она увеличивается на восстановленной поверхности в СО.

В изотермических условиях СО окисляется кислородом катализатора и адсорбированным кислородом. В этих реакциях лимитирует разложение карбонатов. Понижение конверсии СО в СО₂ в водородсодержащих смесях связано с конкуренцией реакций окисления СО и Н₂ за адсорбционные центры при T>100⁰С. В этих реакциях при низких температурах активность CuO/CeO₂ выше, чем у CuO/ZrO₂, из-за эффективного окисления кислородом образца CuO/CeO₂ с адсорбированным СО, понижающим температуру разложения карбонатных комплексов, что не наблюдается в случае CuO/ZrO₂.

Отношение количества катионов к ионам активного кислорода в кластерах показывает, что для создания одного активного атома кислорода может быть достаточно 7 и 4 ионов в кластере для образцов 5%CuO/CeO₂ и 5%CuO/ZrO₂ соответственно.

**Цеолитные катализаторы для этерификации
малеин и дихлормалеинового ангидрида
с этиловым спиртом**

Исмаилова Б., Эфенди А.Д., Меликова И.Г., Насири Ф.М.,
Юнусова Ф.А., Мамедов А.Б.

*Институт химических проблем им. акад. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
iradam@rambler.ru*

Сложные эфиры и основания получают реакций этерификации кислот со спиртами, часто в присутствии минеральных неорганических кислот H_2SO_4 , H_3PO_4 и др. при этом получают также моноэфиры и простые эфиры. Нами использованы различные как природные, так и искусственные цеолиты в реакции этерификации малеинового ангидрида и его хлорпроизводных с этиловым спиртом.

Использование хлорпроизводных малеинового ангидрида придают полученным продуктам особые качества, таких как морозо термо, огнестойкость, негорючесть.

Были использованы также как природный морденит, клиноптилолит, а также КУ-2, КУ-2,8, Цеокар, ЦСМ-5, HZSM, КРМЦ для проведения реакции этерификации малеин и дихлормалеинового ангидридов с этиловым спиртом.

Известно, что реакция этерификация является обратимый реакцией. Поэтому нами для направления реакции в сторону получения сложных эфиров вместо кислот взято их ангидриды. Реакция этерификации проведено при температуре 323-523 К, продолжительность реакции варьировались от 2 до 8 часов, соотношения исходных компонентов изменялось от 1:1 до 1:5 мольн.

Как показали полученные результаты, выход сложных эфиров малеиновых и дихлормалеиновых кислот составляло 70-80%, а выход моноэфиров 10-12, простых эфиров 8-10%. Природные цеолиты морденит и клиноптилолит показывали относительно низкие активности, КУ-2, КРМЦ, Цеокар средние, а HZSM высокие активности. Конверсия исходных ангидридов достигало до 80-90%.

Химико-каталитическое осаждение покрытий Co-Re-B

Крутских В.М.¹, Гамбург Ю.Д.¹, Дровосеков А.Б.¹, Ляхов Б.Ф.¹,
Алиев А.Д.¹, Мартыненко В.М.², Шульга Ю.М.²

¹*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина
Российской академии наук, Москва*

²*Институт проблем химической физики Российской академии наук,
Черноголовка Московской области
krut_ipc@bk.ru*

Исследовано влияние включений рения в покрытие Co-B на механизм окисления гидридного водорода восстановителя-диметиламин-борана (ДМАБ) - $((\text{CH}_3)_2\text{NH}\cdot\text{BH}_3)$ при осаждении покрытий Co-Re-B и при гидролизе ДМАБ на свежесаженных образцах с использованием тяжелой воды D_2O и других дейтерированных реактивов с последующим масс-спектрометрическим анализом изотопного состава газа.

Установлено, что степень окисления гидридного водорода ДМАБ зависит от содержания рения в покрытии. Так, при осаждении покрытий Co-Re-B с малым содержанием рения (0-16 ат. %) реакция гетерогенного гидролиза ДМАБ протекает преимущественно с окислением гидридного водорода до атомарного состояния H° . Напротив, при большом содержании рения (25-46 ат.%) окисление гидридного водорода идет в основном до протона H^+ .

Полученные экспериментальные результаты по изменению изотопного состава газа на различных каталитически активных Co-Re-B сплавах обусловлены снижением перенапряжения выделения водорода. Наиболее низкое перенапряжение выделения водорода наблюдалось на образцах сплавов Co-Re-B, которые демонстрируют наибольшую каталитическую активность к реакции гидролиза ДМАБ. Сплавы с содержанием рения 5 – 25 ат. % по перенапряжению выделения водорода приближаются к платине. Повышение перенапряжения водорода вносит вклад в снижение скорости гидролиза ДМАБ при большом содержании рения в сплаве.
Работа выполнена при поддержке Программы ОХНМ РАН №8.

Кинетика и механизм окисления оксида углерода и пара-ксилола и их смесей на нанесенных оксидно-медных катализаторах

Лыу Кам Лок¹, Нгуен Три¹, Хоанг Тиен Куонг¹, Ха Кам Ань¹,
Хо Ши Тхоанг¹, Гайдай Н.А.², Агафонов Ю.А.², Некрасов Н.В.²,
Лапидус А.Л.²

¹*Институт химической технологии ВАНТ, Хошимин, Вьетнам*
²*Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва*
gaidai@server.ioc.ac.ru

Очистка воздуха от вредных примесей химических производств является важной задачей экологического катализа. Одним из эффективных и экономичных путей удаления таких примесей является их глубокое каталитическое окисление. Среди оксидных катализаторов, наиболее близко приближающихся по активности к платиновым катализаторам, известны оксиды меди с добавками оксидов других металлов. Данная работа посвящена изучению кинетики и механизма глубокого окисления СО и пара-ксилола и их смесей на следующих катализаторах: 10%CuO/ γ -Al₂O₃ и 10%CuO+20%CeO₂/ γ -Al₂O₃. Этот состав является оптимальным для окисления и СО, и п-ксилола. Для исследования катализаторов были применены следующие методы: ТПВ-H₂, рентгеновская дифракция, ИК- и УФ-спектроскопия катализаторов.

Кинетические исследования были проведены в проточно-циркуляционной установке при атмосферном давлении в интервале температур 200-270°C. Механизм раздельного и совместного окисления СО и п-ксилола был исследован нестационарным методом отклика. Данные стационарных и нестационарных исследований показывают, что СО адсорбируется слабее, а п-ксилол сильнее, чем кислород. При совместном окислении п-ксилола и СО проявляется сложное взаимное влияние, связанное с образованием новых промежуточных соединений, приводящее к изменению кинетики процесса.

Работа выполнена при поддержке совместного гранта РФФИ и ВАНТ № 13-03-93001 Вьет_a и NAFOSTED № 104.03-2012.60.

**Пиролиз низкооктанового бензина
на цеолитсодержащих катализаторах (ЦСК)
модифицированных оксидами редкоземельных
элементов**

Мамедов А.Б., Гасанкулиева Н.М., Аскеров А.Г.,
Мамедов У.А., Литвишков Ю.Н.

*Институт химических проблем им. акад. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
Ulvi-hissler@mail.ru*

В работе приведены результаты исследований по конструированию новых, модифицированных оксидами редкоземельных элементов (Ce, Pr, Nd, Sm) цеолитсодержащих катализаторов (ЦСК) термokatалитического пиролиза углеводородов на базе заводского цеолитсодержащего катализатора «ЦЕОКАР-2». В качестве модельного углеводорода для изучения химизма термokatалитических превращений использовали изооктан с содержанием основного вещества 99,85% масс. Показана возможность проведения каталитического процесса пиролиза низкооктанового бензина с приемлемыми скоростями и суммарным выходом олефиновых углеводородов C₂-C₄ ~ 67,3-68%, при температуре на 200-250°C ниже, чем в термическом пиролизе, что обеспечивает значительное энерго- и ресурсо- сбережение при его масштабной реализации. Установлены следующие ряды возрастания активности катализаторов (по выходу олефинов) при конверсии низкооктанового бензина и изо- октана в зависимости от природы модификатора, соответственно: Sm ≤ Nd < Pr < Ce и Sm < Nd < Pr < Ce, определяемые различным валентным и координационным состоянием катионов РЗЭ в структуре поверхностных активных центров. На основании анализа качественного состава газообразных продуктов пиролиза изооктана и относительного количественного распределения углеводородов в составе пирогаза высказано предположение, что в присутствии модифицированных ЦСК катализаторов в исследованном температурном диапазоне, преимущественно в его высокотемпературной области сохраняется свободно-радикальный механизм превращения углеводородов в газовой фазе, имеющий место при термическом пиролизе, тогда, как в низко- температурной области начинает преобладать карбокатионный механизм.

Биметаллические Pd-M катализаторы жидкофазного гидрирования замещенных алкинов

Машковский И.С.¹, Сергеева А.В.², Тараненко А.С.², Кашин А.С.¹,
Марков П.В.¹, Стахеев А.Ю.¹, Козицына Н.Ю.², Варгафтик М.Н.²

¹ИОХ РАН, Москва

²ВХК РАН, Москва

³ИОНХ РАН, Москва

im@ioc.ac.ru

Методом пропитки по влагоемкости синтезированы серии моно- и биметаллических катализаторов Pd(-M)/носитель жидкофазного гидрирования замещенных алкинов. В качестве прекурсоров использованы гетеробиметаллические ацетатные комплексы Pd^{II}-M (M=Zn^{II}, Co^{II}, Ni^{II}, Ag), а также растворы индивидуальных ацетатов соответствующих металлов.

Свойства синтезированных катализаторов изучены в реакции селективного гидрирования дифенилацетилена в жидкой фазе. Установлено, что катализаторы на основе гетеробиметаллических комплексов обладают более высокой селективностью в образовании *цис*-стильбена при высоких конверсиях ДФА (> 87-90%) в сравнении с традиционными катализаторами. Максимальная селективность в образовании *цис*-стильбена получена для Pd-Co/Al₂O₃, синтезированного из биядерного Pd-Co комплекса. Показано, что каталитическая активность катализаторов существенно зависит от природы второго металла и возрастает в ряду Pd-Ni < Pd-Zn < Pd-Co. Наибольшую стабильность в сочетании с высокой селективностью по алкену показал образец, синтезированный из Pd-Zn биметаллического ацетатного комплекса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 12-03-31487 и 13-03-12176).

Синергетический эффект в реакции селективного каталитического восстановления оксидов азота на композитных катализаторах

Мытарева А.И.¹, Стахеев А.Ю.¹, Бокарев Д.А.¹, Селвам П.²

¹Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва

²Индийский технологический институт в Мадрасе, Ченнаи, Индия
aimytareva@gmail.com

Введение строгих нормативов на содержание NO_x в выхлопных газах автомобилей приводит к усложнению конструкции каталитической системы очистки и повышению ее себестоимости. Решить эту проблему можно созданием комбинированных систем на базе нескольких активных компонентов, выполняющих две и более функции одновременно. Однако разработка и исследование таких систем требует глубокого понимания эффектов взаимного влияния компонентов друг на друга.

В работе изучена серия композитных катализаторов, приготовленных механическим смешением цеолита HBeta, обладающего малой активностью в СКВ NO_x , с различными оксидными компонентами ($\text{Cu}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Mn}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Fe}/\text{Al}_2\text{O}_3$). Каталитическая активность исследовалась в стандартных условиях СКВ NO_x аммиаком: 500 ppm NO_x , 530 ppm NH_3 , 10% O_2 , 6% H_2O и N_2 . Объемная скорость – 250 000 ч⁻¹.

Было показано, что механическое смешение цеолитного и оксидного компонентов приводит к выраженному синергетическому эффекту и резкому повышению активности и селективности. Для композитных катализаторов состава $[\text{Cu}/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HBeta}]$ и $[\text{Mn}/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HBeta}]$ этот эффект проявляется в широкой области температур (150 – 550°C). Повышение активности может быть объяснено протеканием реакции по бифункциональному механизму: 1) окисление NO до NO_2 на оксидном компоненте, 2) восстановление $\text{NO} + \text{NO}_2$ по маршруту «быстрого» СКВ на цеолитном компоненте.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-03-92711-ИИД_а. Мытарева А.И. выражает благодарность компании Haldor Topsøe A/S за предоставленный грант.

Полимеризация пропилена на металлокомплексных катализаторах в присутствии углеродных наполнителей

Недорезова П.М., Польщиков С.В., Комкова О.М., Клямкина А.Н.

*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова
Российской академии наук, Москва
pned@chph.ras.ru*

Проведено исследование влияния графеновых нанопластин, полученных восстановлением окисленного графита, на активность, микроструктуру и свойства ПП матрицы в композитах, полученных в среде жидкого пропилена с использованием изоспецифического катализатора $rac\text{-Me}_2\text{Si}(2\text{-Me-4PhInd})_2\text{ZrCl}_2$, активированного метилалюмоксаном и каталитической системы $\text{TiCl}_4/\text{Et}_2\text{AlCl}$. Активность при получении композитов на металлоценовой системе составляла величину 30-40 кгПП/г Zr час, активность на титановой системе – 1.2-1.5 кгПП/г Ti час. Показано, что на металлоценовой системе активность в присутствии наполнителя уменьшается в 2-3 раза, а на титановой системе увеличивается, причем наибольшая активность достигается при наименьшем отношении соединения титана к наполнителю. Фракционированием в гептане было определено содержание атактической фракции в ПП. Показано, что на металлоценовой системе содержание нерегулярных фракций 0.5-1.5% мас., на титановой системе 6-14% мас. Достаточно высокое содержание нерегулярных фракций при полимеризации на титановой системе, вероятно, связано с особенностями строения и химии поверхности, использованных в работе частиц нанонаполнителя. Показано, что на обеих системах ПП представляет собой альфу-модификацию. Тпл ПП в образцах композитов, полученных на металлоценовой системе, составляет 159-160°C, на титановой системе 160-161°C. Увеличение степени наполнения приводит к увеличению $T_{кр}$ ПП.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 13-03-00948, 14-03-31099 мол_а.

Превращения 4-нитро-2'-гидрокси-5'- метилазобензола в условиях жидкофазной каталитической гидрогенизации

Немцева М.П., Сергеева В.Е., Лефедова О.В.

*Ивановский государственный химико-технологический
университет, НИИ термодинамики и кинетики химических
процессов, Иваново
viktoriaowl@mail.ru*

Каталитическая жидкофазная гидрогенизация замещенных 2-нитро-2'-гидроксиазобензолов является эффективным и экологически перспективным способом получения производных бензотриазола, способных замедлять старение полимеров под действием света.

Наличие нитро- и азогрупп в исходном соединении приводит к увеличению числа стадий на поверхности катализатора и числа промежуточных и побочных продуктов реакции. Отличительной чертой процесса является возможность перегруппировки промежуточных соединений с образованием бензотриазольного цикла в объеме раствора. Селективность восстановительной циклизации исходного нитроазобензола по бензотриазолу в условиях катализа определяется очередностью превращения реакционных групп и соотношением скоростей гомогенных и гетерогенных стадий.

Установление последовательности превращения нитро- и азогрупп при их совместном присутствии, но при исключении протекания бензотриазольной циклизации возможно при исследовании гидрогенизации 4-нитро-2'-гидрокси-5'-метилазобензола (4НАБ).

При гидрогенизации 4НАБ в азеотропном растворе 2-пропанол-вода на скелетном никеле с использованием жидкостной хроматографии получены концентрационные зависимости промежуточных (аминоазопроизводного и 4-нитроанилина) и конечных (3-амино-4-гидроксилолуола и 1,4-фенилендиамина) продуктов реакции, что свидетельствует об одновременном восстановлении обеих реакционных групп. Следует отметить, что зафиксировано образование ряда неустановленных соединений, идентификация которых позволит подробнее исследовать закономерности гидрогенизации 4НАБ.

Строение активных центров дегидроароматизации метана

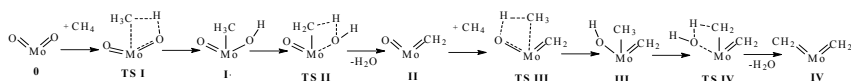
Николаева Е.В., Михайлов М.Н.

*Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва
lenafadeeva@mail.ru*

Молибденсодержащие катализаторы на основе цеолита ZSM-5 являются эффективными для процесса дегидроароматизации метана. Тем не менее, остается неясным состояние Мо и роль образующегося на катализаторе после реакции карбида молибдена. В данной работе представлены результаты исследования строения моноядерных активных центров и активации на них метана на примере трех моделей: радикальной, катионной и анионной.

Кластер, моделирующий фрагмент каркаса цеолита, располагается в прямом канале цеолита. Расчет электронного строения кластеров проводили методом функционала плотности (DFT) с использованием обменно-корреляционного функционала B3LYP. Расчеты выполнены с применением пакета квантово-химических программ Firefly.

Анализ ключевых интермедиатов процесса карбидирования позволил предположить общий для трех моделей механизм активации метана на катализаторе $\text{MoO}_2/\text{ZSM-5}$:



При активации первой молекулы метана образуется оксикарбидная структура молибдена, а присоединение второй молекулы метана приводит к образованию карбида молибдена.

Для радикальной и катионной модели структуры активного центра все стадии процесса карбидирования сопровождаются увеличением энергии Гиббса, следовательно, процесс с участием этих структур термодинамически невыгоден. В случае анионной модели при образовании оксикарбидной структуры ΔG уменьшается.

Из трех моделей моноядерных структур активных центров активация метана термодинамически возможна только на анионном центре с образованием оксикарбидной структуры молибдена.

Распад гидропероксида третичного бутила под действием комплексных соединений кальция, стронция, бария

Нуруллина Н.М., Батыршин Н.Н., Анисимова В.И., Суворова И.А.

*Казанский национальный исследовательский технологический
университет, Казань
nyryllina@mail.ru*

Комплексы краун-эфира дибензо-18-краун-6 (DB18CR6) с хлоридами кальция, стронция, бария оказывают катализирующее воздействие на стадию вырожденного разветвления цепей в реакции окисления углеводов. Изучено влияние комплексообразующих свойств исследуемых соединений на реакцию разложения гидропероксида третичного бутила (ГПТБ).

Каталитическое разложение ГПТБ проводили в температурном интервале 90–120°C в хлорбензоле. Выбор каталитических систем был обусловлен их способностью образовывать гомогенные растворы в широком интервале концентраций. Зависимость начальной скорости распада ГПТБ от его концентрации имеет предельный характер, следовательно, распаду гидропероксида предшествует образование комплекса катализатор–гидропероксид.

Установлено, что каталитический эффект уменьшается в ряду $\text{SrCl}_2 \cdot \text{DB18CR6} > \text{CaCl}_2 \cdot \text{DB18CR6} > \text{BaCl}_2 \cdot \text{DB18CR6}$.

Методом Вульфа–Хейнса (линеаризация уравнения Михаэлиса–Ментен) определены кинетические параметры брутто-распада. Получены термодинамические характеристики образования и активационные параметры распада комплексов.

Исследовательская работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части (ПНИЛ 02.14).

**Исследование катализаторов полимеризации
этилена на основе комплексов никеля с
дииминовыми редокс-активными лигандами
методом ЭПР-спектроскопии**

Петровский С.К., Сараев В.В., Гуринович Н.С.

*Иркутский государственный университет, Иркутск
stas1234567892007@yandex.ru*

Нами было проведено исследование методом ЭПР-спектроскопии катализаторов полимеризации этилена на основе комплексов никеля с дииминовыми лигандами (катализаторов Брукхарта [1]) как в условиях активации исходного комплекса никеля с помощью алюминийорганического соединения, так и непосредственно в условиях функционирования катализатора.

Было показано, что при активации исходных никелевых прекурсоров с помощью МАО образуется два вида парамагнитных частиц: парамагнитные соединения Ni(I)L и свободнорадикальные частицы. Анализ компонент g-тензора сигнала от Ni(I) показывает, что мы имеем дело с тетрагональным комплексом никеля (I) с дииминовым лигандом. При изучении значительного числа модельных систем с различными дииминовыми лигандами было однозначно установлено, что радикальный сигнал принадлежит анион-радикалу дииминового лиганда, связанному с алюминием. Соотношение между сигналами этих двух парамагнитных частиц зависит от природы дииминового лиганда. Сопоставление данных по активности катализатора со спектральными результатами свидетельствует о том, что максимальная активность наблюдается при наибольшей концентрации Ni(I) в системе, снижаясь в ходе накопления радикала. Это позволяет утверждать, что соединения Ni(I) являются ближайшими прекурсорами активных центров каталитической системы.

Работа выполнена при поддержке гранта ИГУ (тема №111-13-207)

Литература:

[1] *Johnson L.K., Killian C.M., Brookhart M. // J. Am. Chem. Soc. 1995. V. 117. № 23. P. 6414-6415.*

Дефекты кристаллической решётки, как активные центры гетерогенных реакций

Пешнев Б.В.¹, Филимонов А.С.¹, Николаев А.И.¹

¹*Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, Москва
peshnevbv@mail.ru*

На основе экспериментальных данных, полученных при синтезе углеродных нановолокон (УНВ) из монооксида углерода и углеводородов, а также в процессе пироуплотнения технического углерода выдвинуто предположение, что активные центры, на которых протекают гетерогенные реакции, могут локализоваться на границах контактов кристаллитов подложки.

Показано, что сокращение размеров кристаллитов приводит к увеличению протяжённости границ их контактов и сопровождается возрастанием скорости химической реакции (образования УНВ, осаждения пироуглерода). Термообработка подложки в инертной среде ведёт к увеличению размеров кристаллитов и, соответственно, снижению скорости реакции.

Например, увеличение размеров кристаллитов железа с 30 до 120 нм приводило к снижению скорости образования УНВ с 0,167 ммоль/(Г_{кт}*мин) до 0,048 ммоль/(Г_{кт}*мин) (температура синтеза 400 °С, расход СО 20 мл/мин, катализатор - синтез аммиака марки СА-1В). При увеличении кристаллитов углерода турбостратной структуры с 3,2 нм до 7,6 нм скорость образования пироуглерода снижалась с $5,08 \cdot 10^{-3}$ до $1,58 \cdot 10^{-3}$ ммоль/(мин*м²) (подложка – технический углерод марки N220 (до и после графитации));

Показано, что дополнительными активными центрами могут выступить функциональные группы, образующиеся при окислительной активации.

Влияние условий синтеза на диаметр формирующихся УНВ, а также изменение скорости реакции во времени, подтверждают гипотезу о локализации активных центров гетерогенных реакций в местах дефектов, образующихся на границах контактов кристаллитов подложки.

Эффект сокатализатора в реакциях гомо- и сополимеризации олефинов на постметаллоценовом титановом комплексе

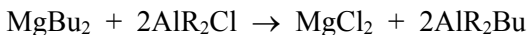
Ришина Л.А.¹, Лалаян С.С.¹, Гагиева С.С.², Тускаев В.А.²,
Kissin Y.V.³

¹*Институт химической физики РАН, Москва*

²*Московский государственный университет,
Химический факультет, Москва*

³*Rutgers, the State University of New Jersey, USA
rishina@polymer.chph.ras.ru*

Изучен эффект сокатализатора в реакциях полимеризации пропилена, этилена и сополимеризации этилена с высшими линейными α -олефинами: гексеном-1, октеном-1 и деценом-1 на дихлоридном комплексе титана с салигенинным лигандом $\{2-[\alpha, \alpha-(CF_3)_2\text{-methanolato}]-4,6\text{-tert-Bu}_2\text{-phenolato}\}TiCl_2 \cdot MgCl_2$. В качестве сокатализаторов использовали полиметилалюмоксан (МАО) и смесь $AlEt_2Cl$ с $MgBu_2$ при $Al/Mg \geq 3$. Применение комбинированного сокатализатора приводило к резкому росту активности катализатора, повышению его стереоспецифичности и увеличению сополимеризующей способности. Эффективность $AlR_2Cl/MgBu_2$, по-видимому, связана с образованием высоко дисперсного $MgCl_2$, поверхность которого обладает кислотными свойствами [1]:



Установлено, что механизм роста изотактической цепи ПП в присутствии $AlEt_2Cl/MgBu_2$ и МАО различен. При использовании $AlEt_2Cl/MgBu_2$ цепь растет согласно энантиоморфному механизму, как при полимеризации пропилена на традиционных катализаторах Циглера-Натта. В случае МАО механизм стереоконтроля подобен механизму, характерному для полимеризации олефинов на металлоценовых комплексах C_1 -симметрии.

Литература:

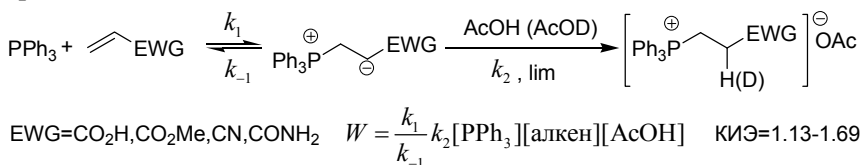
[1] Y.V. Kissin, R.I. Mink, A.J. Brandolini, T.E. Nowlin, *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.* **2009**, *47*, 3271-3285

Структура и реакционная способность интермедиатов фосфин-катализируемых реакций непредельных электрофильных соединений

Салин А.В., Фатхутдинов А.Р., Ильин А.В., Галкин В.И.,
Шамсутдинова Ф.Г.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань
salin555@mail.ru

Фосфин-катализируемые реакции (ФКР) непредельных электрофильных соединений нашли широкое применение в современном органическом синтезе. Для получения информации о структуре и реакционной способности цвиттер-ионов, участвующих в ФКР, нами был изучен механизм кватернизации третичных фосфинов непредельными карбоновыми кислотами и их производными:



Неожиданным выводом исследования явилось то, что в кислой среде лимитирующей стадией оказывается перенос протона к карбанионному центру цвиттер-ионного интермедиата; этот вывод основан на: 1) кинетическом уравнении 3-его порядка, в которое входит концентрация 3-его протонодонорного реагента; 2) отсутствии корреляции между скоростью и электрофильностью непредельного субстрата; 3) наличии кинетического изотопного эффекта (КИЭ) в дейтероуксусной кислоте.

Ценную информацию о пространственной структуре цвиттер-ионов удалось получить на основе эффекта анхимерного содействия - ускорения реакций за счет участия соседних групп, - обнаруженного для малеиновой и *цис*-аконитовой кислот. Он обусловлен одновременной стабилизацией интермедиата внутримолекулярной водородной связью и электростатическим P...O взаимодействием. Данный эффект может найти практическое применение для повышения эффективности ФКР.

Катализаторы для гидрирования ароматических углеводородов под давлением

Сасыкова Л.Р., Масенова А.Т., Абильмагжанов А.З., Башева Ж.Т.,
Байтазин Е.А., Усенов А.К.

*Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан
almassenova@mail.ru*

Цель работы - синтез селективных катализаторов гидрирования бензола и ароматических соединений. В работе использовались катализаторы на основе металлов платиновой группы с содержанием активных металлов в пределах 0,5-2 вес %: Pt-Pd/Al₂O₃, Rh-Pd/Al₂O₃, Rh-Pt/Al₂O₃, Pd-Ru/Al₂O₃, Pd-Cu/Al₂O₃ с различным атомным соотношением металлов (от 9:1 до 1:9). Наибольшая скорость реакции гидрирования ароматических углеводородов, в частности, бензола, наблюдается на Pt- и Pd-катализаторах. По уменьшению скорости, конверсии бензола и выходу циклогексана катализаторы образуют ряд: Pt > Pd > Rh >> Ru. По уменьшению скорости реакции, конверсии бензола и толуола, выходу циклогексана (метилциклогексана) катализаторы расположены в ряд: Pt-Pd/Al₂O₃ = Pt-Rh/Al₂O₃ > Rh-Pd/Al₂O₃ > Pt-Ru/Al₂O₃ > Ru-Pd/Al₂O₃. Наилучший катализатор для гидрирования бензола и толуола – состав с соотношением Pt:Pd = 2-8 и 1-9. В зависимости от носителя для всех катализаторов соблюдается, в основном, следующий ряд уменьшения скорости реакции и выходов нафтендов: Al₂O₃ > C > ZSM-5 > Y > MCM-41 > SiO₂.

Таким образом, в работе были синтезированы и исследованы селективные высокоэффективные стабильные моно- и биметаллические катализаторы на основе металлов платиновой группы и подобраны оптимальные условия (2,0-6,0 МПа и 273, 373 К) для гидрирования бензола, толуола и других ароматических углеводородов.

**Влияние реагентов и компонентов
каталитической системы
 $\text{Pd}(\text{OAc})_2 - \text{PPh}_3 - \text{п-толуолсульфокислота}$
на скорость и селективность
гидрокарбометоксилирования октена-1**

Севостьянова Н.Т., Баташев С.А., Демерлий А.М.

*Тульский государственный педагогический университет
им. Л.Н. Толстого, Тула
piligrim.tula.ru@gmail.com*

Гидрокарбометоксилирование октена-1 в мягких условиях (температура 333-373 К, давление CO – до 5 МПа) при катализе системой $\text{Pd}(\text{OAc})_2 - \text{PPh}_3 - \text{п-толуолсульфокислота}$ (TsOH) сопровождается образованием метиловых эфиров изомерных кислот: пеларгоновой, 2-метилоктановой и 2-этилгептановой. Наибольший интерес представляет метилпеларгонат в связи с возможностью его использования как промежуточного продукта при получении лекарственных субстанций. Установлен первый порядок реакций образования изомерных эфиров по октену-1, $\text{Pd}(\text{OAc})_2$, п-толуолсульфокислоте в области ее концентраций 0-0,02 моль/л и экстремальные зависимости парциальных скоростей от P_{CO} , концентрации CH_3OH , PPh_3 , а также п-толуолсульфокислоты в области ее концентраций 0,02-0,12 моль/л. Дифференциальная селективность по метилпеларгонату монотонно возрастает с повышением концентрации $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ и снижается с увеличением концентрации метанола и TsOH . Зависимости дифференциальной селективности от P_{CO} и концентрации PPh_3 проходят через максимум. Селективность образования метилпеларгоната нечувствительна к изменению концентрации октена-1. Установленные закономерности интерпретированы в рамках многомаршрутного гидридного механизма. При проведении процесса в среде толуола максимальная производительность по метилпеларгонату составила 47,6 г/(л·ч.) при $T=373$ К, $P_{\text{CO}}=2,1$ МПа, $[\text{CH}_3\text{OH}]=0,45$ моль/л, $[\text{Pd}(\text{OAc})_2]=2 \cdot 10^{-3}$ моль/л, $[\text{PPh}_3]=1,2 \cdot 10^{-2}$ моль/л, $[\text{TsOH}]=2,4 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

Кинетические аспекты влияния концентрации метанола и промотирующей добавки транс-2,3-бис(дифенилфосфинметил)норборнана на гидрокарбометоксилирование циклогексена при катализе системой Pd(OAc)₂ – п-толуолсульфоукислота

Севостьянова Н.Т.¹, Нифантьев И.Э.², Баташев С.А.¹,
Воробьев А.А.¹, Багров В.В.²

¹*Тульский государственный педагогический университет
им. Л.Н. Толстого, Тула*

²*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва
pilgrim.tula.ru@gmail.com*

В диапазоне температур 343-383 К изучено влияние концентрации CH₃OH и промотирующей добавки транс-2,3-бис(дифенилфосфинметил)норборнана (TBDPN) на скорость гидрокарбометоксилирования циклогексена в среде толуола при катализе системой Pd(OAc)₂ – п-толуолсульфоукислота. В исследуемом температурном диапазоне зависимости скорости реакции от концентрации CH₃OH имеют практически линейный характер в области значений 0-0,15 моль/л, однако по мере дальнейшего увеличения концентрации CH₃OH наблюдается замедление роста скорости. В то же время зависимости скорости реакции от концентрации TBDPN имеют экстремальный характер с максимумами при [TBDPN] = (3-4)·10⁻³ моль/л. Полученные данные интерпретированы гидридным механизмом, включающим в качестве интермедиатов дифосфинпалладиевые комплексы и дополненным реакциями лигандного обмена, приводящими к снижению активности палладиевого катализатора. Методом наименьших квадратов проведена оценка эффективных констант кинетического уравнения, определены эффективные энергии активации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-08-00535-а.

Природа синергизма активности в окислении СО в присутствии биметаллических катализаторов

Скворцов И.В., Безруков Д.С., Николаев С.А., Степанов Н.Ф.

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва
sva_06.90@mail.ru*

Эффект синергизма заключается в резком росте активности биметаллических наноконпозитов по сравнению с активностью их монометаллических аналогов. Так, введение Rh в состав Pd катализаторов [1] в 1000 раз увеличивает скорость окисления СО кислородом. Природа данного эффекта неоднозначна и активно изучается с помощью, как инструментальных, так и расчетных методов физической химии [2].

В данной работе методами квантовой химии изучены комплексы M_1 , M_1-M_1 и M_1-M_2 с O_2 и СО ($M_1 = Pt, Pd, Au$; $M_2 = Rh, Ce, Cu$). Для атомов металлов (углерода и кислорода) применяли базисный набор aug-cc-pVTZ-PP (aug-cc-pVTZ). Для учета скалярных релятивистских эффектов применяли эффективные остовные потенциалы. Методы расчета: MRCI(+Q) и RCCSD(T).

В ходе работы было установлено, что энергия связывания СО в комплексах M_1-M_2 -СО ниже энергии связывания СО в комплексах M_1-M_1 -СО (например, энергия связывания СО в Pt_2 -СО и PtRh-СО равна 51 и 37 ккал/моль, соответственно). Энергия связывания O_2 в комплексах M_1-M_2 - O_2 сопоставима с энергией связывания O_2 в комплексах M_1-M_1 - O_2 . Т. о., модификация активного центра (M_1) вторым металлом (M_2) подавляет преимущественную адсорбцию СО и создает благоприятные условия для одновременной активации субстратов реакции. Из анализа структуры волновой функции был сделан вывод, что в результате наличия контактов M_1-M_2 изменяется электронная структура каталитического центра, стабилизируя более активное возбужденное состояние атома M_1 .

Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант № 13-03-00320 и № 14-03-00422). Расчеты проводились с использованием вычислительных ресурсов НИВЦ МГУ.

Литература:

- [1] H.-L. Jiang, Q. Xu. // Journal of Materials Chemistry. 2011. V.21. P.13705
- [2] J. Shi // Chemical Reviews. 2013. V.113. P.2139

Синтез, структура и каталитическая активность в полимеризации норборнена новых катионных ацетилацетонатных комплексов палладия с α -дииминовыми лигандами

Суслов Д.С.¹, Пахомова М.В.¹, Мамурова А.Н.¹, Быков М.В.¹,
Ткач В.С.¹

¹*Иркутский государственный университет, Иркутск*
suslov@chem.isu.ru

В последние десятилетия полимеризация олефинов с использованием Pd и Ni металлокомплексных катализаторов привлекает большое внимание. Развитие этой тематики связано, главным образом, с так называемыми катализаторами Брукхарта: комплексами Pd(II) и Ni(II) с α -дииминовыми лигандами ($N^{\wedge}N$), как правило, активированными MAO. Несмотря на то, что в литературе представлены методы получения широкого ряда комплексов Pd с дииминовыми лигандами, примеров целенаправленного синтеза катионных ацетилацетонатных аналогов неизвестно. Среди различных Pd катализаторов для превращения ненасыщенных углеводородов, системы на основе β -дикетонатных комплексов Pd в сочетании с $BF_3 \cdot OEt_2$ являются наиболее перспективными. В частности, изученные ранее каталитические системы на основе $[(acac)Pd(PR_3)_2]BF_4$ (или $[(acac)Pd(P^{\wedge}P)]BF_4$) проявили высокую активность, соизмеримую с лучшими аналогами, в димеризации стирола и теломеризации бутадиена с диэтиламинол. В данном докладе сообщается о синтезе серии новых комплексов палладия состава $[(acac)Pd(N^{\wedge}N)]BF_4$ ($N^{\wedge}N = {}^{2,6-R_2}Ar-N=C(R')-C(R'')=N-{}^{2,6-R_2}Ar$; $R=H, Me, i-Pr$; $R'=H, Me, Ph$), изучении их состава и строения методами ЯМР-, ИК-спектроскопии, элементного анализа. Также в работе представлены результаты испытаний каталитических систем состава $[(acac)Pd(N^{\wedge}N)]BF_4/nBF_3 \cdot OEt_2$ в аддитивной полимеризации норборнена, при этом каталитическая активность достигает $2 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^7$ гПНБ/(мольPd \cdot час)/.

Работа выполнена в рамках задания №2014/51 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России (код проекта: 627).

Процесс оксигенирования толуола с участием катализаторов на основе комплексов Pd(II), иммобилизованных в полимерную матрицу

Ташмухамбетова Ж.Х.¹, Оспанова А.К.¹, Соколова В.В.²,
Кушенова А.Ж.¹

¹*Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Казахстан*

²*НИИ Новых химических технологий и материалов,
Алматы, Казахстан
zheneta@mail.ru*

Процессы жидкофазного каталитического окисления углеводородов в нефтехимической промышленности и в тонком органическом синтезе занимают одно из центральных мест. В промышленности такие процессы проводятся при высоких температурах и давлениях, что требует определенных экономических затрат, кроме того остро стоит проблема повышения селективности процесса. Не менее важна проблема создания доступных каталитических систем для процессов оксигенирования углеводородов и алкилароматических соединений кислородом. Одним из путей ее решения является разработка каталитических систем на основе инкорпорированных в полимерную матрицу кластеров палладия. В качестве полимерной матрицы использовали нанесенные на пластины из стекла методом многослойного покрытия и сшивания сополимеры полиэтиленimina(ПЭИ) и гуминовой кислоты(ГК), выделенной из бурого угля. С целью установления оптимальных параметров было изучено влияние температуры и количества полислоев сополимера ПЭИ-ГК (от 20 до 40 слоев) в катализаторе на скорость оксигенирования толуола кислородом. Катализаторы Pd²⁺/(ПЭИ-ГК)20/стекло, Pd²⁺/(ПЭИ-ГК)30/стекло, Pd²⁺/(ПЭИ-ГК)40/стекло были испытаны в реакциях окисления толуола кислородом, в среде ацетонитрила в температурном интервале 333-353К при атмосферном давлении. Согласно данным ИК-спектрального и ГЖХ-анализов установлено присутствие в катализате бензальдегида и пероксида толуола.

С1 ЗД-40



Как следует из полученных экспериментальных результатов, в изученном температурном интервале 333÷353К скорость реакции оксигенирования толуола увеличивается примерно в два раза. Была рассчитана энергия активации процесса, которая составила 153,2 кДж/моль. Наибольшую активность при заданных условиях показал 30-слойный катализатор Pd²⁺/(ПЭИ-ГК)30/стекло, где скорость процесса была равна - $W_{o2}=0,9 \cdot 10^{-5}$ моль/(л•с). Оптимальная температура процесса на исследуемом катализаторе составила 348 К.

Роль модификаторов различной природы в формировании и функционировании никелевых катализаторов гидрирования циглеровского типа

Титова Ю.Ю., Белых Л.Б., Шмидт Ф.К.

*Иркутский государственный университет, Иркутск
yitova60@gmail.com*

Непрерывное развитие каталитической науки обусловило тот факт, что катализ комплексами переходных металлов и «растворимыми» нанокластерами уже на протяжении нескольких десятилетий относится к «горячим» областям современной химии. Несмотря на длительное исследование и промышленное использование циглеровских систем, в том числе и в промышленном гидрировании блоксополимеров стирола (США), низкая устойчивость образующихся нанокластеров в условиях гидрогенизационного катализа остается серьезной проблемой.

В докладе представлены результаты исследования влияния ацидолигандов в никелевом прекурсор и модификаторов различной природы на активность и агрегативную устойчивость образующихся нанокластеров. Обнаружено, что система $Ni(acac)_2 \cdot AlEt_3$ не обладает активностью в гидрировании алкенов даже в отсутствии избытка сокатализатора, если все эксперименты проводить в анаэробных и безводных условиях. Показан промотирующий эффект микроколичеств воды. Рассмотрено влияние природы и концентрации модификаторов различной природы (вода, протонодонорные соединения, эфиры и др.) на число (TON) и частоту (TOF) оборотов. Оптимизированы условия формирования никелевых катализаторов. Рассмотрены причины действия активаторов и предложены модели строения наночастиц $Ni(0)$, включая состояние поверхностного слоя.

Работа выполнена в рамках задания № 2014/51 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России (код проекта: 627).

Природа активных в димеризации алкенов комплексов в системах на основе $\text{Ni}(\text{PPh}_3)_2(\text{C}_2\text{H}_4)$, $\text{Ni}(\text{PPh}_3)_n\text{Cl}$ ($n = 2$ или 3) и $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$

Титова Ю.Ю., Сорока О.Г., Белых Л.Б., Шмидт Ф.К.

*Иркутский государственный университет, Иркутск
yitova60@gmail.com*

В докладе представлены результаты исследования вклада фосфиновых комплексов никеля в различных степенях окисления в димеризацию низших алкенов на примере систем $\text{Ni}(\text{PPh}_3)_2(\text{C}_2\text{H}_4)$ и $\text{Ni}(\text{PPh}_3)_n\text{Cl}$ ($n = 2$ или 3) - $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ и их роли в процессах образования и регенерации каталитических активных комплексов. Экспериментально обосновано возрастание частоты и числа оборотов при использовании раствора $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$, хранившего 1 - 200 ч. Оно связано с увеличением концентрации кислот Бренстеда за счет необратимых превращений $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$, в том числе и в результате взаимодействия с примесями воды в растворителе. Комплексом физических методов установлены основные стадии формирования активных комплексов Ni. Показано, что независимо от того, протекает ли взаимодействие $\text{Ni}(\text{PPh}_3)_2(\text{C}_2\text{H}_4)$ с $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ через стадию образования цвиттер-иона или по металлциклобутановому механизму, образуются комплексы Ni(II) с активной связью Ni-C, которые инициируют процесс ди- и олигомеризации по гидридному механизму. Согласно данным термодинамического расчета и УФ-, ЭПР спектроскопии фосфиновые комплексы никеля(I) диспропорционируют на комплексы Ni(II) и Ni(0). Этому процессу благоприятствует уменьшение числа фосфиновых лигандов в координационной сфере Ni(I) в результате связывания их кислотой Льюиса в аддукты. Димеризация алкенов сопровождается рядом побочных процессов: превращением фосфиновых лигандов в координационной сфере никеля, алкилированием ароматических растворителей по Фриделю-Крафтсу и т.д. Предложена общая схема формирования и функционирования катализатора.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-03-32037 мол_а).

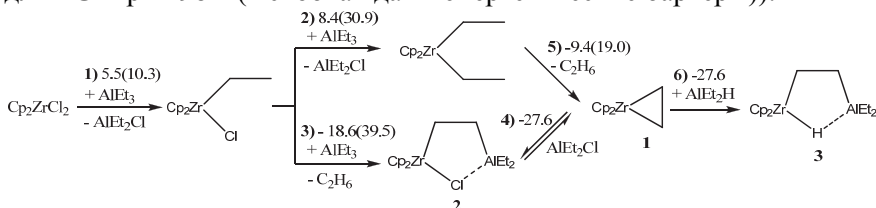
DFT исследование путей образования ключевых интермедиатов реакции каталитического циклоалюминирования алкенов

Тюмкина Т.В., Исламов Д.Н., Парфёнова Л.В., Халилов Л.М.,
Джемилев У.М.

ФГБУН Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа
ttvnmr@gmail.com

Циклоалюминирование α -олефинов с помощью AlEt_3 , катализируемое Cp_2ZrCl_2 , является эффективным методом получения замещенных алюмоаланов - важных синтонов металлоорганической химии [1].

В результате изучения механизма реакции методом ЯМР спектроскопии авторами предложены ряд ключевых интермедиатов, выступающих в роли каталитически активных центров: цирконациклопропан **1** и пятичленные биметаллические Zr,Al- комплексы **2** и **3** [2, 3]. В представленной работе изучены ППЭ реакций их образования (DFT, PBE/3z) (приведены значения для ΔG^\ddagger при 298K (в скобках даны энергетические барьеры)):



В результате предложены наиболее термодинамически выгодные маршруты: для комплексов **1** и **2** - маршрут 1) - 2) - 5) - 4), а для комплекса **3** маршрут - 1) - 2) - 5) - 6).

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 12-03-33089 мол_а_вед

Литература:

[1] *D'yakonov, V. A. Dzhemilev Reaction in Organic and Organometallic Synthesis.* Nova Science Publishers, Inc. New York, 2010.

[2] *Халилов Л. М., Парфенова Л. В., Русаков С. В., Ибрагимов А. Г., Джемилев У. М. // Известия АН. Сер. хим. 2000. № 12. С. 2086.*

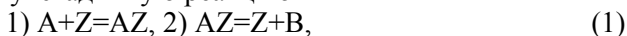
[3] *Parfenova L.V., Gabdrakhmanov V.Z., Khalilov L.M., Dzhemilev U.M. // J. Organomet. Chem. 2009. V. 694. P. 3725.*

Сложные колебания в двухстадийной каталитической реакции

Федотов В.Х., Кольцов Н.И.

*Чувашский государственный университет, Чебоксары, Россия
fvh@inbox.ru*

Рассмотрим двухстадийную реакцию



динамическое поведение которой в открытой системе описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями

$$A' = -k_1Az + k_{-1}x + q_0A_0 - qA, \quad B' = k_2x - k_{-2}zB + q_0B_0 - qB,$$

$$x' = k_1Az - k_{-1}x - k_2x + k_{-2}zB, \quad (2)$$

где A_0 , A и B_0 , B концентрации основных веществ A и B на входе и выходе реактора, q_0 и q - скорости реакционной смеси на входе и выходе реактора, z и x концентрации катализатора Z и промежуточного вещества AZ ($z=1-x$). Предположим, что реакция квазистационарна по основным веществам ($A \approx B \approx 0$). Тогда $A \approx (k_{-1}x + q_0A_0)/(k_1z + q)$, $B \approx (k_2x + q_0B_0)/(k_{-2}z + q)$ и (2) примет вид

$$x' \approx (ax^2 - bx + c)/(dx^2 - ex + h), \quad (3)$$

где $a = k_{-2}q_0A_0k_1 + k_{-2}k_{-1}q + k_1q_0B_0$, $b = k_{-2}k_1k_2q$, $c = k_{-2}k_{-1}q + k_{-1}q^2 - qq_0A_0k_1 + k_2q^2 + 2k_{-2}q_0A_0k_1 - k_1k_2q + 2k_1q_0B_0k_{-2} + qq_0B_0k_{-2}$, $d = k_{-2}q_0A_0k_1 + qq_0A_0k_1 + k_1q_0B_0k_{-2} + qq_0B_0k_{-2}$, $e = k_1k_{-2}$, $h = (k_1 + q)k_{-2} + k_1(k_{-2} + q)$, $h = (k_1 + q)(k_{-2} + q)$. Эта одномерная модель при $k_1=1$, $k_2=1/3$, $k_{-1}=1$; $k_{-2}=3$; $q_0=10$, $q=-1/2$; $A_0=1$; $B_0=0$ имеет два неустойчивых стационарных состояния $x_\infty=(1.15, 0.66)$, первое из которых нефизично (лежит вне симплекса $z+x=1$), и демонстрирует сложные колебания (хаос), рис. 1.

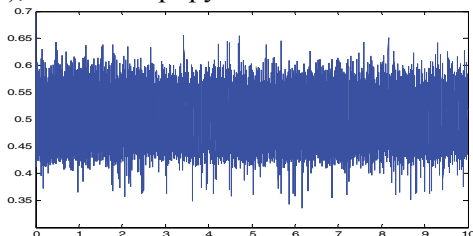


Рис. 1. Зависимость $x(t)$ для реакции (1) по модели (3)

Таким образом, реакция (1), протекающая в квазистационарных условиях по модели (3), при определенных значениях кинетических параметров демонстрирует сложные колебания (хаос).

Разработка катализаторов пиролиза легких углеводородов до этилена и пропилена

Шекунова В.М., Цыганова Е.И., Александров Ю.А., Филофеев С.В.

*Научно-исследовательский институт химии Нижегородского государственного университета им.Н.И. Лобачевского,
Нижний Новгород
shacunova@mail.ru*

Исследованы новые каталитические системы пиролиза смеси легких углеводородов C₁-C₄ с целью увеличения выхода олефинов (этилена, пропилена) и снижения коксообразования:

- защитные пленочные полифосфатные покрытия, нанесенные на внутреннюю поверхность стального реактора, содержащие металлы II-III групп Периодической системы брутто-состава Me_xO_y·zP₂O₅, где x = 1, 2; y = 1, 3; z = 2, 3; Me = Zn, Cd, Sr, Ce;

- композиционные высокодисперсные материалы, модифицированные цинк-, фосфор-, кремнийорганическими соединениями и размещенные внутри проточного реактора;

- наноструктурные частицы металлов, сформированные электро-взрывным диспергированием металлических и биметаллических проводников из Ag, Al, Cu, Fe, Ni, Ti, Pt, W, Mo на поверхности легко заменяемых кварцевых трубок, помещенных в реактор.

Исследования проведены в проточной системе, в интервале 500-850°C, скорости пропускания газовой смеси 20-200 мл/мин, времени контакта 0.75-155 с, значениях гетерогенного фактора 2.0-2.9·10⁵ см⁻¹. Установлено, что увеличение температуры, времени контакта и значения гетерогенного фактора повышают конверсию углеводородов и выход низших олефинов. Наноструктурные металлические катализаторы W, Fe и Mo позволяют снизить температуру пиролиза углеводородной смеси на 50-70°C и по основным параметрам: выходу этилена и пропилена, селективности и коксообразованию превосходят другие каталитические системы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России.

Литература:

[1] *Шекунова В.М., Цыганова Е.И., Диденкулова И.И., Александров Ю.А.*
// Вестник ННГУ. 2014. № 1. С. 92

Изучение каталитического окисления хлорбензолов и хлортолуолов на окисных катализаторах

Эфенди А.Д., Айкан Н.Ф., Бабаев Е., Меликова И.Г.,
Керимова Дж.Р., Алиева А.М., Фараджев Г.М.

*Институт химических проблем им. акад. М.Ф. Нагиева НАН
Азербайджана, Баку, Азербайджан
iradam@rambler.ru*

Известно, что малеиновый ангидрид и его хлорпроизводные имеют широкое применение в производстве ценных продуктов нефтехимии в производстве пластификаторов полиэфирных и алкидных смол, биологически активных соединений, лаков красителей, лекарственных препаратов, термо- и холодостойких веществ.

Получение МА, монохлор- и дихлормалеинового ангидридов прямым гетерогенно-каталитическим окислением хлорбензолов и хлортолуолов в газовой фазе, выявление оптимальных условий, обеспечивающих селективное окисление с сохранением в молекуле атомов хлора и реакционно-способной двойной связи представляет особый интерес.

Нами были синтезированы и использованы около 50-ти окисных катализаторов на основе оксидов V, Mo, Sb, P, Co нанесенные на Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , определен ряд активности и селективности полученных каталитических систем. Продуктами окисления являются Малеин, моно- и дихлормалеиновые ангидриды, CO_2 , H_2O .

Исследовано влияние различных технологических параметров процесса, температуры 400–600⁰С, времени контакта 0,1–1,0 сек, соотношения хлоруглеродород:кислород (ХУ:O₂)=1:5 –1:25 мольн; определены оптимальные условия проведения катализа. При этом конверсия хлорбензолов и хлортолуолов достигала значения до 80–90%. Были также изучены адсорбции ацетона, фенола, CO_2 , бутена и др. на поверхности этих катализаторов установлены природы активных центров.

Таким образом, было установлено, что на поверхности этих каталитических систем имеются слабые, средние и сильные донор-акцепторные активные центры, отличающихся по силе.

Синтез и фотокаталитическая активность активированного углеродом диоксида титана

Бакланова И.В., Красильников В.Н., Гырдасова О.И.,
Самигуллина Р.Ф., Булдакова Л.Ю.

*Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург
baklanova_i@ihim.uran.ru*

Допированный углеродом диоксид титана был синтезирован по прекурсорной методике с использованием в качестве прекурсора гликолята титана $Ti(OCH_2CH_2)_2$. Для получения композита состава $TiO_{2-x}C_x:nC$ с максимальным содержанием углерода (~16 масс %) прекурсор нагревали в атмосфере гелия при температуре 500°C. По данным сканирующей электронной микроскопии частицы продукта термоллиза прекурсора представляют собой микросферы диаметром 2-5 мкм, построенные из нановолокон. Нагревание композита $TiO_{2-x}C_x:nC$ на воздухе протекает с окислением и отщеплением углерода вплоть до образования $TiO_{2-x}C_x$ и TiO_2 , имеющих структуру анатаза, однако морфология частиц при этом не изменяется. Выделено две формы углерода в $TiO_{2-x}C_x:nC$, а именно свободный (или аморфный), окисляющийся в первую очередь, и связанный в структуре твердых растворов $TiO_{2-x}C_x$. В образце отожженном при 375°C аморфный углерод не обнаружен, а доля структурносвязанного составляла 0.3 масс %. Наличие углерода в композите $TiO_{2-x}C_x:nC$ и образцах, полученных его нагреванием при 250 - 400 С показано методами КР спектроскопии. Край полосы поглощения образца, полученного нагреванием $TiO_{2-x}C_x:nC$ до 400°C, претерпевает синий сдвиг, что коррелирует с его фотокаталитической активностью в реакции окисления растворенного в воде гидрохинона при облучении в УФ диапазоне спектра. Образец, приготовленный отжигом композита при 350°C, обладает достаточно высокой фотокаталитической активностью при облучении видимым светом, что находит полное подтверждение в УФ/видимом спектре поглощения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (12-03-00453-а, 13-03-00265-а).

Формирование активной структуры многокомпонентного оксидного катализатора окислительного аммонолиза

Гаджиев Г.Н., Мамедова И.Г., Калантарова С.Х.

*Институт химических проблем, НАН Азербайджана
Баку, Азербайджан
hacigurban@mail.ru*

В промышленном производстве акрилонитрила широко используют многокомпонентные оксидные катализаторы. Известно, что условия приготовления этих систем оказывают определяющее влияние на показатели каталитической активности. Кроме того, как показывает практика эксплуатации, под воздействием реакционной среды происходит дальнейшая разработка и стабилизация активности катализатора. Целью настоящей работы явилось, изучение условий формирования активной структуры многокомпонентного оксидного катализатора окислительного аммонолиза пропилена, содержащего Mo, Bi, Co, Ni, Fe, K, P, Si. Изучали влияние pH среды осаждения, последовательность введения компонентов, температуры, скорости поднятия и продолжительности сушки и прокаливания на активность и селективность катализатора. Формирование активной структуры наблюдали и делали выводы анализируя дериватограммы, рентгенограммы, электрограммы, РФЭ-спектры, ГР-спектры свежеприготовленных и активированных образцов катализатора. Представляется, что высокая активность и селективность изначально формируется в процессе прокаливания. Кремний-молибденовые и фосфор-молибденовые гетерополисоединения металлов разлагаются с образованием равномерно распределенных на поверхности катализатора активных кластеров. Дальнейшее формирование происходит под влиянием реакционной среды. Ионы Fe^{3+} полностью и необратимо восстанавливаются в ионы Fe^{2+} , на поверхности контакта значительно доля фосфора, висмута и кремния, происходит окончательное перераспределение активных кластеров. Определены оптимальные условия синтеза и активирования промышленного многокомпонентного катализатора окислительного аммонолиза пропилена.

Перспективные катализаторы на основе цеолита типа OFF

Горшунова К.К., Травкина О.С.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт нефтехимии и катализа Российской академии наук, Уфа
simchanka@mail.ru*

В настоящее время значительный интерес представляет процесс селективного каталитического восстановления NOx аммиаком. Высокая конверсия NO в N₂ достигается в присутствии медьсодержащих катализаторов на основе цеолита типа OFF (оффретита). Кроме того, цеолит данного типа в H-форме используется в реакциях диспропорционирования толуола и в превращении м-ксилола.

В рамках данной работы были получены образцы цеолита оффретита в Na,K-, H-, La-, Cu- и Ni-формах, а также изучены их каталитические свойства.

Цеолит оффретит в Na,K- форме получали в следующем диапазоне состава реакционной смеси: (0,78-1,6)R₂O * (3,7-4,7)Na₂O * (5,5-6,1)K₂O * Al₂O₃ * (26,0-28,0)SiO₂ * (444,0-448,0)H₂O. Кристаллизацию вели при 98-100⁰C в течение 190-195ч. Для получения каталитически активной формы цеолита оффретита образцы прокаливали на воздухе при 550⁰C для удаления темплата, затем проводили последовательные ионные обмены в 0,1M растворах солей, содержащих вводимые катионы.

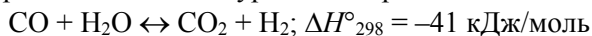
Образцы цеолита оффретита в H-форме были испытаны в реакции алкилирования бензола этанолом при 250⁰C, давлении 1атм, отношении бензол/ этанол = 7/1 и объемной скорости 4 ч⁻¹. Установлено, что с увеличением степени обмена селективность превращения бензола в этилбензол повышается и достигает 92% при степени обмена 0,95.

Проблемы конверсии СО в производстве аммиака

Ильин А.А., Румянцев Р.Н., Смирнов Н.Н. Ильин А.П.

*ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Иваново
ilyin@isuct.ru*

Каталитическая конверсия монооксида углерода является составной частью процесса получения водорода в промышленности на основе природного газа. В связи с ростом производства водорода для синтеза аммиака и других целей роль этой реакции в химической промышленности возрастает. Конверсия монооксида углерода протекает согласно уравнению реакции:



На первой стадии конверсии СО применяются железохромовые катализаторы, состав которых и каталитическая активность примерно одинаковы. В каталитическом процессе образуются и побочные продукты, основными из которых являются ацетальдегид, метилацетат, метанол, этанол, пропанол, бутанол, амины, формиаты и др. На второй стадии используются медьсодержащие катализаторы, от активности селективности, которых и зависит остаточная концентрация СО и состав парогазовой смеси. Установлено, что побочные продукты, образующиеся на стадии высокотемпературной конверсии СО могут как разлагаться на СО₂ и Н₂О, так и гидрироваться до более высокомолекулярных соединений. Введение лантаноидов в состав железохромового катализатора приводит к значительному уменьшению выхода побочных продуктов, а добавки щелочных металлов к низкотемпературному – медьцинковому катализатору позволяют полностью исключить наличие побочных продуктов в паровом конденсате и таким образом исключить дорогостоящую технологическую операцию очистки пара в отпарной колонне.

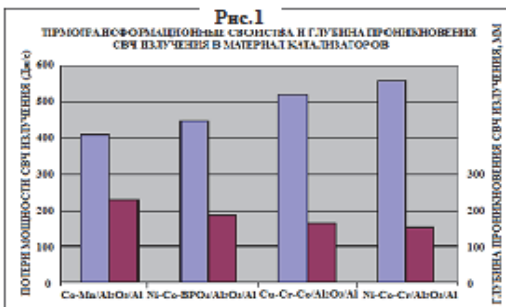
Исследование некоторых параметров металлоксидных гетерогенных катализаторов при воздействии СВЧ излучения

Литвишков Ю.Н., Зульфугарова С.М., Эфендиев М.Р.,
Сеидрзаева Э.М., Шакунова Н.В., Мурадова П.А., Аскерова А.И.
Кулиева Л.А.

*Институт химических проблем им. акад. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
yurilit@rambler.ru*

С целью изыскания возможности осуществления при воздействии СВЧ поля изученных нами ранее в условиях традиционного нагрева реакций жидкофазного окисления м-ксилола в м-толуиловую кислоту, dealкилирования толуола с водяным паром, восстановительного аминирования моно-этанолamina, совместного глубокого окисления н-бутана и монооксида углерода, исследованы глубина проникновения микроволнового излучения и термотрансформационные свойства катализаторов упомянутых реакций - композиций оксидов металлов переменной валентности IV периода, нанесенных на поглощающий микроволновое излучение носитель, соответственно обозначенных, как: Co-Mn/Al₂O₃/Al; Ni-Co-Cr/Al₂O₃/Al; Ni-Co-BPO₄/Al₂O₃/Al; Cu-Cr-Co/Al₂O₃/Al] (рис.1). Все стадии термического воздействия при приготовлении образцов катализаторов, включая сушку, термолиз солей и формирование оксидных фаз активных компонентов, осуществлялись в поле СВЧ излучения. Показано, что глубина проникновения микроволнового излучения, обратно пропорциональная величине диэлектрических потерь, обусловлена характером распределения микро- кристаллитов алюминия в алюмооксидной матрице.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики - Грант № EIF-2012-2(6)-39/24/4.



Применение металл-содержащих олигосилсесквиоксанов для синтеза высокодисперсных нанесенных катализаторов

Матус Е.В.¹, Исмагилов И.З.¹, Кузнецов В.В.¹, Яшник С.А.¹,
Просвирина И.П.¹, Керженцев М.А.¹, Gerritsen G.², Abbenhuis E.²,
Исмагилов З.Р.^{1,3}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Hybrid Catalysis B.V., Eindhoven, The Netherlands*

³*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,
Кемерово
matus@catalysis.ru*

Применение метал-содержащих олигосилсесквиоксанов в качестве соединений-предшественников при синтезе нанесенных катализаторов является одним из перспективных способов создания новых наноматериалов, как для фундаментальных исследований, так и для практического применения. В настоящей работе MnNaW/SiO₂ катализаторы окислительной димеризации метана и Ni/SiO₂/Ce_xM_{1-x}O₂ (M = Zr, Gd) катализаторы автотермического риформинга метана впервые получены с использованием металл-содержащих олигосилсесквиоксанов. Выявлены особенности формирования материалов в зависимости от природы соединения-предшественника активного компонента. Проведено комплексное исследование и сравнительный анализ их физико-химических и каталитических свойств. Установлено, что вариация способа и условий синтеза позволяет целенаправленно регулировать текстурные, структурные и окислительно-восстановительные свойства и, следовательно, каталитическую активность получаемых моно- и полиметаллических нанесенных систем. Разработанные Ni/SiO₂/Ce_xM_{1-x}O₂ катализаторы отличаются высокой активностью в реакции автотермического риформинга метана.

Авторы выражают благодарность к.х.н. Ушакову В.А., к.ф.-м.н. Лариной Т.В., к.х.н. Герасимову Е.Ю., Литвак Г.С. и Ефименко Т.Я. за помощь в исследовании образцов физико-химическими методами. Работа выполнена при финансовой поддержке Седьмой рамочной программы Европейского Союза (проект “DEM-CAMER”, грант #262840).

Приготовление осажденных катализаторов на основе силикатов цинка по аммиачно-карбонатной технологии

Морозов Л.Н., Котова К.Е., Уменушкина С.И., Тимошин Е.С.
*Ивановский государственный химико-технологический
университет, Иваново*
morozov@isuct.ru

Приготовление гетерогенных катализаторов через аммиачно-карбонатные комплексы переходных металлов позволяет достаточно легко организовать безотходную технологию с рециклом аммиака и углекислоты. В настоящей работе соосажденные катализаторы получали путем сливания аммиачно-карбонатных растворов меди и цинка и силиката калия. При этом в осадке образуются гидроксо-силикатные соединения цинка, меди и калия, соотношение между которыми можно регулировать. В маточных растворах концентрация кремния находится на уровне следовых количеств, тогда как содержание остальных компонентов остается достаточно высоким. Поэтому при построении технологической схемы организуются рецикловые потоки растворов, а также предусматривается узел приготовления силикатов калия, поскольку необходимы растворы силиката калия с переменным соотношением калия к кремнию.

Гидратированные силикатные соединения цинка, меди и калия являются предшественниками катализаторной массы, и уплотнение осадка при его отстаивании определяет формирование удельной поверхности катализатора, которая при прокаливании образцов в интервале от 300 до 600 °С находится на уровне 10-20 м²/г. При правильном выборе соотношения цинка, меди и кремния удается получить высокодисперсные оксиды цинка и меди, которые на рентгенограммах представляют собой рентгеноаморфные фазы, а силикатные соединения цинка и калия характеризуются широким диффузным гало в интервале углов дифракции $2\theta \sim 30^\circ$ (CuK α).

Каталитическую активность определяли в реакции дегидрирования метанола до формальдегида, которая сопровождается рядом побочных маршрутов с образованием диметилового эфира и метана. Поэтому улучшение селективности обеспечивается подбором состава и условий осаждения и термообработки катализаторов.

Синтез рутениевого катализатора, основанного на имидазольной ионной жидкости

Рафикова Х.С.¹, Зазыбин А.Г.¹, Ю В.К.², Айдемир М.³, Мериж Н.,
Темель Х³, Паша С.³

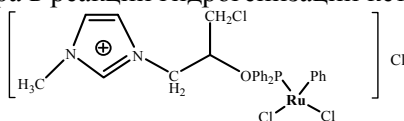
¹Казахстанско-Британский технический университет,
Алматы, Казахстан

²Институт химических наук им. А.Б. Бактурова,
Алматы, Казахстан

³Университет Диджле, Диарбакир, Турция
hadichahan@mail.ru

Рутениевые наночастицы, встроенные в имидазольную ионную жидкость применяются в качестве катализатора гидрогенизации при восстановлении циклогексена [1].

Комплекс рутения (II) и хлорида 1-(3-фенилфосфанил-2-(дифенилфосфанилокси)пропил)-3-метил-1-*H*-имидазол-3-ия ([Ru((Ph₂P O)-C₇H₁₄N₂Cl)(Ph)Cl₂)]Cl) синтезирован добавлением прекурсора [Ru(фенил)(μ-Cl)Cl]₂ к хлориду 1-(3-дифенилфосфанил-2-(дифенилфосфанилокси)пропил)-3-метил-1-*H*-имидазол-3-ия [(Ph₂PO)-C₇H₁₄N₂Cl]Cl. Синтезированный комплекс в виде красного порошка, легко растворим в CH₂Cl₂, устойчив к воздуху и применяется в качестве катализатора в реакции гидрогенизации кетонов.



Выход 0,150 г (92,1 %). Т.пл. 159-161°C. Найдено, %: С:46.22, Н:4.57, N:4.27. C₂₅H₃₀N₂OCl₄PRu. Вычислено, %: С:46.31, Н:4.66, N:4.32. ИК-спектр: ν_{C-H} 3064 см⁻¹, ν_{P-Ph} 1435 см⁻¹, ν_{O-P} 1047 см⁻¹, ν_{Ru-P} 532 см⁻¹. Спектр ЯМР: ¹H: δ 8.95 (s, 1H, -(CH₃)NCHN-), 7.44-7.88 (m, 12H, P(C₆H₅)₂+ -NCHCHN-), 5.55 (s, 6H, Ar), 5.11 (1H, -CHOP), 4.37 (m, 2H, NCH₂), 3.82 (s, 3H, NCH₃), 3.50 (2H, -CH₂Cl); ¹³C: δ 36.29 (NCH₃), 44.84 (-CH₂Cl), 52.56 (NCH₂), 74.96 (d, ²J = 23.2 Hz, -CHOP), 88.10 (Ar), 123.54, 123.82 (-NCHCHN-), 128.76 (d, ³J_{31P-13C} = 9.4 Hz, *m*-P(C₆H₅)₂), 132.98 (d, ⁴J_{31P-13C} = 3.0 Hz, *p*-P(C₆H₅)₂), 133.52 (d, ²J_{31P-13C} = 20.1, *o*-P(C₆H₅)₂), 139.49 (d, ¹J_{31P-13C} = 52.3 Hz, *i*-P(C₆H₅)₂), 137.10 (-CH₃)NCHN-); ³¹P-{¹H}: δ 127.82 (s, Ru-OPPh₂).

[1] Luska K.L., Moores A.// Green chemistry. 2012. Т. 14. № 6.С. 1736-1742.

Оптимизация микроструктуры углеродного носителя катализатора Pd/C для реакции гидродебензилирования

Симакова И.Л., Пармон В.Н.

*Институт катализа СО РАН, Новосибирск
simakova@catalysis.ru*

В настоящее время исследования по разработке методов синтеза CL-20 продолжаются как у нас в стране, так и за рубежом, однако невысокая воспроизводимость препаративных методов синтеза и низкий выход продукта (11-55%) [1] указывают на необходимость применения каталитических подходов для синтеза 4,10-диформил-2,6,8,12-тетраацетил-2,4,6,8,10,12-гексаазаизовюр-цитана. Исследования в данном направлении сосредоточены на оптимизации условий проведения процесса, способов выделения продукта и получения необходимой полиморфной модификации, в то время как разработке и оптимизации состава активного компонента катализатора уделяется мало внимания.

В связи с этим цель данной работы заключается в систематическом исследовании влияния параметров каталитической системы Pd на углеродных носителях (УН), отличающихся вкладом внутренней или внешней поверхности, а также размером пор, на ее каталитические свойства в реакции гидродебензилирования 2,4,6,8,10,12-гексабензил-2,4,6,8,10,12-гексаазаизовюр-цитана для оптимизации компонентного состава активной фазы и текстурных параметров углеродного носителя.

Установлено влияние параметров микроструктуры УН [2], оптимизирован состав активной фазы, показано, что применение УН с более высокой поверхностью и большим размером пор обеспечивает сохранение высокой активности Pd/C катализатора на протяжении нескольких циклов реакции [3].

Литература:

[1] Chapman R.D., Hollins R.A. //J. Energ. Mater. 2008. 26. N 4. P. 246-273.

[2] Симакова И.Л., Пармон В.Н.. //Тр. науч. -техн. конф. с межд. участ., посв. 30-летию открытия наноалмазов. Красноярск, СФУ, 2012, с. 160-161.

[3] Симакова И.Л., Просвирина И.П., Кривенцов В.В., Пармон В.Н. //Журнал СФУ. Химия, 2012. №3. с. 238-245.

Би- и триметаллические Mn-содержащие катализаторы окислительной конденсации и дегидрирования C₁-C₂ алканов в этилен

Тунгатарова С.А.^{1,2}, Абдухальков Д.Б.¹, Байжуманова Т.С.^{1,2}, Жексенбаева З.Т.^{1,2}, Жумабек М.^{1,2}, Касымхан К.^{1,2}, Шайзада Е.^{1,2}

¹*KazCatTech Damu, Алматы, Казахстан*

²*АО Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан
tungatarova58@mail.ru*

Представлены результаты окислительной конденсации метана и окислительного дегидрирования C₂H₆ в C₂-углеводороды на нанесенных би- и триметаллических Mn катализаторах, а также промотированных редкоземельными элементами (Te, Ga, Nb, Ta). Выход C₂H₄ из CH₄ достигал 13,5-18,3% при конверсии CH₄ 20-32% при температурах 700-750°C в смесях без разбавления инертным газом. Установлены оптимальные составы катализаторов, реакционных смесей, времена контакта, природа добавок в исходную смесь. В процессе окислительного дегидрирования этана показано, что добавки редкоземельных элементов способствуют снижению температуры селективного синтеза C₂-углеводородов на 80-100° по сравнению с известными Mo- и W-содержащими катализаторами. По активности редкоземельные металлы образуют следующий ряд: Te > Nb > Ga > Ta. Определено соотношение C₂H₆:O₂, при котором удается получить максимального значения выхода этилена без примесей кислородсодержащих продуктов.

Настоящая публикация осуществлена в рамках Подпроекта «Каталитическая конверсия легких алканов до промышленно значимых продуктов», финансируемого в рамках Проекта Коммерциализации Технологий, поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан.

Катализаторы на основе полиоксометаллатов в процессах окислительной конверсии алканов

Тунгатарова С.А., Байжуманова Т.С., Абдухалыков Д.Б., Жексенбаева З.Т., Жумабек М., Касымхан К., Комашко Л.В., Григорьева В.П., Шайзада Е., Серикбаева Г.К., Наурызбаева А.Ж.

*АО Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан
tungatarova58@mail.ru*

Был разработан нанесенный 1-2,3% Мо-содержащий катализатор полифункционального действия, ведущий процесс окисления, окислительного дегидрирования и дегидроароматизации метана. Определены оптимальные условия синтеза продуктов и физико-химические свойства катализаторов. Методом ТПВ было определено, что обработка катализаторов в смеси (O_2 , пары воды) после реакции при $650^\circ C$ и $900^\circ C$ способствует регенерации форм структурного кислорода. Катализатор подвергался восстановительной предобработке в водороде либо метане. Такая обработка играет важнейшую роль для повышения активности катализатора. Чтобы понять различия, происходящие в результате восстановления в водороде и метане, были проведены физико-химические исследования образцов. Восстановление в водороде протекает через стадию разрушения структуры уже после $360^\circ C$ до MoO_3 , далее при $500-600^\circ C$ образуется фаза MoO_2 , а при $T > 800-900^\circ C$ образуется Mo^0 . В случае восстановления метаном предпочтительно образование карбидов, а не металлического молибдена. Образование карбидов на поверхности катализаторов способствует осуществлению ароматизации алканов.

Работа выполнена при поддержке бюджетной программы 055 МОН РК, № 0112РК00705.

**Особенности функционирования Pd-Cu-Fe-
содержащих катализаторов низкотемпературного
СО на основе углеволокнутого носителя
в условиях имитации дыхания**

Хаминец С.Г., Радкевич В.З., Сенько Т.Л.

ИФОХ НАН Беларуси, 220072, Минск, Беларусь

holyfreezer@gmail.com

Катализаторы низкотемпературного окисления СО получали пропиткой активированной углеволокнутой ткани «бусофит ЭХО», производимой РУП «СПО «Химволокно» (г. Светлогорск, Беларусь), водным раствором хлоридов палладия и железа, бромида и нитрата меди с последующими сушкой и термоактивацией [1].

Активность катализаторов определяли на разработанной нами установке, имитирующей дыхание человека. Опыты в режиме с имитацией дыхания осуществлялись с чередованием тактов: 1 такт - через реактор проходит реакционная смесь – воздух с 0,5 об. % СО; 2 такт - через реактор проходит воздух. Затем цикл повторяется. Продолжительность каждого такта составляла 2,5 сек. В разборный лабораторный реактор загружали 8 кружков катализатора с массой в реакционной зоне 2,7-2,9 г; влажность газовых потоков варьировали от 0 до 85 %. Объемная скорость подачи газовых потоков составляла 18000 ч⁻¹, температура - 20-25°C.

Установлено, что режиме с имитацией дыхания при подаче на обезвоженный катализатор сухих газовых потоков конверсия СО сохраняется на уровне 60 % в течение опыта (2 ч), в то время как при непрерывной подаче сухой реакционной смеси начальная конверсия СО не превышает 5 %, и уже через 15 мин опыта реакция практически прекращается. По данным РФЭС и элементного спектрального анализа активность катализатора в условиях имитации дыхания при малом содержании воды в системе или ее полном отсутствии обусловлена наличием высокодисперсного PdO.

Литература:

[1] Радкевич В.З., Вильсон К., Хаминец С.Г., Сенько Т.Л. // Кинетика и катализ. 2014. Т. 55. № 2. С. 263.

Метод ТПВ в оценке активности медьсодержащих катализаторов при испытании в условиях далеких от равновесия

Шаркина В.И., Серегина Л.К., Щанкина В.Г.

*ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР», Новомосковск
vesat@yandex.ru*

При производстве медьсодержащих катализаторов, используемых в процессах конверсии СО водяным паром, синтеза и разложения метанола в число регламентируемых показателей входит активность, определение которой включает активацию (восстановление) медьсодержащих соединений и подачу реакционной смеси. Условия активации существенно определяют каталитические свойства контактов, в зависимости от параметров восстановления могут существенно отличаться результаты по активности. Одной из причин такого несовпадения являются различные условия восстановления, что и приводит к различию в активности у изготовителя и потребителя. Целесообразно восстановление осуществлять методом температурно-программированного восстановления (ТПВ) с использованием хроматографа с детектором по теплопроводности. По профилю ТПВ на потенциометре определяется количество восстановителя, и, главное, время окончания процесса. В работе приводятся схема установки и данные определения активности, приготовленного в промышленных условиях, катализатора конверсии СО водяным паром - НТК-4. Показано влияние температуры прокаливания на время и максимумы восстановления по профилю ТПВ. Приводятся данные по активности НТК-4; показано, что наблюдаемые различия в активности и стабильности (определение активности после перегрева при 350°C в реакционной среде в течение 2-х часов), связаны с нарушением условий технологического процесса. Это позволяет отбраковать партии катализатора.

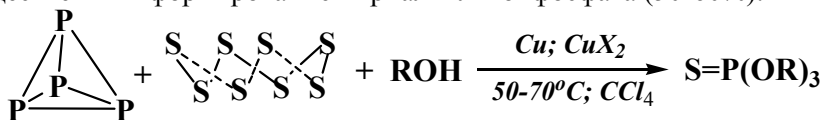
Указанный метод позволяет объективно оценить качество выпускаемого катализатора, изучить влияние условий восстановления (температура, время, состав газа и др.) на активность и стабильность медьсодержащих катализаторов.

Перспективный каталитический синтез триалкилтионфосфата P(S)(OR)₃

Абдреимова Р.Р., Борангазиева А.К., Ибраимова Ж.У.

АО «Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В. Сокольского», Алматы, Казахстан
abdreimova_r@mail.ru

В реакциях элементарного фосфора со спиртами и серой при 130-200°C образуется большой ряд различных P- и S-содержащих продуктов и выделяется ядовитый сероводород [1]. Установлено, что в присутствии медного порошка или ацетата, бутирата, ацетилацетоната, галидов меди (II) эта реакция протекает в мягких условиях без побочного выделения сероводорода с преимущественным формированием триалкилтионфосфата (50-60%):



X: Cl, Br, CH₃CO₂, C₃H₇CO₂, асас

Кроме серы, роль окислителя выполняет также тетрахлорметан, дополнительно способный растворять P₄, S₈ и катализатор, а также гасить возможные возгорания легковоспламеняющегося белого фосфора [2]. Нами детально исследованы кинетика и механизм, определены оптимальные условия каталитического процесса. Триалкилтионфосфат P(S)(OR)₃ и со-продукты триалкилфосфат P(O)(OR)₃, диалкилфосфит P(O)H(OR)₂ широко используются как экстрагенты редких и радиоактивных металлов, присадки к маслам, антипирены, полупродукты фосфорорганических синтезов и др.

Исследование поддержано МНТЦ (проект К-1284).

Литература:

- [1] *Batyeva E. S., Nisamov I. S., Kursheva L. I., Frolova L. V. // Phosph., Sulf. and Silic. 1999. V. 144-146. P. 77.*
 [2] *Emsley J. The shocking history of phosphorus. A biography of the devil's element. Oxford: Pan Mcmillan. 2000. 342 p.*

Окисление пропилена в уксусную кислоту на бинарных V-W-O катализаторах

Алиева М.И., Багиев В.Л.

*Азербайджанская государственная нефтяная академия, Баку,
Азербайджан
vagif_bagiev@yahoo.com*

Одним из перспективных методов получения уксусной кислоты является прямое окисление пропилена на гетерогенных катализаторах. Высокую активность в этой реакции проявляют каталитические системы на основе оксида ванадия. Поэтому в данной работе нами было изучено влияние добавок WO_3 на активность V_2O_5 в реакции окисления пропилена в уксусную кислоту.

Каталитическую активность синтезированных образцов изучали на проточной установке в интервале температур 150-450°C. Объемная скорость подачи сырья составляла 1200ч^{-1} . Соотношение исходных реагентов составляло $C_3H_6:\text{воздух}:H_2O = 1:5:4$.

Проведенные исследования показали, что помимо уксусной кислоты при окислении пропилена в качестве побочных продуктов образуются также ацетальдегид, ацетон и углекислый газ. Окисление пропилена на синтезированных катализаторах начинается с температуры 150°C, при которой образуются в основном ацетон и уксусная кислота. Дальнейшее повышение температуры приводит также к образованию и остальных продуктов реакции. Максимальный выход уксусной кислоты на изученных катализаторах наблюдается при температуре 250°C (до 40%).

Изучение влияния состава на активность ванадий-вольфрам-оксидных катализаторов в реакции окисления пропилена в уксусную кислоту показало, что при низких температурах (250°C) с увеличением содержания ванадия в составе катализатора выход уксусной кислоты уменьшается, в то время, как при высоких температурах (350°C) возрастает. Выход углекислого газа с увеличением содержания ванадия в составе катализатора при всех температурах проходит через максимум. В отличие от уксусной кислоты и углекислого газа, скорость образования ацетона практически не зависит от состава катализатора.

Кинетика каталитического реформинга водноэтанольных смесей на цеолитовом катализаторе

Бежок В.С., Лапин Н.В.

*Институт проблем технологии микроэлектроники и особых чистых
материалов РАН, Черноголовка
bezhok@iptm.ru*

Цеолиты привлекают внимание как катализаторы или носители катализаторов для реформинга этанола вследствие их высокой удельной поверхности и функциональных характеристик, таких как адсорбция, возможности ионного обмена и др [1]. В данной работе исследован процесс реформинга водно-этанольной смеси (молярное отношение вода : этанол 5:1) на цеолитовом катализаторе и на никелевом катализаторе, нанесенном на цеолит.

Никелевый катализатор приготавливали пропиткой зерен цеолита водным раствором нитрата никеля, высушиванием его, прокаливанием при 400⁰С и, окончательно, восстановлением оксида никеля при 500⁰С. Установлено, что чисто цеолитовый катализатор проявляет слабую каталитическую активность, в то время как цеолит с нанесенным никелем достаточно активен в процессе реформинга этанола. Основными продуктами реформинга являются водород, метан, моноокись и двуокись углерода. Начальной стадией реформинга является процесс дегидрогенизации этанола с образованием ацетальдегида в качестве промежуточного продукта, разложение которого приводит к образованию метана и монооксида углерода. Содержание монооксида в газовой фазе проходит через максимум при температуре 350⁰С, но уже при 400⁰С практически не наблюдается его присутствия в газовой фазе. Это позволяет посредством реакции метанирования снизить остаточное содержание монооксида до уровня, требуемого при питании топливных элементов на основе протонопроводящих мембран.

Литература:

[1] *Inokawa H., Nishimoto S., Kameshima Y., Miyake M.*//Int . J. of Hydrogen Energy. 2010. V.35. P.11719-11724.

Влияние кислот Льюиса на термодеструкцию древесины ели

Белый В.А., Удоратина Е.В.

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
skeyling@yandex.ru*

Цель данной работы состояла в определении действия солей металлов переменной валентности ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, CuCl_2 , $\text{ZnCl}_2 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) на пиролиз древесины ели. Механизм каталитической активности оценивался по энергии активации (E_a) и порядку реакции (n), полученными с помощью метода Коутса-Редферна по ТГ-ДСК на дериватографе STA 409 PC (NETZSCH). Пиролиз образца без катализатора и образца с $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ хорошо описывается уравнением для реакций первого порядка (см. табл.), характерным для мономолекулярных реакций.

Таблица. Кинетические параметры пиролиза древесины ели

Катализатор	$T_{\text{нач}}$, °С	Выход угля, %	n	E_a , кДж/моль
без кат.	262,6	26,6	1	83,3
NiCl_2	238,9	23,8	1	85,1
AlCl_3	229,0	27,4	3	78,9
FeCl_3	228,9	26,3	3	77,9
CuCl_2	226,5	26,9	3	67,0
SnCl_2	207,5	33,9	3	58,9
ZnCl_2	186,0	35,1	3	46,1

Третий порядок реакции может быть объяснен увеличением вклада параллельных конкурирующих реакций, в которых также расходуются исходные компоненты, но образования летучих продуктов не происходит, или происходит в меньшей степени. Как следствие, на термограмме мы наблюдаем более сильную зависимость скорости реакции от степени конверсии (α), типичную для реакций третьего порядка.

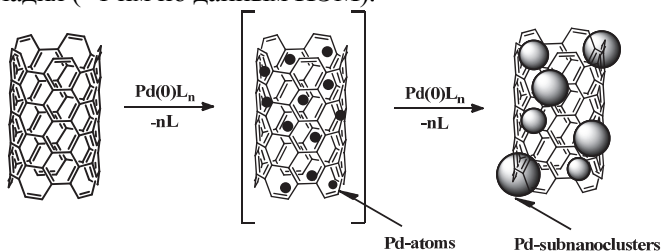
Работа выполнена при поддержке проекта президиума РАН «Получение энергоемких продуктов в результате термохимической переработки возобновляемого лигноцеллюлозного сырья» (№12-П-3-1036).

Субнанокластеры палладия на углеродных носителях в катализе реакций кросс-сочетания в водных средах

Бумагин Н.А., Ливанцов М.В., Голанцов Н.Е., Веселов И.С.,
Белов Д.С.

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Химический факультет, Москва
bna51@mail.ru*

На основе субнанокластеров палладия, нанесенных на модифицированные диметилформаидом (ДМФА) углеродные нанотрубки (УНТ), активированный уголь и синтетический углеродный материал "Сибунит", созданы высокоэффективные гетерогенные катализаторы для реакций кросс-сочетания в водных средах. В основу метода иммобилизация палладия положена идея, что комплексы Pd(0) взаимодействуют с адсорбированными молекулами ДМФА, π -электронной системой графеновой поверхности УНТ или угля, частично теряют лиганды и хемосорбируются на поверхности. Далее на этих адсорбированных атомах металла, служащих центрами кристаллизации, происходит образование субнаноразмерных кластеров палладия (<1 нм по данным ПЭМ).



Новые катализаторы проявляет в реакциях кросс-сочетания с участием галогенпроизводных бензола, тиофена, фурана и пиридина каталитическую активность соизмеримую с активностью лучших гомогенных катализаторов и не теряют ее при многократном использовании (до 10-ти рециклов).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 14-08-00620-а.

Эффективные Pd-катализаторы с изоксазольными лигандами для катализа в водных средах

Бумагин Н.А.¹, Поткин В.И.², Зеленковский В.М.², Петкевич С.К.²,
Веселов И.С.¹, Белов В.С.¹

¹*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Химический факультет, Москва*

²*Институт физико-органической химии НАН Беларуси,
Минск, Беларусь
bna51@mail.ru*

Осуществлен дизайн и выполнен синтез изоксазольных лигандов - оксимов 5-(нафт-1-ил)- и 5-[(1,1'-бифенил)-4-ил]изоксазол-3-карбальдегидов (I, II), содержащих по данным квантово-химических расчетов, наряду с электроноакцепторным азольным кольцом, электронодонорную оксимную группу. Полученные лиганды L (I, II) взаимодействуют с Na_2PdCl_4 с образованием комплексов состава $\text{PdCl}_2\text{-L}$. Комплексы $\text{PdCl}_2\text{-L}$ проявляют высокую каталитическую активность в реакциях кросс-сочетания в водных средах. Наличие в молекуле лиганда двух противоположных по природе координационных центров (оксимной группы и изоксазольного кольца) позволяет стабили-зировать Pd в разных степенях окисления, избежать прежде-временного образования Pd-черни и дезактивации катализатора в ходе каталитического цикла. Новые катализаторы использованы в синтезе практически важных биоактивных продуктов, в частности, субстанции противовоспалительного нестероидного препарата Дифлунизал из 5-бромсалициловой и 2,4-дифторфенилборной кислот. Процесс реализован в водной среде без инертной атмосферы, выход целевого продукта достигает 98% (100°C, 3 мин, 0.01 мол% $\text{PdCl}_2\text{-L}$). Практически количественные выходы позволяют максимально упростить процедуру выделения целевых соединений и исключить применение хроматографических методов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 14-08-90012-Бел_a) и БФФИ (грант Х14Р-003).

Нанокластеры палладия на ферромагнитных оксидных и углерод-оксидных носителях

Бумагин Н.А.¹, Шаранда Л.Ф.², Огенко В.М.², Волков С.В.²,
Ливанцов М.В.¹

¹*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Химический факультет, Москва*

²*Институт общей и неорганической химии им. В.И. Вернадского
НАН Украины, Киев, Украина
bna51@mail.ru*

Методом соосаждения получены наночастицы магнитного оксида железа Fe_3O_4 диаметром 10-20 нм, которые с помощью золь-гель метода инкапсулированы в матрицу мезопористого силикагеля. Источником SiO_2 служила смесь тетраэтоксисилана и 3-аминопропилтриэтоксисилана при мольном соотношении 3:1. Для равномерного диспергирования наночастиц Fe_3O_4 , интенсификации процессов гелеобразования и высушивания были использованы ультразвуковое и микроволновое облучение. В итоге получен магнитный материал $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2[(\text{CH}_2)_3\text{NH}_2]$, пиролиз которого в инертной атмосфере привел к углерод-оксидному композиту $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-C}$. В результате нанесения $\text{Pd}(0)$ на синтезированные гибридные носители были получены композиты $\text{Pd}/\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2[(\text{CH}_2)_3\text{NH}_2]$ и $\text{Pd}/\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-C}$, которые исследованы методами РФЭС, РДС, СЭМ и ПЭМ. ПЭМ микрофотографии показывают, что палладий равномерно распределен на поверхности частиц композита, размер кластеров Pd составляет 0.5-1.5 нм. Новые катализаторы проявляет высокую активность в реакциях Сузуки, Хека и Соногаширы в водных средах (75-100 °С, 3-20 мин, выходы ~100%) и легко регенерируются из реакционной смеси (8-10 рециклов) с помощью внешнего магнита.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 13-08-90409-Укр_ф_a) и ГФФИ Украины (грант Ф53.3/031).

Катализатор для дегидрирования циклогексанола в производстве капролактама

Ванчурин В.И.¹, Джумамухамедов Д.Ш.¹, Павлов Ю.Л.¹,
Марачук Л.И.²

¹*Российский химико-технологический университет им. Д.И
Менделеева, Москва*

²*ОАО «ГродноАзот», Гродно, Беларусь
vanchourin@mail.ru*

Общим недостатком промышленных медьсодержащих катализаторов является их невысокая устойчивость к повышенным температурам и воздействию восстановительной среды. Основная причина снижения показателей качества катализаторов заключается в слабом адгезионном взаимодействии материала с соединениями меди на стадии приготовления и возникающей при этом незатруднительной миграцией активного компонента с последующей его агломерацией в крупные кристаллиты. Нами разработан медьалюмокремниевый катализатор МАК–К для дегидрирования циклогексанола в циклогексанон с использованием комбинированного носителя на основе белой сажи и активного гидроксида алюминия. Для его приготовления использована аммиачно-карбонатная технология, которая позволила получить устойчивое высокодисперсное медное покрытие на носителе при значительно более развитой внутренней удельной поверхности (200 – 400) м²/г, по сравнению с лучшим зарубежным катализатором НЗ–11 фирмы БАСФ (100 – 130) м²/г. По результатам кинетических испытаний на промышленном сырье селективность катализатора МАК –К, близка к селективности катализатора НЗ – 11 (99,5 – 100) %. При этом активность МАК – К (59,7 – 56,7)%. выше, чем у катализатора НЗ – 11 (53,3 – 46,4)%. Относительное снижение активности катализатора НЗ–11 после перегрева при 350°С в токе реакционной смеси составило 40%, для катализатора МАК – К не превысило 18 %.

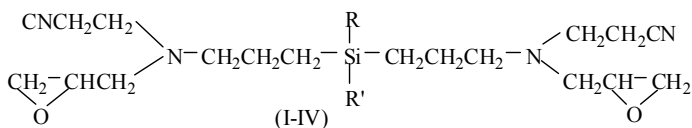
Термостойкие композиционные материалы на основе кремний(азот)содержащих диоксиранов

Велиев М.Г., Аскеров О.В., Шатирова М.И., Гулиева А.Ф.

*Институт полимерных материалов НАН Азербайджана,
Сумгайыт, Азербайджан
askerov.oktay.39@mail.ru*

Исследования, проводимые в области синтеза и изучения свойств кремний(азот)содержащих соединений, имеют не только теоретическое, но и большое практическое значение.

В связи с вышеизложенным, а также с целью увеличения тепло- и термостойкости композиции, в данной работе разработан метод получения термостойких композиционных материалов путем введения в состав кремний(азот)органических соединений. Их синтез осуществлен путем гидросилилирования непредельных азотсодержащих оксиранов диалкил(арил)дигидридсиланами в присутствии катализатора – ацетилацетонатдикарбонила родия – и имеют нижеследующую формулу:



R=R'=Ph(I); R=Ph, R'=Et(II); R=Me, R'=Et(III); R=R'=Et(IV).

Кремний(азот)органические диоксираны (I-IV) были использованы для получения композиции на основе полиэфирной смолы. Содержание вводимых диоксиранов (I-IV) – 10-40 масс.% на 100 масс.% полиэфирной смолы.

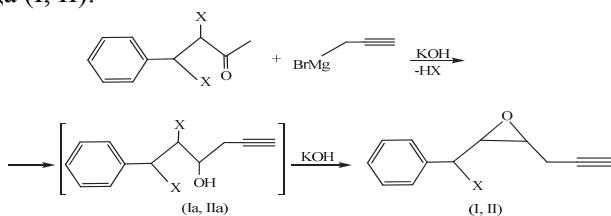
Результаты испытаний полученной композиции свидетельствуют о том, что модификаторы (I-IV) могут применяться в качестве модификатора–стабилизатора полиэфирной композиции.

Синтез и химические превращения эпоксидных соединений ацетиленового ряда

Велиев М.Г., Шатинова М.И., Аскеров О.В., Гулиева А.Ф.

*Институт полимерных материалов НАН Азербайджана,
Сумгайыт, Азербайджан
mshatirova@mail.ru*

В продолжение исследований [1] был осуществлен синтез эпоксидов ацетиленового ряда при взаимодействии дигалогенсодержащих альдегидов с фенильными радикалами с магнийпроизводным бромистого пропаргила. В результате реакции получены дигалогенсодержащие спирты (Ia, IIa), которые в дальнейшем без их выделения подвергаются дегидрогалогенированию в присутствии едкого калия в среде серного эфира, и образуются (75-85%) галогенсодержащие эпоксиды ацетиленового ряда (I, II):



где: X=Cl (Ia, I), Br(IIa, II)

Синтезированные галогенсодержащие эпоксиды ацетиленового ряда (I, II) вступают в различные реакции по оксирановому кольцу, тройной связи, а также по функциональной группе с образованием новых производных.

Литература:

[1] Mamed Veliyev, Mamed Salmanov, Saida Aliyeva, Gulnara Yaqubova// International Journal of Organic Chemistry. 2011. N1. P.113

СЗ ЗД-11

Влияние нанопорошка Ni на стабильность работы цеолита ZSM-5 в процессе изомеризации n-октана

Величина Л.М., Канашевич Д.А., Восмеригов А.В.

Институт химии нефти СО РАН, Томск

mps@ipc.tsc.ru

Изомеризация легких бензиновых фракций с образованием из нормальных парафинов разветвленных изомеров приобретает все большее значение в производстве моторных топлив. Процесс изомеризации, наряду с гидроочисткой, риформингом, крекингом и гидрокрекингом, входит в число важнейших каталитических процессов [1]. Одной из проблем этого процесса является защита катализаторов от отравления примесями, присутствующими в углеводородном сырье, и образующимися коксовыми отложениями. Наибольшую стабильность в изомеризации n-алканов проявляют системы на основе цеолитов различного структурного типа [2-4].

Целью работы являлось исследование влияния добавки наноразмерного порошка никеля к высококремнеземному цеолиту типа ZSM-5 на его изомеризующую способность и стабильность каталитического действия в процессе превращения n-октана.

Установлено, что Ni-содержащий цеолитный катализатор проявляет большую селективность по отношению к образованию углеводородов изостроения и меньшую склонность к коксообразованию по сравнению с немодифицированным цеолитом, что связано с увеличением его гидрирующей и дегидрирующей функций.

Литература:

[1] Агабеков В.Е., Сеньков Г.М. // Катализ в промышленности. 2006. № 5. С. 31.

[2] Васина Т.В., Маслбойщикова О.В., Хелковская-Сергеева Е.Г. и др. // Известия Академии наук. Серия химическая. 2000. № 11. С. 1866.

[3] Степанов В.Г., Пословина Л.П., Малоземов Ю.В. и др. // Нефтехимия. 2002. Т. 42. № 6. С. 441.

[4] Латидус А.Л., Ментюков Д.А., Дергачев А.А. и др. // Нефтепереработка и нефтехимия. 2006. № 6. С. 42.

Дегидрирование этилбензола в присутствии мягкого окислителя CO_2 – перспективный инновационный метод получения стирола

Висловский В.П., Магеррамова З.Ю., Шейнин В.Е., Сардарлы А.М., Алиева Т.Ч.

*Институт химических проблем НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
afet.sardarly@gmail.com*

Стирол, один из наиболее важных крупнотоннажных полупродуктов, производится каталитическим парофазным дегидрированием этилбензола (ДЭБ). Выход стирола в этой обратимой реакции ограничен термодинамически, а сильно эндотермический процесс, проводимый при высоких температурах, очень энергоёмок. В окислительном варианте процесса (O_2 -ДЭБ) использование сильного окислителя кислорода смещает химическое равновесие реакции в сторону стирола, но вместе с тем создаёт определённый риск с точки зрения пожароопасности процесса и отрицательно влияет на селективность по стиrolу вследствие интенсификации деструктивных окислительных превращений углеводородов. Недавно в качестве мягкого оксиданта для ДЭБ был применён диоксид углерода (CO_2 -ДЭБ): $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5 + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{CH}_2=\text{CHC}_6\text{H}_5 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

Вовлечение CO_2 в ДЭБ-процесс может дать целый ряд преимуществ, таких как повышение скорости реакции, рост селективности и сдвиг термодинамического равновесия в отношении целевого стирола, а также снижение коксообразования. Утилизация диоксида углерода в CO_2 -ДЭБ-процессе может рассматриваться как его экологическое преимущество. Испытанная в CO_2 -ДЭБ $\text{V}_2\text{O}_5/\text{Al}_2\text{O}_3$ система характеризуется высокой селективностью (95%) и выходом (70%) стирола и может рассматриваться как основа про-мышленного катализатора этого перспективного процесса.

Бесщелочная демеркаптанализация нефти

Гаврилов Ю.А., Плетнева И.В., Силкина Е.Н.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва
inna.pletneva1@yandex.ru*

Жесткие экологические нормы по содержанию высокотоксичных легколетучих сернистых примесей в нефти требуют совершенствования существующих процессов промышленной подготовки, которые характеризуются большими объемами сернисто-щелочных стоков (СЩС), создающих значительные экологические проблемы.

Альтернативной технологией, не приводящей к образованию СЩС, является проведение процесса каталитического окисления сероводорода и меркаптанов до дисульфидов кислородом воздуха непосредственно в углеводородной среде [1].

Лабораторные исследования катализаторов демеркаптанализации нефти показали, что процесс окисления протекает эффективно при концентрации катализатора 200-300 г/т и содержании металлов 2,0-5,0% вес., в среде с высоким содержанием сернистых примесей ($-SH > 300 \text{ ppm}$). Установлено, что катализаторы эффективны в удалении сероводорода, легких и ряда тяжелых меркаптанов.

Проведенные на месторождении Алибекмола испытания с объемом полученной товарной нефти 500 тыс. т. показали промышленную применимость разработанной технологии.

Работа выполнялась в соответствии с генеральным соглашением о сотрудничестве ИХФ РАН и ООО «НПП«НефтеСинтез»

Литература:

[1] Ю.А. Гаврилов, И.В. Плетнева, Е.Н. Силкина // Известия АН. Сер. Хим. 2013. № 7. С. 1590-1596.

**О получении алкилзамещенных пиридинов
гидрокарбонилированием олефинов
в присутствии аммиака на многокомпонентном
оксидном катализаторе**

Гаджиев Г.Н., Калантарова С.Х., Меликова Э.Т

*Институт химических проблем, НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
hacigurban@mail.ru*

Алкилзамещенные пиридины широко используются в производстве лекарственных препаратов, химических средств защиты растений. Литературе описывается способ получения алкилзамещенных пиридинов в реакции гидрокарбосилирования олефинов в водной среде в присутствии аммиака, где в качестве гомогенного катализатора использованы органические комплексы родия. Нами доказано, что алкилзамещенных пиридинов можно получить в газовой фазе, в присутствии гетерогенного многокомпонентного оксидного катализатора, на носителе $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ в газовой смеси CO , H_2 , NH_3 , C_2H_4 , H_2O (пар). Реакцию проводили в проточной микрокаталитической установке, поддерживающий избыточное давление в системе, с не подвижным слоем катализатора. Многокомпонентный катализатор содержал оксиды элементов молибдена, ванадия, сурьмы и 4-го периода VII В группы. Процесс проводили при температуре 600-750К, под давлением 2 МПа и мольном соотношением в исходной газовой смеси $\text{C}_2\text{H}_4:\text{CO}:\text{H}_2:\text{NH}_3:\text{H}_2\text{O}=1:2:2:4:6$. Общая конверсия газовой смеси 35-39% (без учета водяного пара). Селективность по 2-этил-3,5-диметилпиридина 60-75%. Кроме того, катализат содержал 8-10% изомер основного продукта 4-этил-3,5-диметилпиридин, 7-8% смесь диметипиридинов (лутидинов), 4-6% смесь этилпиридинов и 3-5% смесь метилпиридинов.

Активность бинарных Ni-Zr-O катализаторов в реакции паровой конверсии глицерина

Гасанова Ф.Ч., Багиев В.Л., Мирзаи Дж.И.

*Азербайджанская государственная нефтяная академия,
Баку, Азербайджан
vagif_bagiev@yahoo.com*

Высокую активность в реакции паровой конверсии глицерина проявляют различные оксиды металлов, такие как оксиды никеля, кобальта, циркония и др. В связи с этим в данной работе были изучены активности бинарных никель-цирконий оксидных катализаторов в реакции паровой конверсии глицерина в водород.

Активность синтезированных катализаторов изучали на проточной установке с кварцевым реактором в интервале температур 250-700°C.

Проведенные исследования показали, что в зависимости от температуры реакции превращение глицерина протекает в разных направлениях. Так при температурах от 200 до 450°C глицерин превращается в основном в акролеин, ацетальдегид и C₁-C₃ углеводороды. С ростом температуры реакции выходы практически всех органических соединений проходят через максимум при 400°C и начиная с температуры 550°C в продуктах реакции не наблюдается их образование. При высоких температурах основным направлением превращения глицерина является водород. Образование водорода на изученных катализаторах начинается при температурах выше 300°C и с ростом температуры реакции возрастает. Максимальный выход водорода порядка 80-90% от теоретически возможного наблюдается при температурах 600-700°C. При этих температурах также образуются в небольших количествах СО и метан.

Проведенные нами исследования показали, что активность синтезированных катализаторов также зависит от их состава. Установлено, что катализаторы богатые никелем более активны в реакции образования водорода, чем катализаторы, обогащенные цирконием. Это обусловлено изменением фазового состава никель-цирконий оксидных катализаторов, что подтверждено рентгенографическими исследованиями.

Воднопаровая каталитическая конверсия этанола в микроканальном реакторе

Гринько В.В., Лапин Н.В.

*Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых
материалов РАН, Черноголовка
grinko@iptm.ru*

Исследован процесс каталитической конверсии смеси этанол – вода в микроканальном реакторе на катализаторе Ni/ZnO для различных составов и режимах подачи водноэтанольной смеси в интервале температур 250-450 °С.

Микроканальные реакторы имеют существенные преимущества перед обычными реакторами для проведения быстрых реакций с большими тепловыми эффектами: низкое гидродинамическое сопротивление; высокую удельную производительность; малую длину диффузионного пути. Все это позволяет обеспечивать изотермичность процесса во всем реакторе и стабильность работы катализатора на микроканальных пластинах.

Микроканальные пластины размером 30x30x1 мм изготавливали из нержавеющей стали с 28 параллельными каналами сечением (0,5x0,5 мм). В качестве катализатора использовали порошок NiO/ZnO, который восстанавливали в токе водорода непосредственно в реакторе.

Показано, что основными продуктами конверсии этанола (при 300°С практически полная конверсия) являются водород, моноокись и двуокись углерода, метан. Удельная производительность микрореактора на суммарный объем составляла 1,65 л/час см³. Присутствие в газовой фазе ацетальдегида как промежуточного продукта с максимумом в интервале температур 250-300 °С, указывает что, возможно, первой стадией процесса конверсии этанола является реакция дегидрогенизации этанола. Концентрация СО проходит через максимум (при температуре 300 °С), а при 400 °С наблюдается его отсутствие в газовой фазе. Надо отметить заметное изменение соотношения водород/метан – до (14 – 18) раз для смеси состава (1:13), в отличие от (2,7 – 3,5) для смеси (1:2).

Получение окисленных битумов из гудронов, содержащих модификаторы-катализаторы

Грушова Е.И., Шрубок А.О., Паськова А.Н.

*Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь
grushova.e@mail.ru*

Процесс окисления гудронов в битумы условно разделяют на две стадии: окисление масел в смолы и уплотнение смол в асфальтены. Если скорость реакций второй стадии значительно превышает скорость реакций окисления, то будет расти температура размягчения битума и ухудшаться его пластичные свойства, носителем которых являются смолы. Следовательно, инициирование реакций первой стадии может положительно повлиять на качество окисленных битумов.

По-видимому, решением данной проблемы является использование добавок модификаторов-катализаторов при окислении гудронов.

В данной работе приведены результаты исследования каталитической активности в процессе окисления гудронов новых железо- и кобальтсодержащих модификаторов-катализаторов в сравнении с известным хлоридом железа.

Исследования проводились на лабораторной установке периодического действия с использованием гудрона, вырабатываемого в ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк). Определение показателей качества битумов осуществляли стандартными методами в соответствии с требованиями стандарта EN 12591-00.

Установлено, что в зависимости от концентрации исследуемых модификаторов-катализаторов в гудроне, они могут или инициировать (ускорять) процесс окисления, или ингибировать окисление. Показано, что этот эффект можно использовать как для ускорения окисления компонентов гудрона, так и для повышения термоокислительной стабильности готовых битумов.

РЗЭ-содержащие полиоксометаллаты в качестве эффективных катализаторов конденсации кетонов и гликолей

Дадашова Н.Р., Джафарова Р.А., Азизбейли Э.И.,
Гарибов Н.И., Алимарданов Х.М.

*Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
dadasova_17@hotmail.com*

Кислородсодержащие гетероциклические соединения, в частности циклические ацетали, обладают совокупностью ценных свойств и находят широкое применение в органическом синтезе.

В настоящем сообщении приведены результаты исследований по синтезу новых представителей полиоксометаллатных комплексов, содержащих катионы редкоземельных элементов и исследование их активности в реакции конденсации алициклических кетонов и C₂-C₄ двухатомных спиртов в соответствующие ацетали.

Катализаторы готовили на основе (NH₄)₆Mo₆O₂₄·4H₂O и ацетата неодима (или нитратов гадолиния и празеодима), с последующей обработкой водным раствором H₃PO₄ при температуре 80-85 °С. Синтезированные образцы изучены методами спектроскопии, в том числе РФА, Фурье-ИК-спектроскопии, ТГА и ЭПР.

При синтезе спироацеталей была осуществлена конденсация циклопентанона, циклогексанона и их C₅-C₇ алкилпроизводных с этиленгликолем. Оптимальные выходы продуктов реакции достигаются при температуре 130-140°С. и продолжительности 2-3 часа, в то время как при использовании минеральных кислот продолжительность реакции составляет в среднем 10-13ч. В ИК-спектрах ацеталей появляются новые интенсивные полосы поглощения при 1140-1170, 1200-1040, 950-860 см⁻¹, характерные для валентных колебаний простой эфирной и оксирановой связи, подтверждающие образование ацетальной структуры, а полосы поглощения в области 1720-1740см⁻¹, характерные для карбонильных групп, отсутствуют. Установлено, что с увеличением количества молибденсодержащего катализатора продолжительность реакции существенно уменьшается, а выход продуктов увеличивается. Обсуждается природа каталитических комплексов и механизм реакции конденсации с их участием.

Борсодержащий оксид алюминия как эффективный катализатор процесса получения акролеина из растительного сырья

Данов С.М., Есипович А.Л., Белоусов А.С., Рогожин А.Е.

Дзержинский политехнический институт Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,

Дзержинск

artem_belousov17@mail.ru

Акролеин является исходным сырьем для получения широкого ряда ценных продуктов. В настоящее время акролеин получают окислением пропилена в присутствии оксидных катализаторов.

По оценкам специалистов, при сохранении тенденции роста стоимости нефтепродуктов существенную конкуренцию традиционной технологии получения акролеина составит технология парофазной дегидратации дешевого возобновляемого растительного сырья – глицерина, избыточное количество которого образовалось на мировом рынке за счет увеличения производства биодизеля. Однако предлагаемые катализаторы дегидратации глицерина быстро дезактивируются или характеризуются высокой стоимостью [1]. Так, в присутствии катализатора $\text{SnO}_2\text{-TiO}_2$ выход акролеина после 10 ч не превышал 20 % [2].

Нами разработан эффективный катализатор дегидратации глицерина на основе борсодержащего гамма оксида алюминия и проведена оптимизация его состава и условий приготовления.

Оптимизация структурных свойств и кислотности катализатора позволила обеспечить его высокую активность и стабильность. В присутствии разработанного катализатора при 330 °С и нагрузке 2,4 $\text{г}_{\text{глиц}}/(\text{г}_{\text{кат}} \cdot \text{ч})$ выход акролеина после 10 ч составил 60 %.

Литература:

[1] *Katryniok B., Paul S., Dumeignil F.* // ACS Catalysis. 2013. Vol. 3. № 8. P. 1819-1834.

[2] *Tao L.-Z., Chai S.-H., Zuo Y., Zheng W.-T., Liang Y., Xu B.-Q.* // Catalysis Today. 2010. Vol. 158. № 3-4. P. 310-316.

Полимер-протектированные Pd катализаторы гидрирования непредельных спиртов

Жармагамбетова А.К., Ауезханова А.С., Нурмухамбетов Д.Е.,
Мусаев Б.К.

*Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан
a.assemgul@mail.ru*

В связи с интенсивным развитием химической промышленности создание катализаторов, способных с высокой активностью и селективностью проводить процессы при низких температурах и давлениях является перспективным. Модифицирование катализаторов полимерами с различными функциональными группами способствует формированию на поверхности носителей равномерно распределенных наноразмерных частиц активной фазы.

В настоящей работе разработаны пектин-содержащие палладиевые системы, нанесенные на оксид цинка, с содержанием активной фазы 0,1, 0,3 и 0,5%, которые испытывались в стереоселективном гидрировании 9-гексадецин-1-ола при температуре 40°C и атмосферном давлении.

Методика приготовления катализаторов не требует высокотемпературных обработок и заключается в последовательном нанесении полимера, а затем палладия на оксид цинка.

Установлено, что 0,3-0,5% Pd-ПК/ZnO системы являются активными, стабильными, стереоселективными катализаторами гидрирования 9-гексадецин-1-ола до цис-олефиновых спиртов.

Исходный катализатор и отработанный в процессе гидрирования образец были исследованы методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Данные электронной микроскопии показали формирование частиц активной фазы размером 3-4 нм.

СЗ ЗД-21

Каталитическая активность Pd-полимер/ZnO систем в реакции гидрирования 2-пропен-1-ола

Жармагамбетова А.К., Ауезханова А.С., Сейткалиева К.С.

*Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан
a.assemgul@mail.ru*

Проведение химических процессов в мягких условиях с использованием в качестве растворителей и окислителей экологически безвредных реагентов отвечает принципам «зеленой химии». В данной работе были разработаны 1% палладиевые катализаторы, нанесенные на оксид цинка, модифицированный различными полимерами. В качестве модификаторов были использованы полимеры с различными функциональными группами - полигексаметиленгуанидиний хлорид (ПГМГ), поливинилпирролидон (ПВПД), сополимер декстрина с полиакриловой кислотой (СопД-ПАК) (данный полимер был разработан в КНУ им. Т. Шевченко, Украина). Катализаторы готовили при комнатной температуре.

Активность катализаторов тестировалась в модельной реакции гидрирования 2-пропен-1-ола при температуре 40°C и атмосферном давлении. По влиянию природы полимера на скорость реакции изученные системы располагаются в ряд: СопД-ПАК > ПГМГ > ПВПД.

Изучение поверхности 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO катализатора методом просвечивающей электронной микроскопии показало формирование однородных наночастиц палладия размером 2-3 нм в окружении полимерной матрицы (рис.).

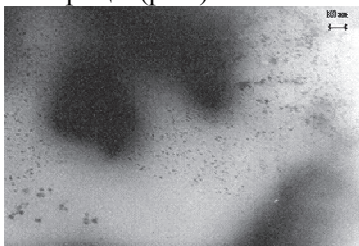


Рисунок – Микрофотография (ПЭМ) 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO

Титансодержащие катализаторы на основе Таганского монтмориллонита в Са-форме в реакции фотокаталитического разложения сероводорода

Закарина Н.А., Волкова Л.Д., Ким О.К., Григорьева В.П.,
Шаповалов А..А.

*Институт органического катализа и электрохимии
им.Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан
kimolya82@mail.ru*

В работе изучены каталитическая активность монтмориллонита в Са-форме, модифицированного диоксидом титана с различным его содержанием, и физико-химические характеристики контактов (БЭТ, РФА). Катализаторы готовили смешением СаММ с 10 и 15% TiO_2 (анатаз с размером частиц 100 Å). Введение титана в катализатор не приводит к значительным изменениям в величинах удельных поверхностей, которые составляют 77,3, 75,4 и 76,5 м²/г для носителя СаММ, СаММ+10 TiO_2 , СаММ+15 TiO_2 , соответственно. Общий объём пор при введении TiO_2 уменьшается от 0,712 до 0,680 см³/г. Количество микропор растёт от 24,7% для СаММ, до 34,5 и 40,1% для СаММ+10 TiO_2 и СаММ+15 TiO_2 , соответственно. Согласно данным рентгенофазового анализа введение TiO_2 в СаММ приводит к росту рефлексов чистого анатаза 1,69; 2,43 Å, что свидетельствует о вхождении TiO_2 в СаММ.

Для малых концентраций H_2S (до 25%) наблюдается 100% конверсия H_2S в течение всего периода УФ-облучения (40-53 минут) при объёмных скоростях до 420 час⁻¹ и при многократном повторном включении лампы. При больших концентрациях сероводорода (70%) по активности выигрывает катализатор с 15 % содержанием TiO_2 . При скорости подачи до 380 час⁻¹ СаММ+10% TiO_2 работает без регенерации с 98% конверсией 45 минут, при скорости подачи 580 час⁻¹ - 30 минут с конверсией 90,8%. На СаММ+15% TiO_2 в аналогичных условиях фиксируется 98% степень превращения H_2S в течение 103 минут, а при 580 час⁻¹ 94,5% конверсия сохраняется в течение 45 минут.

На основании полученных данных сделан вывод о высокой эффективности монтмориллонитов, модифицированных анатазом, в реакции фотокаталитического разложения сероводорода.

Новые катализаторы и каталитические процессы для окислительного обессеривания дизельного топлива

Исмагилов З.Р.^{1,2}, Керженцев М.А.¹, Яшник С.А.¹, Хайрулин С.Р.¹,
Кузнецов В.В.¹, Пармон В.Н.¹, Bourane Abdenour³,
Koseoglu Omer.R.³

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,
Кемерово,*

³*Saudi Aramco, Dhahran 31311, Kingdom of Saudi Arabia
zinfer1@mail.ru*

Новые стандарты низкого содержания серы (10 ppm) в моторных топливах требуют новые подходы к процессам глубокого обессеривания. Газофазная окислительная десульфуризация (ОДС) моторных топлив воздухом, первоначально предложенная для бензиновых фракций, может стать перспективной технологией для переработки наиболее устойчивых серосодержащих соединений [1]. Приготовлены катализаторы на основе оксидов Cr, Fe, Mo, Cu, Ce, Zn, Al. Катализаторы испытывали при 300-400°C в реакции ОДС модельных топлив на основе тиофена, дибензотиофена (ДБТ) и диметилдибензотиофена (ДМДБТ), растворенных в октане или толуоле. Катализаторы оптимального состава исследовали также в ОДС дизельных фракций. Реакционная способность серосодержащих соединений в присутствии катализаторов возростала в ряду: тиофен < ДБТ < ДМДБТ. Основной серосодержащий продукт реакции - SO₂. В процессе сероочистки на катализаторах накапливались продукты, содержащие С и S. Подобраны условия регенерации катализаторов. Таким образом, показано, что газофазная ОДС устойчивых серосодержащих соединений при атмосферном давлении и умеренно высоких температурах 350-400°C может являться перспективным решением проблемы экономичной технологии глубокой сероочистки моторных топлив.

Литература:

[1] Z. Ismagilov, S. Yashnik, M. Kerzhentsev, V. Parmon, A. Bourane, F.M. Al-Shahrani, A.A. Hajji, O.R. Koseoglu. Catal. Rev. Sci. Eng. 2011.V. 53.№ 3.

Производство синтез-газа из биогаза на Со-содержащих катализаторах, модифицированных добавкой РЗЭ

Иткулова Ш.С.¹, Закумбаева Г.Д.¹, Акулов А.Г.¹, Нурмаканов Е.Е.¹,
Абдуллин А.М.¹, Иманкулова С.А.¹, Нургалиев Н.Н.¹,
Оспанова А.Ж.¹, Набидоллаев С.Е.

¹*Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан
sholpan.itkulova@gmail.com*

Устойчивое развитие человечества ставит перед собой задачи поиска и вовлечения альтернативных источников энергоресурсов и сырья для нефтехимической промышленности, а также внедрения технологий с минимальным воздействием на окружающую среду.

Биогаз, ассоциирующийся как альтернативное сырье, продукт анаэробного брожения биомассы может быть вовлечен в процессы получения синтез-газа посредством углекислотной и пароуглекислотной конверсии. Основной проблемой для промышленного внедрения является отсутствие катализаторов, совмещающих в себе активность в обоих процессах, а также стабильность и дешевизну.

В данной работе изучены многокомпонентные катализаторы на основе Со, модифицированные добавками металла VIII-ой группы и РЗЭ, нанесенные на оксид алюминия. В составе катализаторов варьировались количества РЗЭ от 0,5 до 5 мас.% от массы катализатора. Углекислотный и пароуглекислотный риформинг биогаза проводили в проточной установке при 0,1 МПа, $V_{об} = 1000 \text{ ч}^{-1}$, $\text{CH}_4/\text{CO}_2 = 1$. Данные катализаторы показывают высокую активность в превращении биогаза в синтез-газ ($X_{\text{CH}_4} = 100$, $X_{\text{CO}_2} = 100\%$), соотношение H_2/CO в полученном синтез-газе при углекислотном риформинге равно 1,25, а при пароуглекислотном риформинге 1,48.

Разработка энергоэффективного безотходного процесса каталитического восстановления тетраоксида кремния и германия с целью получения высокочистых веществ

Кадомцева А.В., Воротынцев В.М., Воротынцев А.В.

*Нижегородский государственный технический университет
им. П.Е. Алексеева, Нижний Новгород
alena-kad@rambler.ru*

В последнее время достаточно широкое применение нашли приборы на основе Si-Ge структур, вследствие того, что транзисторы на основе этих соединений характеризуются более высоким быстродействием. Действительно SiGe- технология обеспечивает 200–300% увеличение быстродействия транзисторов при минимальном росте их себестоимости. Также на основе Si-Ge структур ведутся разработки ИС, работающих в диапазоне сверхвысоких частот, а также приборов для опто- и нанoeлектроники. В настоящее время реализация технологии получения кремния и германия связана с большими экономическими затратами, характеризуется многостадийностью и высокими энергозатратами.

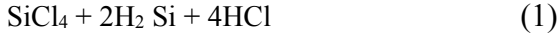
В работе рассмотрен новый метод получения германия и кремния, основанный на каталитическом восстановлении этих соединений, позволяющий сократить затраты, минуя промежуточные стадии, значительно снизив температуру проведения реакции.

Экспериментальное изучение кинетики каталитического восстановления тетраоксида германия и кремния водородом было проведено в интервале от 100 до 450 °С. Парогазовая смесь тетраоксида германия, кремния и водорода подавалась в реактор путем барботирования водорода через жидкий слой тетраоксида германия и кремния.

Было проведено квантово-химическое моделирование поверхностей различных металлов, которое показало, что вольфрам является наиболее подходящим катализатором для восстановления

тетрахлорида германия, а никель и его соли – для восстановления тетрахлорида кремния.

Были построены кинетические кривые и установлено, что при гидрировании хлоридов кремния и германия протекает многостадийная реакция.



Энтальпия образования, полученная в ходе эксперимента, для реакции (1) составила $\Delta_f H_o(298 \text{ K}) = 346,7 \text{ кДж/моль}$, что достаточно хорошо согласуется с расчетными данными ($\Delta_f H_o(298 \text{ K}) = 318,8 \text{ кДж/моль}$).

Восстановление тетрахлорида кремния водородом в присутствии катализатора на основе никеля показало, что реакция (1) протекает с 99 % конверсией по тетрахлориду кремния уже при температуре 250 °С.

Гибридные материалы на основе Pd-Ag наночастиц, стабилизированных дендримерами, как катализаторы гидрирования алкинов

Караханов Э.А., Максимов А.Л., Ятманова Н.Н., Золотухина А.В.

*Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва
anisolet@yandex.ru*

Иммобилизация металлокомплексов и наночастиц металлов на поверхности гетерогенных носителей является одним из наиболее перспективных направлений в создании высокоэффективных катализаторов, позволяя объединить достоинства традиционных как гомогенных (высокая активность, селективность), так и гетерогенных катализаторов (возможность регенерации и повторного использования) [1,2]. Особое значение приобретает использование биметаллических систем, позволяющих проводить многие каталитические процессы с более высокой скоростью и селективностью [3,4].

В настоящей работе мы исследовали влияние добавок серебра на активность и селективность наночастиц палладия, инкапсулированных в PPI дендримеры, привитые на поверхность силикагеля. Было найдено, что использование серебра в качестве компонента сплава значительно снижает активность синтезированных гибридных материалов в гидрировании алкинов, но одновременно увеличивает их селективность по алкенам в сравнении с оригинальными палладиевыми катализаторами. Линейные алкины подвергались гидрированию легче, чем фенилацетилен. Было показано, что синтезированные гибридные катализаторы на основе Pd-Ag наночастиц могут быть использованы повторно без потери активности. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-03-3153.

Литература:

- [1] *Помогайло А.Д.* Катализ иммобилизованными комплексами. // Наука. 1991. С. 448.
- [2] *Karakhanov E., Maximov A.* Metal Complexes and Metals in Macromolecules. // Wiley-VCH, Weinheim. 2003. P. 457.
- [3] *Chung Y.-M., Rhee. H.-K.* // J. Mol. Catal. A: Chem. 2003. V. 206. P. 291.
- [4] *Murata M., Tanaka Yu., Mizugaki T., Ebitani K., Kaneda K.* // Chem. Lett. 2005. V. 34. P. 273

Влияние структуры цеолита на активность катализаторов депарафинизации процесса получения дизельного топлива

Киселёва Т.П.¹, Резниченко И.Д.¹, Целютина М.И.¹, Посохова О.М.¹,
Андреева А.В.¹, Скорникова С.А.²

¹ОАО «АЗКуОС», Ангарск

²ИрГТУ, Иркутск

KiselevaTP@anhk.rosneft.ru

Получение низкокостывающих дизельных топлив высокого качества - одна из важнейших задач отечественной нефтепереработки. Для ее решения используют процессы каталитической депарафинизации и изодепарафинизации, позволяющие улучшить низкотемпературные свойства дизельных топлив. Эффективность катализаторов данных процессов определяется природой цеолитов. В работе исследовано влияние структуры цеолитов (ZSM-5, BEA, MOR) на активность катализаторов депарафинизации - ДЕП (рис. 1).

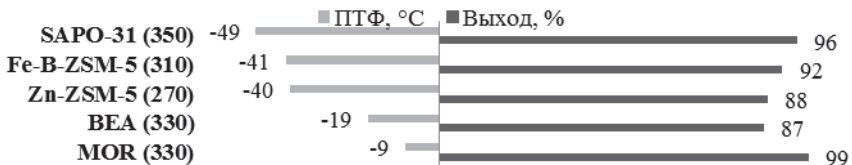


Рис.1 Влияние структуры цеолита на активность катализаторов ДЕП

Установлено, что катализаторы на основе цеолита ZSM-5 обеспечивают получение зимнего дизельного топлива в интервале температур 270-310 °C в отличие от катализаторов на основе цеолитов BEA и MOR. Известно [1], что наиболее эффективны в процессах изодепарафинизации катализаторы на основе SAPO-31, однако их промышленное производство отсутствует. Поэтому остается актуальной разработка катализаторов на основе цеолитов структурного типа ZSM-5.

Литература:

[1] Кихтянин О.В., Токтарев А.В., Ечевский Г.В., Резниченко И.Д.// Катализ в промышленности. -2003. С.33.

***N*-гидроксифталимид – перспективный катализатор процессов жидкофазного окисления алкил- и циклогексилароматических углеводов до гидропероксидов**

Кошель Г.Н., Курганова Е.А., Фролов А.С.

Ярославский государственный технический университет,

Ярославль

koshelgn@ystu.ru

Высокая эффективность органических катализаторов в реакциях функционализации органических соединений предопределяет актуальность проведения исследований, направленных на усовершенствование процессов получения крупнотоннажных продуктов нефтехимического синтеза с использованием этих катализаторов.

В этой связи изучены закономерности жидкофазного окисления широкого круга алкилароматических (изопропилбензол, этилбензол, изопропилтолуол, изпропилксилол) и циклогексилароматических (циклогексилбензол, циклогексилксилол, циклогексилтолуол, дициклогексилбензол, циклогексизопропилбензол) углеводов до гидропероксидов (ГП) в присутствии фталимидных катализаторов, таких как *N*-гидроксифталимид (*N*-ГФИ) и его производные. Установлено, что практически для всех исследованных углеводов процесс их окисления в присутствии фталимидных катализаторов протекает с высокой (20-30 % и более) конверсией и селективностью (более 90-95 %) образования ГП. Это очень важно при совершенствовании существующих и создании новых технологий синтеза гидропероксидов путем жидкофазного окисления алкилбензолов.

Изучены кинетические закономерности процесса жидкофазного окисления углеводов в присутствии *N*-ГФИ и его аналогов, обоснован механизм протекания реакции, дана оценка роли фталимидных соединений в процессе жидкофазного окисления органических соединений до ГП.

Парофазный окислительный аммонолиз толуола и его хлорпроизводных на оксидных катализаторах

Магеррамова З.Ю., Висловский В.П., Гейдарлы Н.И., Омарова Е.С.,
Мамедова Л.М., Сардарлы А.М.

*Институт химических проблем НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
afet.sardarly@gmail.com*

Разработаны научные основы процессов парофазного окислительного аммонолиза толуола и хлортолуолов на оксидных катализаторах, позволяющие осуществить промышленную реализацию производства важных народнохозяйственных продуктов – бензонитрила, о-,п-хлорбензонитрилов и 2,4-дихлорбензонитрила. Разработаны новые высокоэффективные катализаторы для процессов получения бензонитрила и его хлорпроизводных окислительным аммонолизом толуола, о-,п-хлортолуола и 2,4-дихлортолуола, по совокупности основных показателей (выход 96-98 мол.%, производительность 300-400 г/л кат.ч и др.) превосходящие существующие аналоги и обеспечивающие создание на их основе практически безотходных экологически чистых процессов получения бензонитрила и хлорбензонитрилов. Изучены физико-химические свойства $Sb-Bi-V/\gamma-Al_2O_3$ катализаторов. Спектральными исследованиями однокомпонентных, бинарных и трёхкомпонентных систем показаны возможные состояния ионов ванадия, висмута, сурьмы на поверхности $\gamma-Al_2O_3$ и фазы, образованные ионами в составе сложных каталитических систем. Выявлена корреляция активности и селективности с валентным состоянием активных компонентов.

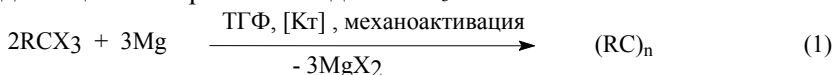
Каталитический синтез полимерных прекурсоров для получения алмазных пленок

Марочкин В.Г., Звукова Т.М., Сизов А.И., Булычев Б.М.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва
tmzvukova@yandex.ru

Для микро- и нанoeлектромеханических систем, электронных узлов с высокой плотностью монтажа, оптических покрытий и многих других приложений требуются тонкие алмазные пленки с нанокристаллическим внутренним строением. Один из перспективных подходов к получению таких пленок основан на использовании полимеров семейства поликарбина, проявляющих уникальную особенность формировать алмазную структуру при нагревании [1]. Развитию этого направления препятствует отсутствие эффективных способов получения поликарбинов, поэтому разработка новых методов синтеза этих соединений весьма актуальна.

Нами показано [2], что эффективным методом получения поликарбинов может служить каталитическая механохимическая конденсация гем-тригалогенидов RCX_3 магнием по схеме 1.



X = Cl, Br

[Кт] = CoBr₂

R = H(I), Ph(II)

Полимеры I (поли(гидридокарбин) и II (поли(фенилкарбин)), наиболее часто используемые при синтезе алмазных пленок [1], получены с высоким выходом (70-90%). В качестве катализатора (Кт) могут быть использованы соли Fe, Ni, Cu, наилучшие результаты получены с солями Co.

Работа поддержана РФФИ (грант 12-03-00857).

Литература:

[1] Nur Y., Cengiz H.M., Pitcher M.W., Toppare L.K. // *J. Mater. Sci.* 2009. V.44. P.2774.

[2] Звукова Т.М., Сизов А.И., Булычев Б.М., Гулиш О.К. // Заявка на патент РФ № 2013130915, 16.10.2013 г.

Парциальное окисление алканов в кислород- и водородсодержащие композиции

Масалимова Б.К.

*Аркалыкский государственный педагогический институт
им. И. Алтынсарина, Аркалык, Казахстан
massalimov15@mail.ru*

Окислительное превращение пропан-бутановой смеси воздухом в кислород- и водородсодержащие композиции при $T=573-873$ К и объемной скорости $330-15000$ ч⁻¹ на полиоксидных катализаторах, содержащих 1-10% Mo, Ga, Cr различного состава и соотношения, нанесенных на природные Торгайские глины. Определена оптимальная температура, объемная скорость и концентрация реагирующих газовых компонентов синтеза кислород- и водородсодержащих продуктов реакции парциального окисления природных и нефтяных газов для катализаторов с различным содержанием активной фазы на носителе [1]. Исследования проводились на установке проточного типа при атмосферном давлении в трубчатом кварцевом реакторе с фиксированным слоем катализатора. Анализ исходных веществ и продуктов реакции осуществлялся с помощью хроматографического метода на приборе «Agilent Technologies 6890N». Катализаторы охарактеризованы методами рентгенофазового анализа (РФА), электронной микроскопии (ЭМ), проведены ИК-спектроскопические исследования, осуществлено определение поверхности, пористости и элементного состава образцов. Было определено, что в процессе парциального окисления пропан-бутановой смеси при варьировании состава катализатора и времени контакта можно получить ацетон, метилэтилкетон, метанол, ацетальдегид, кротоновый альдегид, бутанол, уксусную кислоту, а также C₂-C₃ ненасыщенные углеводороды. С повышением температуры в продуктах реакции обнаружены C₂H₄, H₂, CO, CO₂. С повышением температуры выход водорода увеличивается до 89,92%. Трехкомпонентные катализаторы проявили большую активность, чем биметаллические образцы. Была определена оптимальная объемная скорость для катализаторов с различным

СЗ ЗД-31

содержанием активной фазы на носителе. При $W=450\text{ч}^{-1}$ было получено 50,9% ацетона и 38,0% метилэтилкетона на 5% MoCrGa/TbГ катализаторе. Увеличение содержания метилэтилкетона в катализате наблюдалось при снижении содержания пропан-бутана в смеси. Проведенные исследования показали, что процесс протекает в сторону окисления, окислительного дегидрирования и крекинга. Таким образом, в результате исследований при варьировании состава катализатора, содержания активной фазы, соотношения реагирующих компонентов было получено до 50,9% ацетона, 0.78% акролеина и H_2 до 90% [2].

Литература:

- [1] Досумов К., Масалимова Б.К., Тунгатарова С.А., Күзембай Қ.К. // Научно-технический сборник «Новости науки Казахстана». Национальный центр НТИ. 2009. №4. С.17-21.
[2] *Massalimova B.K.* // Известия НАН РК. 2013. №3. С.70-73.

Побочные процессы, сопровождающие гидрогенизацию замещенных нитробензолов

Меркин А.А., Романенко Ю.Е., Лефедова О.В.

*ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Иваново
physchem@isuct.ru*

В реакциях гидрогенизации нитробензолов на скелетном никеле в алифатических спиртах возможно дегидрирование растворителя. Образующийся при дегидрировании водород обладает каталитической активностью и может принимать участие в восстановлении нитрогруппы. Факт дегидрирования 2-пропанола до ацетона подтвержден экспериментально. Доказано, что при низких степенях превращения нитросоединения процесс протекает нестационарно и сопровождается ростом концентрации ацетона в объеме раствора, которая может возрастать в 4÷40 раз по сравнению с равновесной.

В таблице приведены средние значения стационарных концентраций ацетона и констант скоростей реакций гидрогенизации нитробензола (НБ), 2-нитроанизола (2НАН), 4-нитроанилина (4НА) в 2-пропаноле и его водном растворе с мольной долей спирта 0.19.

Значения стационарных концентраций ацетона и констант скоростей реакций гидрогенизации нитробензолов

соединение	2-пропанол			вода-2-пропанол, $x_2=0.19$		
	$C_{\text{ац}},$ ммоль	$k_{\text{H}_2}^0,$ с ⁻¹	$k_{\text{s}}^0,$ с ⁻¹	$C_{\text{ац}},$ ммоль	$k_{\text{H}_2}^0,$ с ⁻¹	$k_{\text{s}}^0,$ с ⁻¹
НБ	32.5	14	14	40.0	159	215
2НАН	–	14	14	29.2	45	159
4НА	2.6	10	11	7.2	195	210

Экспериментально установлено, что в большинстве случаев концентрация образующегося ацетона, тем выше, чем больше наблюдаемая скорость реакции и количество адсорбированного водорода, принимающего участие в процессе гидрогенизации. Стационарные значения концентраций ацетона также возрастают при увеличении мольной доли воды в растворителе.

Каталитическое окисление озоном лигнинсодержащих материалов в присутствии металлов переменной валентности

Митрофанова А.Н., Бенько Е.М., Лунин В.В.

*Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва
benko_elen@mail.ru*

Катализ ионами металлов переменной валентности при окислении озоном лигнинсодержащих материалов открывает новые перспективы для их деполимеризации и направленного синтеза продуктов.

Исследован широкий круг соединений – лигнин, его растворимый аналог – лигносульфонат натрия, модельные соединения лигнина гваяцильного и вератрильного ряда в реакциях с озоном в водных растворах при введении ионов Fe(II), Co(II), Mn(II).

Показано, что в зависимости от условий проведения реакции и природы катализатора реакции могут протекать по пути прямого окисления озоном, либо по радикальному механизму. Экспериментально определены и теоретически обоснованы каталитически активные формы катализатора на основе ионов переходных металлов и предложен механизм их каталитического действия в этих процессах.

Установлено, что лигнин в присутствии ионов Mn(II) окисляется не только озоном, но и ионами Mn(III), которые инициируют радикальные процессы, играющие важную роль в разрушении ароматического кольца.

При каталитическом озонировании удельный расход озона на структурную единицу лигнина возрастает с 3 до 7 за счет окисления промежуточных продуктов озонлиза лигнина - алифатических карбоновых кислот и кетокилот.

Получение акриловой и метакриловой кислот альдольной конденсацией на $\text{V}_2\text{O}_3 - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{WO}_3/\text{SiO}_2$ катализаторах в газовой фазе

Небесный Р.В., Ивасив В.В., Дмитрук Ю.В.

*Национальный университет «Львовская политехника», Львов,
Украина
nebesnyi@lp.edu.ua*

Процессы альдольной конденсации по карбонильной группе имеют большое значение в органическом синтезе, так как позволяют получать важные для промышленности вещества, в том числе и акрилатные мономеры.

Перспективным процессом является получение акриловой и метакриловой кислот методом конденсации соответствующих насыщенных кислот с формальдегидом в газовой фазе в присутствии твердых катализаторов. Для исследований данного процесса мы использовали катализаторы кислотного типа – промотировали катализатор на основе оксидов бора и фосфора оксидом вольфрама. Исследования проводили в интервале температур 563 – 683 К, время контакта – 2 - 16 с. Соотношение компонентов в катализаторе составляло $\text{V}:\text{P}:\text{W} = 3:1:(0,1 - 1,0)$.

Результаты исследований показали, что при повышении температуры конверсия реагентов возрастает, но селективность образования ненасыщенных кислот в присутствии всех исследуемых катализаторов наоборот, понижается с повышением температуры. Зависимость выхода акриловой и метакриловой кислот от температуры имеет экстремальный характер. Максимум выхода акриловой кислоты (без учета рециркуляции непрореагировавших веществ) зафиксирован на катализаторе с соотношением элементов $\text{V}:\text{P}:\text{W} = 3:1:0,3$ при температуре 653 К – 50,7 % (время контакта – 8 с), а метакриловой кислоты – на этом же катализаторе при 593 К – 44,1 % (время контакта – 12 с).

Таким образом, использование разработанных катализаторов позволяет получать акриловую и метакриловую кислоты методом конденсации с довольно высоким выходом. Данный метод может быть альтернативным при получении акрилатных мономеров.

Закономерности каталитического действия моно- и биметаллических катализаторов окисления СО

Николаев С.А., Голубина Е.В., Кротова И.Н., Мажуга А.Г.

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва
serge2000@rambler.ru*

Методами ионного обмена и пропитки получены композиты на основе частиц благородных металлов M_1 (Au, Pd) размером 3-24 нм, частиц оксидов M_2 (Zr, Ce, Ag, Cu, Ni, Mn) размером 4-20 нм и биметаллических частиц M_1 - M_2 размером 3-35 нм, осажденных на оксид алюминия. Каталитические свойства композитов измерены в реакции окисления монооксида углерода при 293 – 800 К.

Установлено, что, активность монометаллических композитов с содержанием нанесенных металлов 0.1 вес. % изменяется в ряду $Ni \approx Zr \ll Au < Mn < Pd < Ag \ll Ce < Cu$. Модификация золота или палладия в 0.1 % композитах эквимольным количеством добавок M_2 приводит к росту активности в ряду $Au-Mn < Au-Zr < Au-Ag \approx Au-Ni < Au-Ce < Au-Cu$ и в ряду $Pd-Zr < Pd-Ag < Pd-Ce \approx Pd-Mn < Pd-Cu$.

Рост весового содержания металла с 0.1 до 1 вес.% приводит к увеличению времени контакта между субстратами реакции и поверхностью катализатора, что выражается в росте конверсии СО как на моно- так и на биметаллических образцах. В Au-Ni, Au-Zr, Au-Cu и Au-Ce образцах выявлен неаддитивный рост активности. Так, в присутствии Au-Cu композита (Au=0.7 вес.%, Cu=0.2 вес.%) температура 30% конверсии СО (T_{30}) равна 423 К, что на 130 градусов ниже значения T_{30} , зафиксированного для Au катализатора (Au=0.7 вес.%) и на 100 градусов ниже значения T_{30} для Cu катализатора (Cu=0.2 вес.%). С помощью методов ПЭМ, РФА, РФЭС и XANES выявлена специфика морфологии и электронного состояния наиболее активных катализаторов. Установлено, что наиболее активные центры окисления СО должны содержать атомы золота Au в положительной степени окисления и/или атомы золота с низким координационным числом.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 13-03-00320)

Конверсия метана на цеолит-содержащих катализаторах

Нурмаканов Е.Е., Иткулова Ш.С., Закумбаева Г.Д.

*Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан
yerzhan.nurmakanov@gmail.com*

Актуальным является поиск активных и стабильных катализаторов для уголекислотной, пароуголекислотной конверсии метана в синтез-газ. Изучено множество нанесенных металлических катализаторов с использованием Ni, Co, Fe и благородных металлов, а также носителей. Применение цеолитов в качестве носителя представляет интерес вследствие их микропористой структуры, большой удельной поверхности и сродства к CO₂ как адсорбенту.

В данной работе изучены биметаллические катализаторы (Me = VI группы) нанесенные на Al₂O₃-HZSM в реакциях уголекислотной (УКМ) и пароуголекислотной конверсии (ПУКМ) метана в проточной установке при 0,1 МПа, соотношении исходной смеси CH₄:CO₂=1:1, варьировании температуры от 600 до 950°C и объемной скорости сырья V₀=1000ч⁻¹. Данные по процессам приведены в таблице 1. Основным продуктом в вышеуказанных процессах является синтез-газ. Образуются также ароматические углеводороды и следы оксигенатов в зависимости от условий процесса и применяемого катализатора.

Таблица 1. Сравнительные данные уголекислотного и пароуголекислотного риформинга метана на W-Mo/Al₂O₃-HZSM

Процесс	t, °C	Конверсия, %	
		CH ₄	CO ₂
УКМ	600	2,5	16,5
	950	49,0	64,5
ПУКМ	600	4,7	5,2
	950	55,0	66,1

**Разработка наноструктурированных
каталитических покрытий на внутренней
поверхности капиллярного микрореактора
для селективного гидрирования ацетиленовых
спиртов**

Охлопкова Л.Б.¹, Керженцев М.А.¹, Матус Е.В.¹, Просвирин И.П.¹,
Исмагилов З.Р.^{1,2}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,
Кемерово
mila65@catalysis.ru*

Объектом исследования являются биметаллические катализаторы PdZn/TiO₂ в виде порошка и покрытий на кварцевых подложках. Цель работы - разработка новых нанодисперсных биметаллических катализаторов на мезопористых покрытиях для микрореакторов селективного гидрирования ацетиленовых спиртов. В процессе работы разрабатывались методики синтеза биметаллических наночастиц PdZn, мезопористого оксида титана, наноструктурированных мезопористых покрытий TiO₂ на кварцевых подложках, катализаторов PdZn/TiO₂ в виде порошка и каталитических покрытий на внутренней поверхности кварцевого капилляра. Физико-химические свойства PdZn наночастиц, PdZn/TiO₂ образцов в виде порошка и покрытия на внутренней поверхности кварцевого капилляра были охарактеризованы комплексом методов - рентгенофазовый анализ (РФА), электронная микроскопия (ПЭМ), малоугловое рассеяние (МУРР), рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФС), термогравиметрический анализ и низкотемпературная адсорбция азота. Выявлена взаимосвязь между условиями синтеза, физико-химическими и каталитическими свойствами в реакции селективного гидрирования 2-метил-3-бутин-2-ола PdZn/TiO₂ материалов.

Работа выполнена при поддержке Президиума СО РАН (Интеграционный проект № 76).

Влияние состава Pd_xZn_{100-x} наночастиц на активность и селективность в реакции гидрирования 2-метил-3-бутин-2-ола

Охлопкова Л.Б.¹, Керженцев М.А.¹, Просвирин И.П.¹,
Исмагилов З.Р.^{1,2}

¹*Институт катализа СО РАН, Новосибирск*

²*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,
Кемерово
mila65@catalysis.ru*

Для объяснения каталитического поведения Pd в гидрировании алкинов принимают во внимание особенности взаимодействия каталитического центра с тройными и двойными связями реагентов, а также электронные и морфологические свойства металла. Высокая селективность по алкенам достигается при добавлении электронно-донорного соединения к наночастицам Pd и обусловлена увеличением электронной плотности Pd. Каталитические свойства металла можно регулировать размером [1] и стехиометрией наночастиц. Последний способ не достаточно изучен в литературе. В данной работе исследовано влияние состава активного компонента образцов Pd_xZn_{100-x}/TiO_2 на активность и селективность в реакции гидрирования 2-метил-3-бутин-2-ола. Наночастицы Pd_xZn_{100-x} , стабилизированные поливинилпирролидоном, синтезировали полиольным методом, который позволяет регулировать размер и состав биметаллических частиц [2]. Проанализировано влияние стабилизатора и условий активации на каталитическое поведение образцов. Установлено, что катализатор, приготовленный из наночастиц $Pd_{63}Zn_{34}$, проявлял наибольшую селективность при температурах восстановления 523 К и 773 К.

Работа выполнена при поддержке Президиума СО РАН (Интеграционный проект № 76).

Литература:

[1] *Silvestre-Albero J., Rupprechter G., Freund H.-J.* // J. Catal. 2006. V.240.P. 58

[2] *Okhlopko L. B., Kerzhentsev M. A., Tuzikov F.V., Larichev Y. V., Prosvirin I.P., Ismagilov Z. R.*, J. Nanopart. Res. //2012.V.14.N9:1089. doi: 10.1007/s11051-012-1089-x

Ферритосодержащие оксидные катализаторы детоксикации отходящих газов

Петров А.Ю., Синицин С.А., Нефёдова Н.В., Михайличенко А.И.

РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва

antony.petrov@gmail.com

Проанализированы современные технологии каталитической очистки отходящих газов различного происхождения. Исследован вклад различных физико-химических факторов в эксплуатационные характеристики катализатора, отмечена актуальность поиска новых материалов и соединений, как для сокращения токсичности отходящих газов, так и для снижения эксплуатационных издержек. В ходе предварительных изысканий выявлены каталитические перспективы различных оксидных систем, включающие простые, двойные и сложные оксиды ряда переходных металлов, в реакции каталитического окисления монооксида углерода до диоксида по т.н. «сухому» способу, т.е. в отсутствие дополнительно вводимого водяного пара. Дополнительные изыскания, связанные с оценкой биодegradабельности, токсичности и устойчивости к агрессивным условиям эксплуатации, указали авторам на безусловные каталитические перспективы сложных оксидов железа – ферритов.

Образцы катализаторов получали термолизом смеси органических солей железа и промоторов в интервале температур от 200 до 1500°C, для поддержания восстановительной атмосферы дополнительно вводились органические соли аммония с различной температурой разложения. Фазовый состав полученных ферритосодержащих катализаторов контролировали РФА.

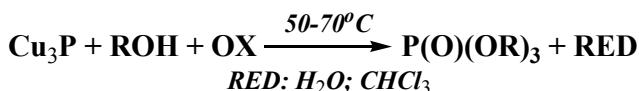
Полученные агломераты испытывали на проточной установке каталитической конверсии СО, имитируя состав дымовых газов установки каталитического крекинга. Установлено, что температура 50% конверсии СО для различных систем составила от 350 до 650°C, конверсионный максимум (85-99%) фиксировали при температурах от 500°C, для большинства испытанных систем при нагреве ферритосодержащего катализатора свыше 600°C конверсия носила количественный характер.

Автокаталитические процессы переработки фосфида меди в фосфорорганические соединения

Полимбетова Г.С., Абдреимова Р.Р., Борангазиева А.К.,
Бугубаева Г.О., Кейинбай С.

*АО «Институт органического катализа и электрохимии
 им. Д.В. Сокольского», Алматы, Казахстан
 abdreimova_r@mail.ru*

В отличие от фосфида водорода, фосфиды металлов в синтезе фосфорорганических соединений не используются [1]. Целью данного исследования является разработка низкотемпературных способов превращения фосфида меди Cu_3P в ценные эфиры кислот фосфора путем взаимодействия с различными окислителями ОХ (CCl_4 , O_2) в спиртах:



В зависимости от условий, кроме триалкилфосфата P(O)(OR)_3 образуются также диалкилфосфит P(O)H(OR)_2 и моноалкилфосфит P(O)H(OH)(OR) . Установлено, что в ходе окислительного разложения Cu_3P формируются комплексы меди(II), которые оказывают каталитическое воздействие на процессы. Нами подробно изучены кинетика и механизм, определены оптимальные условия автокаталитических процессов. Найдено промотирующее влияние добавки пиридина или хлористого водорода при использовании в качестве окислителя тетрахлорметана или кислорода, соответственно.

Исследование поддержано МНТЦ (проект К-1284).

Литература:

[1] Трофимов Б.А., Арбузова С.Н., Гусарова Н.К. // Усп. хим. 1999. Т. 68, № 3. С. 240-253.

Дезоксигенация воды в присутствии катализаторов на основе волокнистых ионитов, модифицированных гидроксидом железа

Потапова Л.Л., Черчес Б.Х., Володин А.Ю., Шункевич А.А., Егиазаров Ю.Г.

*Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь
potapova_ll@mail.ru*

Удаление растворенного кислорода из воды является одной из важных стадий водоподготовки в теплоэнергетике, микроэлектронике, пищевой промышленности. Известные катализаторы для процесса дезоксигенации воды содержат благородные металлы (Pt, Pd) на носителях.

Нами обнаружен новый экспериментальный факт – каталитическая активность гидроксида железа в реакции восстановления водородом растворенного в воде кислорода.

Был приготовлен ряд образцов катализаторов на основе волокнистых ионитов с гидроксидом железа в качестве активного компонента.

Установлено, что природа волокнистого носителя заметно влияет на активность катализатора с нанесенным гидроксидом железа: конверсия кислорода в присутствии катализатора на хелатном амфолите ФИБАН X-1 выше на ~40 отн.% по сравнению с образцом на основе волокнистого катионита ФИБАН К-4.

Причиной более высокой активности катализатора на хелатном волокнистом носителе, очевидно, является более высокая дисперсность нанесенного гидроксида, достигаемая благодаря медленному гидролизу иминодиацетатных комплексов железа.

Найдено, что активность железосодержащего катализатора на основе волокнистого хелатного ионита ФИБАН X-1 возрастает с увеличением количества нанесенного гидроксида железа до 4,2 мас.% (в расчете на металл). Остаточное содержание кислорода в воде в оптимальных условиях процесса не превышает 20 мкг/л, что соответствует отраслевому нормативу для объектов теплоэнергетики по этому показателю.

БРФФИ, проект № X13-132.

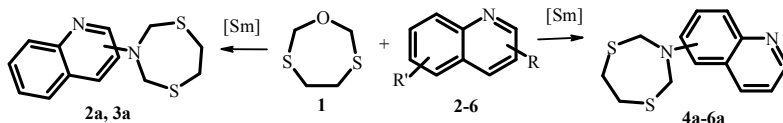
Синтез (1,5,3-дителиазепан-3-ил)хинолинов с участием $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Рахимова Е.Б., Исмагилов Р.А., Васильева И.В., Ибрагимов А.Г.,
Джемилев У.М.

Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа
rakhimovaelena@mail.ru

Ранее [1] было показано, что каталитическая рециклизация 1-окса-3,6-дителиазептана с производными анилина является эффективным методом синтеза *N*-арил-1,5,3-дителиазепанов.

В продолжение проводимых исследований в области синтеза насыщенных *S,N*-гетероциклов с потенциальной биологической активностью мы изучили рециклизацию 1-окса-3,6-дителиазептана с изомерными аминохинолинами. Установлено, что аминохинолины взаимодействуют с 1-окса-3,6-дителиазептаном **1** в присутствии 5 мол. % $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в среде $\text{EtOH}-\text{CHCl}_3$ при температуре 20 °С в течение 3 ч с селективным образованием (1,5,3-дителиазепан-3-ил)хинолинов **2а-6а** с выходами 81-96%.



2 ($\text{R} = 2\text{-NH}_2$, $\text{R}' = \text{H}$), **3** ($\text{R} = 3\text{-NH}_2$, $\text{R}' = \text{H}$), **4** ($\text{R} = \text{H}$, $\text{R}' = 5\text{-NH}_2$), **5** ($\text{R} = \text{H}$, $\text{R}' = 6\text{-NH}_2$), **6** ($\text{R} = \text{H}$, $\text{R}' = 8\text{-NH}_2$)

Структура (1,5,3-дителиазепан-3-ил)хинолинов **2а-6а** установлена на основании данных ЯМР ^1H и ^{13}C с привлечением 2D экспериментов (COSY, HSQC, HMBC, NOESY), масс-спектрометрии MALDI TOF/TOF и подтверждена методом РСА.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 13-03-12027 офи_м, 14-03-00240-а, 14-03-97023-р_поволжье_а).

Литература:

[1] Рахимова Е.Б., Васильева И.В., Халилов Л.М., Ибрагимов А.Г., Джемилев У.М. // Химия гетероциклических соединений. 2012. № 7. С. 1132.

Глубокое окисление хлорбензола на катализаторе $V_2O_5 - CuCl / \gamma-Al_2O_3$

Роздяловская Т.А., Лебедева И.И., Астафьева С.А., Чекрышкин Ю.С.

*Институт технической химии УрО РАН, Пермь
rozda@mail.ru*

Метод низкотемпературного глубокого каталитического окисления на твердофазных катализаторах с активным компонентом V_2O_5 и/или $CuCl$ на основе $\gamma-Al_2O_3$ представляет интерес как экологически безопасный способ утилизации отходов галогенсодержащих ароматических соединений.

В настоящей работе представлены результаты исследования каталитической активности твердофазного комплексного катализатора в реакции глубокого окисления хлорбензола.

Носитель ($\gamma-Al_2O_3$) получали прокаливанием при $650^\circ C$ органо-неорганического композита $C_{16}TMAVr-AlOOH$, формируемого в результате гомогенного осаждения гидроксида алюминия из нитратного раствора карбамидом в присутствии поверхностно-активного вещества $C_{16}TMAVr-AlOOH$ в гидротермальных условиях.

Активные компоненты катализаторов $CuCl$ и V_2O_5 наносили на основу последовательно методом пропитки (по 4 мас.% от массы носителя). Удельная поверхность образца катализаторов после нанесения активных компонентов равна $143 \text{ м}^2/\text{г}$. Реакцию окисления ХБ проводили в интервале температур $250-550^\circ C$; скорость подачи исходной реакционной смеси в реактор 7.0 л/ч ; объемная скорость – 1100 ч^{-1} ; концентрация ХБ в парогазовой смеси – $0,2 \text{ г/ч}$.

Показана принципиальная возможность окисления хлорбензола на нанесенных катализаторах на основе пентаоксида ванадия, и хлорида меди (I). Превращение ХБ на катализаторе начинается при температуре выше $250^\circ C$ (конверсия 12 %) и достигает 100% величины при $500^\circ C$ с высокой селективностью по CO_2 (90%).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-03-00630-а.

Превращения сероорганических соединений в процессе гидрогенизации угольных смол на катализаторах нефтепереработки

Рохина Е.Ф., Шевченко Г.Г., Рохин А.В.

*Иркутский государственный университет, Иркутск
carbon@chem.isu.ru*

В настоящей работе приведены результаты исследования изменений сероорганических соединений гидрогенизаторов тяжелой смолы полукоксования черемховского угля с содержанием $S_{\text{общ.}}$ 0,7% масс. В исходной смоле до 30% соединений серы представлены тиоэфирами, и до 40 % - производными тиофена.

При определенной степени подготовки катализаторов (применяли ряд катализаторов нефтепереработки) на первой ступени каталитической деструктивной гидрогенизации на проточных микроустановках процесс протекает без снижения их активности до пяти тысяч часов, содержание $S_{\text{общ.}}$ снижалось на 30-40% (на катализаторе НВС и др.). При дальнейшей гидрогенизации на 2-й ступени при более высокой температуре содержание общей серы удалось снизить до 0,04% и 0,09% соответственно на катализаторах ГКМ-21 и НВСА. Соединения серы в гидрогенизатах представлены тиоэфирами, преимущественно диалкилсульфидами в отличие от диарилсульфидов и алкиларилсульфидов в исходной смоле.

Таким образом, содержание общей серы в гидрогенизатах угольных смол уменьшается в 10-15 раз без снижения активности катализаторов и свидетельствует об эффективности процесса их гидрогенизации цель которой - производство сырья для нефтепереработки и нефтехимии, в том числе получения топлив.

Фотокаталитическое разложение органических соединений на поверхности материалов с внедренным диоксидом титана

Салыхова М.А.¹, Абдуллин И.Ш.¹, Карасева И.П.², Пухачева Э.Н.²,
Уваев В.В.²

¹*ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань*

²*ОАО «Казанский химический научно-исследовательский институт», Казань*
milya_salyah@mail.ru

В современной жизни возрастают требования к условиям жизнедеятельности человека, обеспечению средствами защиты от химических, биологических факторов, к качеству воздуха помещений и профилактике болезней, передающихся воздушно-капельным путем, снижению технологической нагрузки на окружающую среду. Одним из путей решения этой задачи является использование фотокаталитической технологии очистки воздуха в замкнутых помещениях, обеззараживания твердых поверхностей с использованием материалов, содержащих диоксид титана анатазной модификации, при облучении ультрафиолетовым светом. Разработанные нами материалы фильтрующего и изолирующего типа с внедренным фотокаталитически активным нанодисперсным диоксидом титана анатазной формы обеспечивают разложение вредных и токсичных химических соединений за счет высокой окислительной способности при облучении ультрафиолетовым светом. Разложение токсичных химических веществ на поверхности материала с внедренным фотокатализатором происходит без применения специальных дегазирующих растворов, т.е. в результате самодегазации.

Гидроалкоксикарбонилирование октена-1 монооксидом углерода и спиртами в присутствии систем $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4\text{-PPh}_3\text{-P}$ (P – промоторы кислотного характера)

Суербаев Х.А., Жаксылыкова Г.Ж., Кален А.М.

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан
aza.kalen_91@mail.ru*

Гидроалкоксикарбонилирование олефинов монооксидом углерода и спиртами в условиях гомогенного катализа металлокомплексами является эффективным способом синтеза сложных эфиров карбоновых кислот, которые находят широкое практические применение.

Нами исследована каталитическая активность систем $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4\text{-PPh}_3\text{-P}$ (где P-различные промоторы кислотного характера: TsOH , H_2SO_4 , HCl , CH_3COOH , CF_3COOH , CCl_3COOH , AlCl_3 , AlBr_3) в реакции гидроэтоксикарбонилирования октена-1 при низких давлениях монооксида углерода ($\leq 2,0$ МПа). Эксперименты проводили в лабораторной установке автоклавного типа без применения растворителей в оптимальных условиях, найденных для реакции гидроэтоксикарбонилирования гептена-1 в присутствии системы $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4\text{-PPh}_3\text{-TsOH}$ ($P_{\text{CO}}=2,0$ МПа, $T=100^\circ\text{C}$, $\tau=5$ ч.). Установлено, что комплекс $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ и система $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4\text{-PPh}_3$ каталитической активностью не обладают, а система $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4\text{-TsOH}$ проявляет умеренную каталитическую активность. Из всех изученных трехкомпонентных систем наибольшую каталитическую активность проявляют системы $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4\text{-PPh}_3\text{-AlCl}_3$ и $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4\text{-PPh}_3\text{-TsOH}$. Найдены оптимальные параметры проведения процесса. Реакция протекает с образованием линейного и разветвленного продуктов, соотношение которых определяли методом ГЖХ. Выходы целевых продуктов составляли 23-94%.

Особенности адсорбции изобутана и изобутена на цеолитах Y, ЦВМ, Бета

Сухорebroва О.А., Кипнис М.А., Герзелиев И.М.

*Институт нефтехимического синтеза РАН, Москва
sukhorebrova@ips.ac.ru*

Исследования по разработке экологически чистого процесса твердокислотного алкилирования являются актуальными [1]. В связи с этим при комнатной температуре изучена адсорбция изобутана и изобутена на ряде цеолитов (NaY, La-Ca-Y, ЦВМ, Бета) по методике [2]. Установлено, что адсорбция изобутана носит в основном физический характер (слабая хемосорбция), тогда как изобутен адсорбируется прочно. Повышение температуры дегидратации цеолита La-Ca-Y не влияет на характер адсорбции изобутана, но сильно влияет на адсорбцию изобутена (рис.1), что согласуется с данными [3].

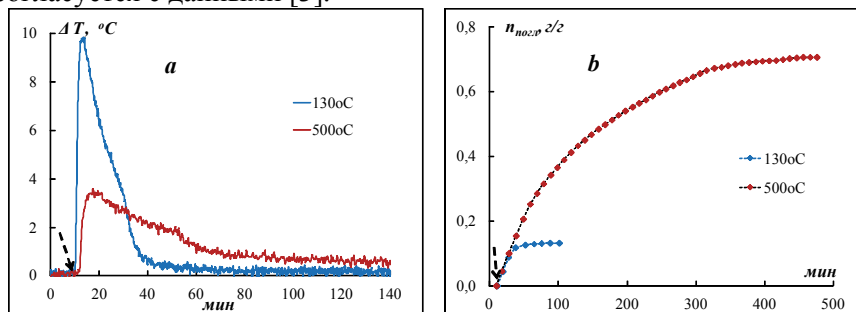


Рис. 1 Влияние температуры дегидратации цеолита La-Ca-Y на адсорбцию изобутена: (а) динамика разности температур в слое и над слоем (ΔT), (б) динамика накопления изобутена. Стрелкой отмечена смена азота на смесь 2% изобутена в азоте.

Для исследованных цеолитов установлена корреляция адсорбции изобутана с их удельной поверхностью. В случае изобутена выявлена корреляция теплового эффекта адсорбции и количества поглощенного изобутена с кислотностью цеолитов.

Литература:

[1] И.М. Герзелиев и др.// Нефтехимия. 2009. № 1. С.1.

[2] М.А. Кипнис и др.// Журнал физической химии. 2013. Т. 87. № 5. С.868

[3] J. Huang et al.// Microporous and Mesoporous Materials. 2007. V. 104. P.129

Изомеризация гептана в присутствии нанесенных гетерополикислот

Удалова О.В., Быховский М.Я., Шашкин Д.П., Корчак В.Н.

*Институт химической физики РАН, Москва
olga_udalova@mail.ru*

В настоящей работе были разработаны способы приготовления и синтезированы катализаторы на основе гетерополикислот (ГПК), нанесенных на различные носители, в числе которых двуокись титана, гамма, тета и альфа окись алюминия, двуокись циркония, силикагель и молекулярные сита ZSM-5 с модулем 400. Количество нанесенного ГПС составляло для всех образцов 20%. Помимо ГПК на все образцы было нанесено 0,5% Pt. Для нанесения использовали следующие ГПК: фосфорвольфрамовая кислота $H_3[PW_{12}O_{40}]$, фосформолибденовая кислота $H_3[PMo_{12}O_{40}]$, кремневольфрамовая кислота $H_4[SiW_{12}O_{40}]$, кремнемолибденовая кислота $H_4[SiMo_{12}O_{40}]$.

Каталитические свойства полученных образцов оценивали по выходу продуктов реакции изомеризации гептана в интервале температур 170 - 360°C. Результаты испытаний показали, что все образцы катализаторов, можно разделить на две группы. Это группа низкотемпературных катализаторов, с максимальной активностью при 195 - 205°C и группа высокотемпературных катализаторов, с максимальной активностью около 350°C. Максимальный выход продуктов изомеризации составлял 35% и 50% для первой и второй групп катализаторов соответственно.

В первую группу входят катализаторы, полученные нанесением вольфрамсодержащих кислот на любой из испытанных носителей, за исключением окиси алюминия. Ко второй группе относятся катализаторы, полученные нанесением на TiO_2 молибденсодержащих кислот, а также катализаторы, полученные нанесением вольфрамсодержащих кислот на Al_2O_3 .

Исследованные каталитические системы перспективны для разработки новых катализаторов изомеризации n-алканов.

Гетерополикислоты – эффективные катализаторы комплексной трансформации полисахаридов

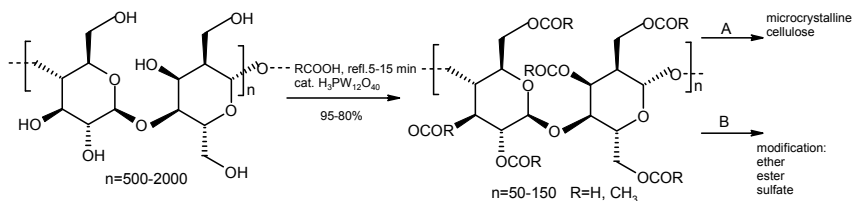
Удоратина Е.В., Торлопов М.А., Демин В.А.

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
udoratina-ev@chemi.komisc.ru*

Гетерополикислоты, известные экологически безопасные, экономически приемлемые катализаторы гомогенных и гетерогенных реакций кислотного типа, являются перспективными реагентами для трансформации растительных полисахаридов.

Разработан новый метод одnoreакторного синтеза производных растительных полисахаридов с использованием гетерополикислот структуры Кеггина, выполняющих роль бифункциональных катализаторов при использовании в органических средах. В результате кратковременного каталитического воздействия гетерополикислоты в среде низших карбоновых кислот на макромолекулу полисахаридов наблюдается ее деструкция с одновременной этерификацией, в результате которой получены производные полисахаридов с регулируемыми значениями молекулярной массы и степени замещения.

Получаемые порошковые материалы являются реакционно-способными полупродуктами для выработки высококачественной микрокристаллической целлюлозы или получения в гомогенных реакционных средах разнообразных производных целлюлозы (сульфатов, простых эфиров, дезоксицеллюлоз).



Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Программы ОХНМ РАН № 3, проект 12 – Т – 3 – 1026 «Функционализация биополимеров химическими и физико-химическими методами для создания новых композиционных материалов»

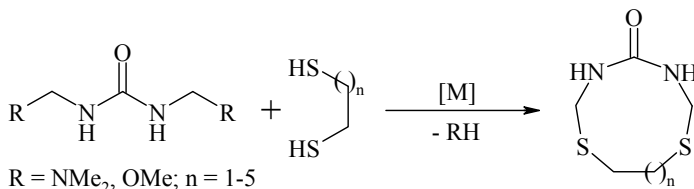
Синтез 1,7-дитиа-3,5-диазацicloалкан-4-онов с участием Cs-содержащих катализаторов

Хайруллина Р.Р., Генятова А.Р., Ибрагимов А.Г., Джемилев У.М.

*Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа
reginessa@mail.ru*

Согласно [1], каталитическое аминотилирование алкиламинов с помощью *N,N'*-бис(диметиламинометил)(тио)карбамида селективно приводит к построению алкилзамещенных 1,3,5-триазиан-2-онов и 1,3,5-триазиан-2-тионов.

В продолжении исследований, направленных на разработку эффективных способов синтеза 1,7-дитиа-3,5-диазацicloалкан-4-онов, перспективных в качестве биологически активных соединений, нами изучена реакция производных карбамида [*N,N'*-бис(диметиламинометил)карбамид и *N,N'*-бис(метоксиметил)карбамид] с α,ω -алкандитиолами с участием гомогенных и гетерогенных Cs-содержащих катализаторов.



Обсуждается вероятный механизм образования 1,7-дитиа-3,5-диазацicloалкан-4-онов циклотиметилированием производных карбамида с α,ω -алкандитиолами с участием Cs-содержащих катализаторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 13-03-12027 офи_м, 14-03-00240_a, 14-03-97023 р_поволжье_a и 14-03-31360 мол_a).

Литература:

[1] Хайруллина Р.Р., Генятова А.Р., Ибрагимов А.Г., Джемилев У.М. // Журн. Орган. Химии. 2013. С.918.

Каталитические свойства TiO_2 в реакции разложения пероксида водорода и окисления 4-третбутилфенола водными растворами H_2O_2

Харрасов Р.У., Еникеева Л.В., Талипова Р.Р., Кутепов Б.И.,
Губайдуллин И.М.

*Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа
xarrasov2010@yandex.ru*

Известно [1], что смешанные оксиды типа TiO_2-SiO_2 на сегодняшний день являются лучшими системами для мягкого селективного окисления ароматических соединений и замещенных фенолов водными растворами H_2O_2 . Однако, в литературе отсутствуют данные о каталитических свойствах TiO_2 в вышеуказанных реакциях.

В работе исследованы каталитические свойства образцов TiO_2 , полученных гидролизом $TiCl_4$ в аммиачно-спиртовом растворе с последующими стадиями отмыва от NH_4Cl и термообработки при различных температурах (100-700°C), в реакциях разложения H_2O_2 и окисления 4-третбутилфенола (4-ТБФ) водными растворами H_2O_2 .

На основе полученных данных рассчитаны энергии активации и кинетические константы изученных реакций.

Показано, что условия термообработки образцов TiO_2 существенно влияют как на конверсию 4-ТБФ, так и на состав продуктов реакции. Кроме того, сделан вывод, что образцы с температурой прокали выше 350°C потенциально способны катализировать реакцию окисления 4-ТБФ водными растворами H_2O_2 с образованием целевого продукта реакции ТБПК, однако селективность его образования в изученных условиях низкая.

Литература:

[1] *Damien P., Debecker, Vasile Hulea, P. Hubert Mutin //Appl. Catalysis A: General 451 (2013)-P.192-206.*

Гетерогенно-каталитическое окисление 4-третбутилфенола водными растворами H_2O_2

Харрасов Р.У., Талипова Р.Р., Кутепов Б.И.

*Институт нефтехимии и катализа РАН, г. Уфа
xarrasov2010@yandex.ru*

Селективное окисление 4-трет-бутилфенола (4-ТБФ) водными растворами H_2O_2 в присутствии металлосиликатных катализаторов можно рассматривать как перспективный способ получения 4-трет-бутилпирокатехина (4-ТБПК), который является одним из известных ингибиторов ряда пространственно-затрудненных фенолов и находит широкое применение в качестве ингибитора полимеризации диеновых углеводородов, стабилизаторов полимерных материалов.

В данной работе исследовано влияние типа металлосиликата на конверсию 4-ТБФ и селективность образования 4-ТБПК в реакции гетерогенно-каталитического окисления 4-ТБФ водными растворами H_2O_2 .

Катализаторы, представляющие собой смешанные оксиды типа $\text{MO}_2\text{-SiO}_2$ (где М – Ti^{4+} , Zr^{4+} , Hf^{4+} , Sn^{4+}), синтезировали путём смешения и гомогенизации олигомерных эфиров ортокремниевой кислоты со спиртовыми растворами солей соответствующих металлов (хлориды, нитраты), с последующими стадиями нейтрализации водными растворами аммиака, сушки и термообработки при $550^\circ\text{C}/4$ ч.

Установлено, что максимальные значения конверсии 4-ТБФ (70%) и селективности образования 4-ТБПК (60%) получены в присутствии титаносиликатного катализатора. В присутствии Zr-силиката конверсия 4-ТБФ составила 30%, селективность образования 4-ТБПК – 50%. Образцы Sn- и Hf-силикатов проявили низкую активность (конверсия 4-ТБФ не более 10%).

Прямое парциальное окисление алканов C₁–C₄ в условиях гомогенного катализа

Чепайкин Е.Г.¹, Безрученко А.П.¹, Менчикова Г.Н.¹,
Моисеева Н.И.², Гехман А.Е.²

¹*Институт структурной макрокинетики и проблем
материаловедения РАН, Черноголовка*

²*Институт общей и неорганической химии РАН, Москва
esher@ism.ac.ru*

Переход от сырьевой экономики к перспективным технологиям предполагает широкое включение природного и попутного нефтяного газов в процессы синтеза ключевых продуктов химии и нефтехимии. Привлекательными представляются процессы прямого окисления. Гетерогенный катализ не обеспечивает приемлемой селективности из-за протекания реакций глубокого окисления [1]. Окисление алканов в мягких условиях связано с активацией инертной связи C–H и превращением O₂ в двухэлектронные окислители [2].

Мы разрабатываем каталитические системы для активации и прямого окисления алканов путем использования аналогий с принципами действия метанмонооксигеназы. Каталитические системы содержат катализатор активации алкана (соединение Rh или Pd) и сокатализатор (соединения I, Cu, Fe). Сокатализатор в восстановленной форме превращает O₂ в H₂O₂ и регенерируется под действием CO или H₂ (или их смеси). Роль катализатора состоит в активации связи C–H и восстановителя (CO, H₂). Каталитические системы наиболее эффективно действуют в водной трифторуксусной кислоте. Кинетическими и изотопными методами изучены механизмы действия предложенных систем.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 12-03-00458.
Литература:

[1] Арутюнов В.С., Крылов О.В. // Окислительные превращения метана. М. Наука. 1998. с.162, 185.

[2] Чепайкин Е.Г.// Успехи химии. 2011. Т. 80. № 4. С. 384.

Дегидратация метилового эфира молочной кислоты до акриловой кислоты

Чернышев Д.О., Суслов А.В., Князев Д.С., Варламова Е.В.,
Староверов Д.В., Козловский Р.А., Сучков Ю.П., Швец В.Ф.

*Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева, Москва
stardv@muctr.ru*

В рамках концепции устойчивого развития замена нефтегазового сырья на возобновляемые ресурсы рассматривается как перспективное направление эволюции промышленного органического синтеза. В частности, получение акриловой кислоты может базироваться на молочной кислоте, продукте переработки углеводного сырья. Основной проблемой в реализации такой технологии является разработка эффективных катализаторов дегидратации лактатных производных.

Исследована дегидратация метиллактата на кальций-фосфатно-силикатных контактах [1]. В качестве прекурсоров кальций-фосфатного компонента использовали гидро-, дигидро- и пирофосфаты кальция. Методом рентгенофазового анализа показано, что все они в процессе приготовления катализатора переходят в пирофосфатное состояние, и эта форма сохраняется при проведении дегидратации метиллактата в стационарном слое.

В процессе дегидратации производительность катализатора снижается, но потеря активности полностью компенсируется в результате окислительной регенерации катализатора. При этом вновь воспроизводится пирофосфатная форма кальций-фосфатной составляющей.

Важным фактором является соотношение фосфатного и силикатного компонентов катализатора. Оптимальная селективность дегидратации метиллактата – 48,8% при конверсии 74,7% – достигается при температуре 390 °С на катализаторе с массовым соотношением $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7/\text{SiO}_2 = 80/20$.

Литература:

[1] *Jong-Min Lee e. a. // Catalysis Communications. 2010. V. 11. P. 1176*

Устройство для детоксикации выхлопных газов дизельного двигателя в закрытых помещениях

Шаченкова Л.Н., Потапова Л.Л., Егиазаров Ю.Г.

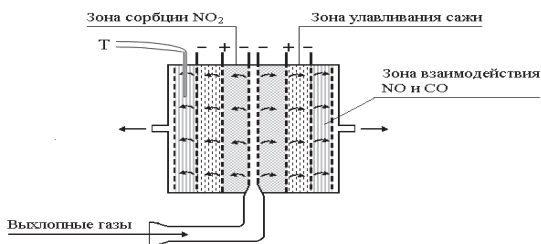
*Институт физико-органической химии НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
sln13102005@mail.ru*

Известные устройства для удаления из выхлопных газов автомобильного двигателя газообразных токсичных компонентов и сажи включают, как правило, благородные металлы в качестве активных компонентов каталитической системы. Они дороги и имеют небольшой срок службы.

Целью работы было создание переносного устройства с каталитически активным фильтрующим элементом, не содержащим драгметалла, для удаления из выхлопных газов сажи, СО и NO_x.

В результате выполненных исследований разработан катализатор восстановления NO оксидом углерода, содержащий хромит меди, оксиды хрома, меди и железа на γ -Al₂O₃, а также поглотитель NO₂ на основе активированного кокосового угля, модифицированного щелочным агентом.

Разработана конструкция сорбционно-каталитического устройства для детоксикации выхлопных газов дизельного двигателя транспортных средств, используемых в закрытых производственных помещениях. Выхлопные газы проходят последовательно три секции, расположенные коаксиально в цилиндрическом корпусе: сорбции NO₂, улавливания сажи и каталитического восстановления NO оксидом углерода.



Изготовлен макет сорбционно-каталитического устройства и успешно испытан в рабочем режиме автомобиля с дизельным двигателем.

**Исследование реакции окислительного
аммонолиза 4-фенокситолуола над V-Sb/Al₂O₃-
оксидным катализатором импульсным режиме**

Шейнин В.Е., Гусейнов И.А., Искендерова Н.М., Сардарлы А.М.,
Джалилов Ф.Ш.

*Институт химических проблем НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
afet.sardarly@gmail.com*

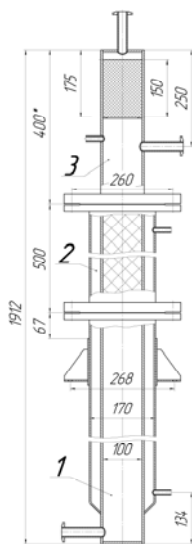
Исследовано взаимодействие 4-фенокситолуола с аммиаком на поверхности нанесённых на оксид алюминия оксидов ванадия и сурьмы в импульсном режиме. Установлено, что в реализованных условиях эксперимента при напусках импульсов реакционной смеси на поверхность катализатора, активная масса которого содержит оксид сурьмы, существенное превращение 4-фенокситолуола отсутствует. Взаимодействие же импульсов реакционной смеси с поверхности V₂O₅/γ-Al₂O₃ катализатора приводит к нежелательному росту избирательности по продуктам глубокой окислительной деструкции. Суммарная скорость и избирательность по целевому продукту реакции - 4- фенокситолуола заметно возрастают в присутствии бинарных V-Sb/Al₂O₃ оксидных контактов. Сопоставление полученных спектров ТПВ V-Sb – содержащих образцов катализаторов с данными по их взаимодействию с импульсами 4-фенокситолуола в смеси с аммиаком показало, что образующиеся на поверхности контактов совместные оксидные соединения V и Sb проявляют свойства активных центров, избирательно катализирующих реакцию окислительного аммонолиза 4-фенокситолуола в 4-феноксibenзонитрил.

Разработка конструкции колонны каталитической деструкции органических компонентов жидких радиоактивных отходов

Апальков Г.А.

ФГУП «Горно-химический комбинат», Железногорск
glebaldo@mail.ru

Очистка от ^{60}Co жидких радиоактивных отходов (ЖРО), содержащих комплексообразующие агенты и поверхностно-активные вещества, с полнотой удаления радионуклида из раствора ниже уровня вмешательства (УВ), требует наличия в технологическом процессе стадии полного окисления органических компонентов ЖРО (с остаточным содержанием не более 100 мкг/л). Каталитическая окислительная деструкция на твердофазном катализаторе органических компонентов ЖРО позволяет достичь их степени разложения более 99,99% с использованием окислительных систем совместно с перекисью водорода в широком диапазоне рН, солесодержания, в технологически пригодном режиме (скорость потока 7-15 колон.об./ч, время контакта 55-130 с, температурный режим 47,5-80°C). С целью



оценки возможности использования каталитической деструкции в технологии очистки ЖРО от ^{60}Co предложен аппарат колонного типа. Аппарат состоит из: зоны ламинаризации потока (1), в которой происходит нагрев раствора до заданной температуры; зоны каталитического окисления (2), заполненной слоем катализатора; зоны газоотделения (3). Отсеченный сетчатыми перегородками катализатор уплотняется до получения объема порового пространства 5-12% об. от насыпного объема, турбулентное перемешивание в котором достигается за счет интенсивного газовыделения. Используемый катализатор [Заявка на изобретение № 2014105439 от 13.02.2014] и способ его уплотнения обеспечивают интенсивность гетерогенного взаимодействия 1 мл раствора с 46,4-99,4 м² катализатора за 1 минуту. При объеме насыпного слоя катализатора 3,9 л производительность колонны составляет 655-1400 л/сут.

Разработка процесса гидрирования этил-винилацетиленовых углеводородов в факельных газах

Бикмурзин А.Ш.², Ильясов И.Р.¹, Ламберов А.А.¹

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

²ОАО "Нижнекамскнефтехим", Нижнекамск

BikmurzinAS@nknh.ru

На заводе «Этилен» ОАО «Нижнекамскнефтехим» в процессе производства 1,3-бутадиена экстрактивной ректификации образуются побочные продукты отдувочные газы этил-винилацетиленового концентрата C₄-углеводородов в количестве до 1 тонны в час (8000 тонн в год), содержащие до 30 % масс ацетиленовых примесей, 43 % масс олефинов и до 7,0 % масс 1,3-бутадиена. Ввиду повышенной концентрации винилацетилена и отсутствия на заводе «Этилен» ОАО «Нижнекамскнефтехим» процесса переработки данной фракции, отдувочные газы сжигаются на факеле.

Уменьшение энергоемкости данного процесса и увеличение выхода 1,3-бутадиена возможно с применением процесса гидрирования в присутствии нанесенного на оксид алюминия палладиевого катализатора.

Осуществление процесса гидрирования отдувочных газов этил-винилацетиленового концентрата позволит исключить сжигание на факеле ценных углеводородов с последующим возвратом в процесс выделения экстрактивной ректификации продуктов гидрирования - 1,3-бутадиена и бутенов нормального и изо- строения или бутана с дальнейшим его использованием в качестве сырья пиролиза.

Целью работы является разработка технологической схемы гидрирования этил-винилацетиленовых углеводородов факельных газов в присутствии нанесенного на оксид алюминия палладиевого катализатора, с рециклом гидрогенезата на смешение с исходным потоком этил-винилацетиленового концентрата.

Используя данные пилотных испытаний катализатора модельной установки в промышленных условиях проведена разработка технологической схемы и задание на проектирование

С4 ЗД-02

газофазного процесса гидрирования этил-винилацетиленовых углеводородов факельных газов на промотированном кобальтом катализаторе.

Реализация данной схемы может обеспечить получение дополнительного: 1,3-бутадиена в количестве до 1700 тонн в год; или бутенов до 6500 тонн в год; или бутана до 7500 тонн в год.

Применение катализаторов на сетчатых носителях для дожигания промышленных выбросов органических загрязнителей

Бокий В.А.

ООО «Термокем», Черноголовка
thermochem@yandex.ru

ООО «Термокем» является разработчиком и производителем гетерогенных катализаторов с поверхностным нанесением активной металлической фазы (платина, палладий, хром, кобальт, никель и др.) Имеется собственное промышленное производство. Продукция представляет собой каталитически активную сетку шириной до 1м. Катализатор производится на сетчатых носителях – металлических и кремнеземных.

Применение сетчатых катализаторов с малым содержанием активной фазы (не более 0,5% масс.) эффективно при каталитическом дожигании выбросов органических загрязнителей высокой концентрации (более 1,5г/м³ воздуха; температура дожигания ~ 400°С). При этом по химическому составу загрязнители могут быть как одно-, так и многокомпонентными. Для эффективной работы каталитического узла и удобства его обслуживания нами разработано устройство для термокаталитической очистки газовых выбросов [патент РФ №2460016]. Рабочий ресурс катализатора составляет не менее 15000 часов при степени очистки не менее 95%.

В настоящее время введены в эксплуатацию 2 установки каталитического дожигания на агрегатах полимерных покрытий (ООО «Алкотек», г. Калуга – 2011г.; ООО «Алхан», г. Одинцово – 2014г.) мощностью 10тыс. м³/час грязного воздуха с концентрацией органических загрязнителей до 8 г/м³. Ведутся работы по строительству еще двух установок мощностью до 70тыс. м³/час и концентрацией загрязнителей до 12 г/м³.

Литература:

[1] Бокий В.А.//Катализ в промышленности. 2012. №3. С.62

Активация многокомпонентного катализатора окислительного аммонолиза метилпиридинов

Гаджиев Г.Н., Гасан-заде Г.Г., Мамедова И.Г.

*Институт химических проблем НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
hacigurban@mail.ru*

Опыты показывают, что активность многокомпонентных оксидных катализаторов в реакции образования цианпиридинов окислительным аммонолизом метилпиридинов достигает стабильного уровня только после длительной (около 180-200 часов) разработки (активации) в реакционной среде, что приводит к значительной потере исходного сырья. В данной работе изучено влияние состава реакционной среды и температуры на активацию многокомпонентного оксидного катализатора окисления метилпиридинов в присутствии аммиака. Обработка свежеприготовленного катализатора аммиачно-воздушной смесью активируют его значительно эффективнее, чем реакционная смесь. Метилпиридин-гелевая и метилпиридин-воздушная смеси не оказывают такого действия на катализатор, и наблюдается лишь его зауглероживание. При увеличении содержания аммиака в аммиачно-воздушной смеси от 5 до 20 моль% (обработка 8 часов при 720 К) время активации катализатора в процессе сокращается от 120 до 60 часов. Действие аммиачно-гелевой смеси, содержащей 5 моль % NH_3 , в течении того же времени приводит к такой же активации катализатора, что и обработка аммиачно-воздушной смесью, содержащей 20 моль% NH_3 . При понижении температуры обработки ниже 6800К время активации возрастает 1,5-2,5 раза. Таким образом, эффективность активации определяется содержанием в активирующей газовой смеси аммиака, его количеством, температурой и временем обработки катализатора.

Переработка тяжелой смолы пиролиза производства ЭП-300 с целью получения высококачественного кокса

Ибрагимов Х.Д., Рустамов М.И., Ибрагимова З.М., Касумова К.М.,
Касумова Г.Ф., Кольчикова И.В.

*Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
kenul.qasimova@gmail.com*

В связи с растущим спросом многих отраслей промышленности на различные марки кокса в настоящее время рациональное использование не имеющих целесообразного применения сырьевых запасов для повышения эффективности их производства, а также улучшения качественных показателей производимого кокса являются одними из важнейших задач нефтехимической промышленности.

Нами проведена комплексная каталитическая переработка малоизученной и практически не имеющей в республике областей применения тяжелой смолы пиролиза (ТСП) по безотходной технологической схеме с последующим отделением очищенной от непредельных соединений нафталиновой фракции и получением игольчатого кокса. Для осуществления поставленных задач предложены эффективные биметаллические каталитические комплексы (БКК) на основе металлического алюминия, 1,2-дихлорэтана и хлоридов различных переходных металлов (Fe, Mn, Ni). Олигомеризат после отделения нафталиновой фракции был подвергнут процессу замедленного коксования при температуре 460°C, в течение 420 мин. Эксперименты показывают, что при коксовании каталитически не обработанной ТСП образуется 15,6% (мас.) кокса, в то время как при коксовании ТСП, каталитически обработанной в присутствии БКК выход кокса составляет 39,8% (мас.).

Продукты коксования тяжелой смолы пиролиза исследованы методами РФА, СЭМ и РФМ. Показано, что каталитическая обработка ТСП оказывает положительное воздействие на формирование структуры образовавшегося кокса, причем, при коксовании обработанных образцов ТСП образуются углеродные частицы гранулированной структуры с гладкой и однородной поверхностью.

Исследование углеродистых отложений на платиносодержащих катализаторах изомеризации

Казбанова А.В.¹, Кузнецова Л.И.¹, Тарасова Л.С.², Кузнецов П.Н.¹

¹Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск

²Красноярский научный центр СО РАН, Красноярск

kuznetsov-petr@rambler.ru

В настоящей работе представлены результаты исследования углеродистых отложений, образующихся на поверхности Pt/WO₄²⁻/ZrO₂ катализатора в процессе изомеризации смеси н-гептана с бензолом.

Процесс изомеризации смеси н-гептана с бензолом проводили на Pt/WO₄²⁻/ZrO₂ катализаторе, с содержанием вольфрамат-анионов 17,6 моль. %. Реакцию осуществляли на автоматизированной установке VI-CATflow4-2(A) с проточным реактором в присутствии водорода при атмосферном давлении и вариации температуры от 200 до 280 °С.

Анализ углеродистых отложений на катализаторе после изомеризации проводили с помощью синхронного термоанализатора STA 449 *Jupiter* (фирма NETZSCH) с одновременным измерением изменений массы, тепловых потоков и состава выделяющихся газов.

Установлено, что на Pt/WO₄²⁻/ZrO₂ катализаторе изомеризация смеси н-гептана и бензола эффективно осуществляется при температурах 200-225⁰С. С увеличением температуры степень превращения бензола заметно снижается. При исследовании отработанных Pt/WO₄²⁻/ZrO₂ методом дифференциальной сканирующей калориметрии при программированном нагреве в токе воздуха установлено, что с увеличением температуры реакции гидроизомеризации возрастает количество углеродистых отложений на поверхности катализатора и повышается температура их выгорания при регенерации. Разный характер выгорания отложений связан как с их составом, так и с местом локализации на поверхности бифункционального катализатора.

Достижения процесса каталитического крекинга в нефтеперерабатывающей промышленности Азербайджана

Касумзаде Э.А., Гусейнова А.Дж., Исмаилова Х.Ю.

*Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева
НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
elmira1123@rambler.ru*

Азербайджан находится в центре внимания как один из нефтяных центров мира. Здесь, кроме нефтяной промышленности также развилось одно из ее направлений - процесс каталитического крекинга.

Технология каталитического крекинга 90-х годов впитала почти 70-80 летний опыт развития этого процесса, который определялся прежде всего требованиями рынка и технико-экономическими показателями нефтеперерабатывающих предприятий. К факторам, позволившим процесс каталитического крекинга занять и прочно удерживать ведущее место среди вторичных процессов нефтепереработки, можно с уверенностью отнести его многоцелевое назначение, постоянное совершенствование технологии, процесс и производство катализаторов.

Для решения этих задач необходимо увеличить вес каталитических процессов, которые позволят получить высококачественные моторные топлива с вовлечением тяжелых видов нефтяного сырья.

К числу таких процессов относится каталитический крекинг, риформинг, гидрокрекинг, гидроочистка, коксование, причем ведущая роль в улучшении качества автомобильных бензинов, и их ресурсов принадлежит процессу каталитического крекинга, который позволяет получить из тяжелых видов нефтяного сырья, как компоненты автомобильного бензина, дизельного топлива, так и реакционноспособные газообразные углеводороды для нефтехимии.

Достижения, полученные в конце 20-го и начала 21-го веков в процессе каталитического крекинга, можно обосновать 70-80 летним стажем развития, развитием рыночной экономики и технико-экономическими показателями нефтеперерабатывающих предприятий. Опираясь на этот факт, следует, что для повсеместного использования

С4 ЗД-07

процесса вторичной нефтепереработки требуется постоянное усовершенствование технологии и катализаторов этого процесса.

Основными стадиями развития процесса каталитического крекинга являются следующие:

- Разработка цеолитсодержащих катализаторов
- Гидроочистка сырья
- Регенерация катализатора посредством полного сгорания CO до CO_2 в регенераторе.

Азербайджанские ученые В.С. Алиев, В.С. Гутыря, Д.А. Гусейнов, М.И. Рустамов, Ф.И. Зейналов и другие развили процесс каталитического крекинга в «кипящем слое» на гранулированном мелкодисперсном катализаторе, который в дальнейшем был внедрен в промышленность. В этой модели в систему с частицами катализатора, которые находятся в «кипящем слое», добавляется поток газа и пара, который делает этот процесс более эффективным.

Дальнейшие исследования, проведенные М.И. Рустамовым привели к системе с полусквозным и восходящим потоком катализатора, которые позволяют повысить селективность процесса, улучшить качество полученного бензина, создать агрегаты большой мощности и крекировать тяжелое нефтяное сырье.

Впервые под руководством академиков В.С. Алиева и М.И. Рустамова разработана новая технология получения неэтилированного высокооктанового бензина АИ-93 в самом процессе каталитического крекинга без добавления высокооктановых компонентов извне.

Установлена возможность вовлечения в этот процесс как сернистых, так и несернистых вакуумных остатков и установлено, что при проведении каталитического облагораживания на цеолитсодержащем алюмосиликатном катализаторе содержание серы снизилось до 0.1% мас.

В настоящее время ученые Азербайджана проводят исследования в направлении создания безотходной технологии переработки нефти с получением перспективных топлив и сырья для нефтехимии при наименьшем количестве технологических стадий.

Исследование состава и структурных свойств частично отработанного платина-рениевого катализатора риформинга

Кузнецов П.Н.¹, Казбанова А.В.¹, Кузнецова Л.И.¹,
Твердохлебов В.П.², Кинзуль А.П.³

¹*Институт химии и химической технологии СО РАН,
Красноярск*

²*Институт нефти и газа Сибирского федерального университета,
Красноярск*

³*ОАО «Ачинский НПЗ», Роснефть, Ачинск
kuznetsov-petr@rambler.ru*

Каталитический риформинг является одним из базовых процессов переработки нефти. Уровень технологии этого процесса, техническая и экономическая эффективность в существенной степени зависят от свойств применяемого катализатора.

В настоящей работе являлось исследованы изменения состава, структурных и технических свойств частично отработанного Pt-Re катализатора R-98 ЮОП после четырех циклов регенерации в течение 5 лет эксплуатации на установке риформинга ЛК-6Ус на ОАО «Ачинский НПЗ» (компания Роснефть). Исследования проводили с пробами катализатора, отобранными из трех последовательно соединенных реакторов установки после выжига коксовых отложений. Методами химического и рентгеноспектрального анализа, атомной абсорбции, атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой, энергодисперсионного микроанализа на сканирующем электронном микроскопе определено содержание в пробах катализатора активных компонентов и отложений металлов и углерода.

В результате физико-химического обследования установлено, что в ходе эксплуатации платина-рениевого катализатора и четырех циклов регенерации происходило существенное изменение его состава и структурных свойств, сопровождаемое уменьшением эффективности каталитического действия. Проанализировано влияние различных факторов дезактивации в различных реакторах.

Кинетика биомиметического превращения метана в метанол

Мамедова М.Т.

*Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан
metmedova-melahet@mail.ru*

В решение фундаментальной задачи катализа, связанной с определением строения активных центров и структуры активированного комплекса каталитического акта, существенный вклад вносит имитационный катализ – имитационное моделирование по основным (но не полным) характеристикам. Отметим, что описание функционирования ферментов в процессе имитационного катализа является неполным, что делает имитационную модель принципиально отличной от полной в традиционном понимании.

Из синтезированных нами железопропор-фириновых мимиков наибольшую каталитическую активность в гидроксировании метана проявил биоимитатор $PPFe^{3+}OH/$ алюмомагнийсиликат. При оптимальных условиях гидроксированная активность биоимитатора наилучшим образом проявляется в первые 30 мин его функционирования (выход метанола составляет выше 60 мас.%, селективность 97 мас.%), поэтому кинетические закономерности гидроксирования метана исследовали в этом временном интервале. Кинетические кривые, отражающие влияние времени контакта на гидроксирование метана пероксидом водорода показывают, что при малых временах контакта (<2.9 с) монооксигенная активность имитатора остается невысокой, с увеличением времени контакта выход метанола и соответственно конверсия метана повышаются и, начиная с 10 с стабилизируются на уровне 49 – 50 мас.% (селективность – 96 мас.%).

Расчет перепада давления на противосажевых фильтрах

Павлова Т.Л.¹, Верниковская Н.В.^{2,3,4}, Кленов О.П.², Носков А.С.^{2,3}

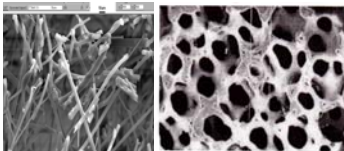
¹СПбГТИ (ТУ), Санкт-Петербург

²Институт катализа СО РАН, Новосибирск

³НГТУ, Новосибирск

⁴НГУ, Новосибирск
pavlovatl75@mail.ru

Для очистки отходящих газов дизельных двигателей от частиц сажи широко используются каталитические фильтры различной конструкции. Эффективность работы фильтра зависит от многих параметров: физико-химических свойств сажи и катализаторов её окисления, типа фильтрующего материала и конструкции фильтра. В работе были исследованы два типа фильтрующих материалов: волокнистые (кварц) и вспененные (муллит, ZTA) (рис. 1). Рассматривались такие характеристики материалов, как порозность, средний диаметр пор и волокон, а также влияние этих характеристик на рост перепада давления в фильтре в ходе его заполнения частицами сажи. Для расчета процессов в фильтре применяли методы математического моделирования. Результаты расчетов сопоставляли с экспериментальными данными. На рис. 2 приведено сравнение расчетных зависимостей перепада давления от скорости продувки с экспериментом. Видно, что уравнение Эргуна хуже описывает экспериментальную зависимость, чем уравнение Дарси.



волокнистый
кварц

ZTA [1]

Рис. 1. Микрографии
фильтрующих материалов

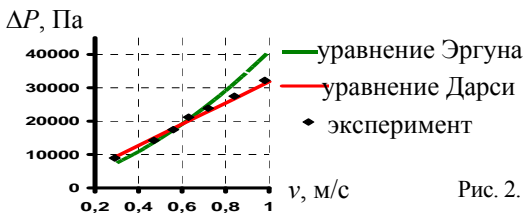


Рис. 2. Перепад давления на блоке из
волокнистого кварца, высота блока 85 мм

Литература: [1] *M. Ambrogio, et al., Chem. Eng. Sci. 2001. №56. P. 1613*

С4 ЗД-11

Стационарный каталитический реактор «КРОТ»

Островский Ю.В.¹, Заборцев Г.М.²

¹ООО НПЦ «ЭЙДОС», Новосибирск

²НФ ОАО «ГСПИ» - Новосибирский «ВНИПИЭТ»

ost@vni Piet-nsk.ru

Двухходовой спиральный теплообменник, впервые предложенный Розенбладом [1], благодаря своей компактности, минимальным теплотерям и высокому коэффициенту рекуперации тепла (80-85 %) был использован для создания экономичного и эффективно действующего газоочистного каталитического реактора при размещении каталитической секции внутри теплообменника

На рисунке представлено устройство каталитического реактора «КРОТ» с двухходовым спиральным теплообменником и двумя каталитическими секциями [2].

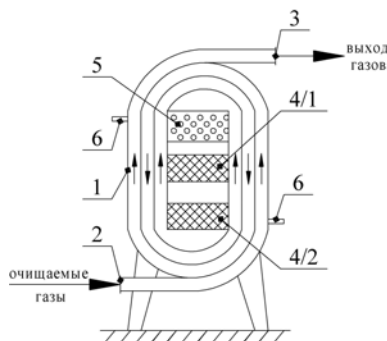


Рисунок – Устройство аппарата «КРОТ»

1 – корпус;

2,3 – патрубки входа и выхода газов; 4/1, 4/2 – каталитические секции;

5 – электронагреватель,

6 – пробоборные патрубки

Каталитический реактор «КРОТ» может быть использован для проведения различных процессов – окисления органических веществ [3], паров аммиака [4], восстановления оксидов азота и т.д.

Литература:

[1] Coons K.W., Hargis A.M. // Chem. Eng. Prog. 1947. 43. 405-414.

[2] Патент РФ № 2306172. Каталитический аппарат. 29.07.2005.

[3] Островский Ю.В., Заборцев Г.М. и др. // ЭКИП. 2006. № 9. С. 42-43.

[4] Островский Ю.В., Заборцев Г.М. и др. // Химическая промышленность сегодня. 2014. № 5. (в печати).

Каталитическое обезвреживание газообразных выбросов

Островский Ю.В.¹, Заборцев Г.М.², Шпак А.А.²

¹ООО НПЦ «ЭЙДОС», Новосибирск

²НФ ОАО «ГСПИ»-Новосибирский «ВНИПИЭТ», Новосибирск
ost@vni Piet-nsk.ru

Для обезвреживания залпового выброса стерилизационной камеры, содержащего оксид этилена и углекислый газ, разработан процесс, включающий абсорбцию оксида этилена водой во время циклов дегазации камеры, отдувку уловленного оксида этилена между циклами и последующее окисление газо-воздушной смеси на катализаторе ИКТ-12-8 при $t = 430-450\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $W = 10000\text{ час}^{-1}$ [1].

Для очистки печных газов при синтезе LiFePO_4 , содержащих смесь паров аммиака и монооксида углерода, предложено каталитическое окисление аммиака и монооксида углерода кислородом воздуха на смеси катализаторов СТК-05-3(Ф) и АОК-78-55 (соотношение 1:2) при $t = 260-330\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $W = 5000\text{ час}^{-1}$ [2].

Очистка дымовых газов от бронепечи при утилизации некондиционных патронов, содержащих кроме твёрдых включений смесь оксидов азота и монооксида углерода, после «мокрой» обработки может быть осуществлена посредством процесса СКВ на катализаторе АОК-78-55 при $t = 270-300\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $W \leq 15000\text{ час}^{-1}$. Доокисление СО кислородом воздуха уже проводится на железооксидном катализаторе СТК-05-3(Ф) при $t = 270-300\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $W = 10000\text{ час}^{-1}$.

Для обезвреживания производственного выброса, содержащего пары этилового спирта и азотистоводородной кислоты, предложено использовать катализатор ИКТ-12-8 для окисления данных веществ кислородом воздуха на катализаторе при температуре $t=300-350\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $W = 10000\text{ ч}^{-1}$ [3].

Литература:

[1] Островский Ю.В., Заборцев Г.М. и др. // ЭКИП. 2006. № 9. С. 42-43.

[2] Островский Ю.В., Заборцев Г.М. и др. //ХВИУР. 2012. № 1. С.111-115.

[3] Островский Ю.В., Заборцев Г.М. и др. // Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы», 2014 (в печати).

Проблемы повышения селективности катализаторов оксихлорирования этилена

Флид М.Р.

*Научно-исследовательский инженерный центр «Синтез», Москва
mfliд@yandex.ru*

Оксихлорирование этилена на катализаторе $\text{CuCl}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ протекает по окислительно-восстановительной схеме, в которой медь находится в динамическом равновесии между одно- и двухвалентным состоянием. Состояние меди в катализаторе существенным образом влияет на селективность образования целевого продукта – 1,2-дихлорэтана, которая является ключевым показателем процесса при его промышленной реализации.

Основными побочными продуктами процесса являются оксиды углерода. Показано, что селективность их образования зависит от содержания в системе этилена и кислорода, причём окисление в основном протекает на активных центрах, содержащих избыточные по отношению к носителю медьсодержащие фазы. Восстановленный этиленом медьсодержащий центр при взаимодействии с адсорбированным кислородом становится активным центром окисления как адсорбированного дихлорэтана, так и этилена, поступающего из газовой фазы. Вклад активных центров носителя в протекание реакций глубокого окисления незначителен.

Скорость образования продуктов CO_x записывается уравнением: $r_{\text{CO}_x} = k C_i C_{\text{O}_2}^{0,5}$ При стандартных температурах процесса оксихлорирования этилена (215–230°C) отношение констант скорости окисления дихлорэтана и этилена составляет ~2:1. Энергия активации реакций окисления выше энергии активации реакции оксихлорирования на 17-30 кДж/моль в зависимости от используемого катализатора. Использование катализаторов с высоким атомным соотношением Al:Cu позволяет проводить процесс без избытка этилена и кислорода и ведёт к снижению селективности образования продуктов CO_x на 30-50%.

Многофункциональные конструкции катализатор - датчик температуры - нагреватель

Цыганков В.Н., Яковенко А.Г., Горшков-Кантакузен В.А.

*Московский государственный университет
тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, Москва
v.tsigankov@yandex.ru*

Применение протяженных термочувствительных датчиков с металлическими оболочками, выполненными из каталитически активных металлов (Ag, Pt, Ni и др.), в конструкциях катализаторов позволяет расширить их функциональные возможности.

Катализатор-датчик температуры в виде сетки, спирали или других конфигураций из коаксиального кабеля, в котором металлическая оболочка из Ag, Pt, Ni и др. каталитически активных металлов и сплавов, жила из жаростойкой стали, разделены термочувствительным полупроводниковым наполнителем на основе оксидных фаз Mn, Zn, Co, Ni, Ti в виде двойных оксидов, твердых растворов, композиционных составов. Размеры протяженных датчиков: диаметр 1,2 – 2 мм; длины – десятки метров. Внешняя поверхность конструкции – катализатор с одновременным контролем температуры по всем длинам и площадям. Температура определяется измерением электросопротивления между оболочкой и внутренним электродом (жилой), которые могут соединяться параллельно или отдельными секциями.

Применение триаксиального кабеля-датчика позволяет дополнительно осуществлять автономный нагрев до 1000°C. В этой конфигурации жила и внутренняя оболочка выполнены из жаростойкой стали, разделены диэлектриком – порошком оксида Mg, а между внутренней и внешней оболочками (Ag, Ni, Pt) размещен полупроводниковый оксидный наполнитель.

В данной конфигурации оболочка-катализатор, по изменению электросопротивления полупроводникового слоя контролируется температура, а рабочая температура до 1000°C обеспечивается пропуском тока по жиле, изготовленной из нихрома.

С4 ЗД-15

Промышленный опыт эксплуатации оксидного сульфатированного катализатора изомеризации C₅-C₆-фракций СИ-2 в России и в других странах

Шакун А.Н., Федорова М.Л., Демидова Е.В., Карпенко Т.В.

*ОАО «НПП Нефтехим», Краснодар
info@nefthim.ru*

Создание сульфатированного оксидного катализатора СИ-2 изменило представление в мировой нефтепереработке о перспективах развития процесса изомеризации пентан-гексановой фракций.

До внедрения катализатора СИ-2 на ряде промышленных установок считалось, что по эффективности альтернативы процессу на высокохлорированных алюмооксидных катализаторах не существует. Но уже первые пуски четырех установок в 2003-2005 годах показали, что катализатор СИ-2 может работать в той же низкотемпературной области (120-140°C), что и хлорированные катализаторы и обеспечивать сравнимую с ними глубину изомеризации.

Но особый интерес к катализатору и соответствующей технологии «Изомалк-2» у нефтепереработчиков сформировался после завершения проектирования и строительства новых установок «Изомалк-2», включающих блоки ДИП и ДИГ. Эксплуатация новых установок показала, что катализатор СИ-2 и новая технология обеспечивают не только достижение октанового числа 91-92 пункта, но имеют ряд преимуществ по сравнению с технологиями на базе хлорированных катализаторов.

В докладе анализируется промышленный опыт эксплуатации катализатора СИ-2 на десяти промышленных установках.

**Стратегический и фундаментальный процесс
для комбинированного получения основных
мономеров в химических промышленности
превращением низших спиртов**

Эзинкво Г.О.¹, Третьяков В.Ф.^{1,2}, Талышинский Р.М.², Илолов А.М.²

¹*Московский государственный университет тонких химических технологий имен М. В. Ломоносова, Москва*

²*Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Москва*

godezinkwo@mail.ru

В связи с наметившейся тенденцией исчерпания нефтяных ресурсов в настоящее время имеет место быстрое развитие промышленности синтетического каучука. Вопросы, связанные с ужесточением государственных законов по отношению к окружающей среде и изменению климата, вывели актуальность комбинированного превращения низших спиртов на принципиально новый уровень[1].

Реакция превращения этанола и пропилового спирта в основные мономеры проводилась в диапазоне температур 400 – 420°C и при объемной скорости 1-3ч⁻¹ на бифункциональном промышленном катализаторе К-64, состоявшем из системы Mg-Si и проявившим достаточно высокие показатели активности в этой реакции.

[1] *G.O. Ezinkwo, V.F. Tretjakov, R.M. Talyshinky, A.M. Ilolov, T.A. Mutombo, Cat. Comm.43 (2014) 207-212.*

**Анализ опыта промышленной эксплуатации
многослойных каталитических систем**

Юнусов М.П., Джалалова Ш.Б., Насуллаев Х.А., Исаева Н.Ф.,
Мирзаева Е.И., Гуломов Ш.Т.

*Узбекский научно-исследовательский химико-фармацевтический
институт им. А.С. Султанова, Ташкент, Республика Узбекистан
myunusov_uz@rambler.ru*

Сопоставлены результаты исследования активности серии разработанных и коммерческих катализаторов деметаллизации, гидродесульфирования и деароматизации на пилотной установке и в процессе длительной промышленной эксплуатации многослойных каталитических систем на установке гидроочистки масел.

Приведены экспериментальные данные по улучшению основных показателей качества базовых масел при различных вариантах загрузки вспомогательных и основных катализаторов гидрообработки нефтяных фракций. Показана целесообразность комбинации низкопроцентного катализатора защитного слоя, Со-Мо или Со-Ni-Мо катализатора гидродесульфуризации и Ni-Мо катализатора деароматизации для обеспечения максимального изменения углеводородного и примесного состава, с учетом возможностей оборудования действующей установки Г-24 для получения базовых масел на Ферганском НПЗ.

Усовершенствованная технология процесса гидроочистки масел позволила улучшить ряд технологических параметров процесса и получать качественные базовые компоненты масел в условиях пониженного давления водорода -2,3-2,7 МПа и систематического колебания свойств перерабатываемых масляных фракций в широких пределах. Применение защитных систем привело к снижению темпа роста перепада давления в реакторе более чем 2 раза; значительное увеличение срока эксплуатации катализатора и повышение качества производимых товарных масел (значительное улучшение цветности и индекса вязкости).

Представлен мониторинг основных показателей гидроочищенного сырья при проектной однослойной и трех вариантах многослойной загрузки промышленных реакторов за три года эксплуатации.

Потери платиноидов при окислении аммиака в агрегатах УКЛ-7

Ященко А.В.¹, Бруштейн Е.А.¹ Ванчурин В.И.², Вяткин Ю.Л.²

¹ОАО «ГИАП», Москва

²Российский химико-технологический университет

им. Д.И. Менделеева, Москва

vanchourin@mail.ru

Окисление аммиака на платиноидном катализаторе сопровождается значительными потерями драгметаллов. Нами проведен мониторинг потерь платиноидов при окислении аммиака в промышленных агрегатах типа УКЛ-7 с одно- и двухступенчатым оформлением каталитической системы, обследованы 12 агрегатов ОАО «Акрон» и 11 агрегатов ОАО «Невиномысский Азот». Обнаружено, что отношение массовых долей потерь любых двух сеток, начиная с 3-й сетки по ходу газа для реактора диаметром 1,70 м и с 2-й сетки и далее для реактора диаметром 1,93 м, не зависит от состава каталитической системы, но определяется диаметром аппарата и положением данных сеток в слое. Введено понятие механохимических (МХП) и приведенных механохимических потерь платиноидов, отнесенных к количеству произведенной азотной кислоты. МХП зависят от интенсивности протекания каталитической реакции и особенностей газодинамической обстановки в контактном аппарате. Зависимости удельных потерь платиноидов от приведенных МХП подчиняются линейному закону и позволяют рассчитать МХП для любого агрегата УКЛ-7. Выявленные зависимости доли аммиака, переработанного каждой платиноидной сеткой, от её положения в катализаторном слое отличаются от данных, рассчитанных по математической модели окисления аммиака на платиноидном катализаторе, что требует проведения её корректировки.

Детонационный наноалмаз в катализе

Кулакова И.И., Тверитинова Е.А., Житнев Ю.Н., Савилов С.В.,
Лунин В.В.

*Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, Москва
kulakova@petrol.chem.msu.ru*

Обычно в катализе в качестве носителей используют углеродные материалы, образованных sp^2 -углеродом. Многие авторы считают, что особенность таких структур способствует проявлению ими и собственной каталитической активности. Материалы, образованные sp^3 -углеродом, практически не использовались в катализе до появления детонационного наноалмаза (НА). В настоящее время появились исследования НА как носителя металлической фазы. Сведения же о каталитической активности НА, свободного от металла, крайне скудны. Цель нашего исследования состояла в том, чтобы выявить, проявляет ли каталитическую активность сам НА, влияет ли на нее химическое состояние его поверхности и как отличаются свойства никелевых катализаторов, нанесенных на различные углеродные наноматериалы.

В докладе представлены результаты изучения ряда процессов (конверсия спиртов и дихлорэтана, гидрирование ацетилена) в присутствии НА и нанесенных никелевых катализаторов на его основе. Исследование выполнено с применением комплекса современных физико-химических методов. Показано, что сам НА проявляет значительную активность и селективность в дегидрогенизации спиртов C_2 - C_3 , конверсии. Выявлено влияние на эти параметры химии поверхности НА. Катализаторы Ni/НА активны в селективной гидрогенизации ацетилена, конверсии дихлорэтана, что обусловлено высоким содержанием кислородсодержащих функциональных групп на поверхности наноалмаза. Установлен эффект значительного аккумуляирования активного водорода на поверхности катализатора Ni/НА по сравнению с никелевыми катализаторами на основе других углеродных наноматериалов.

Исследование выполнено при поддержке гранта № 13-0000647.

Предпосылки развития производства технического углерода специального назначения

Петин А.А.¹, Моисеевская Г.В.², Караваев М.Ю.¹,
Раздьяконова Г.И.²

¹ЗАО «НТЦ углеродных материалов», Омск

²ООО «Омсктехуглерод», Омск

³ФГБУН Институт проблем переработки углеводородов, Омск
andrey.petin@omskcarbon.com

Технический углерод – это уникальный материал, который сочетает в себе с одной стороны простоту и низкую стоимость, а с другой стороны – сложность и наноразмерность морфологической структуры, феноменальность свойств материалов на его основе. Наряду с марками техуглерода, описанными в национальных стандартах ASTM D 1765 и ГОСТ 7885, которые классифицируют продукт, основываясь на поведении в резинах, есть ряд марок специального назначения.

В результате совместных работ ЗАО «НТЦ углеродных материалов», ООО «Омсктехуглерод», ИППУ СОРАН разработана линейка электропроводного техуглерода под торговой маркой OMCARB. Промышленное производство спецмарок освоено на ООО «Омсктехуглерод».

Марка	Адсорбция йода, г/кг (D 1510)	Адсорбция масла, см ³ /100г (D 2414)
OMCARB C40	43	123
OMCARB CH85	80	140
OMCARB C140	355	130
OMCARB CH200	180	168
OMCARB CH210	285	180
OMCARB CH600	720	200

Перспективы разработанной линейки связаны с реализацией национальных программ по развитию электроэнергетики (кабельная продукция, суперконденсаторы), по строительству газо-, нефтепроводов («Южный поток», «Сила Сибири», «Алтай»), по освоению Арктики и по тематикам, связанным с обороноспособностью страны.

Литература:

[1] Compounding world. 2013. №11. С. 27.

Симп.1 ЗД-03

Влияние структуры и химии поверхности детонационного наноалмаза и углеродных нанотрубок на их каталитические свойства

Тверитинова Е.А., Житнев Ю.Н., Кулакова И.И., Маслаков К.И.,
Нестерова Е.А., Харланов А.Н., Савилов С.В., Лунин В.В.

*Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, Москва
eatver@mail.ru*

Исследована конверсия пропанола-2 в присутствии детонационного наноалмаза (НА) и углеродных нанотрубок (УНТ). Оба углеродных наноматериала оказались активными катализаторами, однако ведут процесс по разным направлениям. Основными продуктами конверсии на НА является ацетон, а на УНТ – пропен, причем селективность по ним равна 75% в широком диапазоне температур. Это свидетельствует о присутствии кислотных центров Льюиса различной силы на поверхности НА и УНТ, что может быть обусловлено разным составом поверхностных функциональных групп.

Влияние поверхностной структуры углеродных наноматериалов исследовано в конверсии 1,2-дихлорэтана (ДХЭ) как в атмосфере водорода, так и в атмосфере азота. Высокую каталитическую активность показал НА – основным продуктом конверсии является этилен. УНТ не проявили каталитической активности ни при каких условиях. Это свидетельствует о ключевой роли в катализе sp^3 -углеродной структуры НА. Обработка водородом дезактивированного НА полностью восстанавливает его активность в азотной среде, что свидетельствует об участии в катализе водородных групп, связанных непосредственно с углеродной поверхностью. Показано также, что НА является не только катализатором конверсии ДХЭ, но и адсорбентом хлорсодержащих продуктов.

В работе использованы методы исследования: РФА, РФЭС, ИКС, ТПВ, импульсный микрокаталитический, адсорбционный.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 13-08-00-647 с использованием оборудования, приобретенного из средств Программы развития Московского университета.

Получение дикислородных аддуктов металлопорфириновых комплексов в полости рецепторов

Агагусейнова М.М., Абдуллаева Г.Н.

*Азербайджанская государственная нефтяная академия,
Баку, Азербайджан
minira_baku@yahoo.com*

Впервые были исследованы реакции образования аддуктов при взаимодействии металлоорганических соединений с молекулярным кислородом в полости рецепторов. В качестве рецепторов были использованы α, β, γ - декстрины. Выявлено, что нефтяные комплексы метало-порфирина с β -декстрином образуют клатратные соединения. В полости β -декстринов свободно могут войти две молекулы металлопорфирина, которые в свою очередь, присоединяя одну молекулу молекулярного кислорода внутри рецептора, образуют дикислородные аддукты, которые являясь полярными, могут легко покинуть ее.

Исследование электронных спектров клатратов β -декстрина молекул металлопорфирина показало, что клатратное соединение β -циклодекстрина и металлопорфирина создаётся за счёт невалентных связей. В основном это происходит из-за энергетических барьеров и сложности сферического пространства. Вероятно, что имеется зависимость между энергетическим барьером клатрато-образования и сложностью сферического пространства. Внутри рецептора процесс регулируется. Для сравнения процесса получения дикислородных аддуктов с участием рецепторов и реакций окисления в рецепторе, рассчитаны константы химического равновесия первых. Установлено, что константы химического равновесия реакции окисления с участием рецепторов на 4-5 порядков выше, чем константы химического равновесия реакции окисления металлопорфиринов без рецепторов.

Нанесенные катализаторы Au/Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O₂ для процесса низкотемпературного окисления СО

Либерман Е.Ю.¹, Батракова М.К.¹, Михайличенко А.И.¹,
Ревина А.А.¹, Кошкин А.Г.¹, Зубавичус Я.В.², Наумкин А.В.³,
Маслаков К.И.⁴

¹РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва

²НИЦ «Курчатовский институт», Москва

³ИНОЭС РАН им. А.Н. Несмеянова, Москва

⁴МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

el-liberman@mail.ru

Синтезированы нанесенные золотосодержащие катализаторы, в которых в качестве носителя применяли нанодисперсный твердый раствор Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O₂. Импрегнирование активной фазы проводили методом «нанесения-осаждением» (DP). Проведены исследования фазового состава, текстурных и дисперсных свойств полученных катализаторов, электронного состояния золота в приповерхностном слое с помощью методов рентенофазового анализа, низкотемпературной адсорбции азота, просвечивающей электронной микроскопии и рентгенофотозлектронной спектроскопии. Каталитическую активность определяли проточным методом с применением газохроматографического анализа. Модельная смесь имела следующий состав: СО 2,0 об.%, О₂ 10,1 об.%, N₂ – баланс, объемная скорость составляла 3600 ч⁻¹. Исследована зависимость активности Au/Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O₂ от количества нанесенного золота в интервале 0,5 – 2 мас.%. Наиболее активным является образец, содержащий 1 мас.% Au, размер частиц нанесенной фазы составляет 2-3 нм, при этом температура 100% конверсии - 25° С. При повышении содержания нанесенного золота до 2 мас.% происходит увеличение размера частиц нанесенной фазы до 5-6 нм, что проявилось в снижении каталитической активности.

Показана перспективность использования катализаторов, содержащих наночастицы Au, полученные радиационно-химическим синтезом в обратных мицеллах. В данном случае 100% конверсия в этом случае наблюдается при 0° С.

Каталитический крекинг озонированного сырья

Мурсалова Л.А.², Салаев М.Р.², Гусейнова Э.А.², Аджамов К.Ю.¹

¹Азербайджанская государственная нефтяная академия, Баку,
Азербайджан

²НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия», АГНА,
Баку, Азербайджан
elvira_huseynova@mail.ru

В литературе показана принципиальная возможность применения метода озонлиза для получения компонентов дизельного топлива [1,2]. Целью настоящих исследований была оценка влияния предварительного озонирования вакуумного газойля на показатели процесса каталитического крекинга.

Сырье подвергали крекингу в присутствии промышленного катализатора крекинга ОМНИКАТ (фирма «GRACE DAVISON», США) в проточном реакторе при температуре 510°C и атм. давлении. Массовая скорость подачи сырья составляла 1 ч⁻¹.

Продукт	Выход продуктов крекинга, % мас	
	Исходный	Озонированный ¹
Углеводородный газ		
С ₁ -С ₂	1,9	1,7
С ₃ -С ₄	17,1	17,3
Бензин. фракция	50,1	52,4
ЛГКК	18,6	17
ТГКК	5,5	5,1
Кокс	6,8	6,6
Конверсия ²	75,3	77,9
Примечания: ¹ : при температуре 20°C, удельный расход озона 3 г/кг; ² : сумма светлых фракций.		

В ходе озонирования было зафиксировано изменение физико-химических свойств вакуумного газойля: снижение плотности с 919,7 до 910,1 кг/м³, вязкости и увеличения содержания САВ с 2,3 до 4,0. Также было отмечено, что в ходе процесса образуются осадки (до 4,1% масс.). Судя по полу-

ченным сравнительным результатам каталитического крекинга прямогонного и озонированного вакуумного газойля (таблица), предварительное озонирование сырья способствует увеличению суммарного выхода светлых фракций на фоне более глубоких окислительных деструкционных превращений высокомолекулярных соединений.

Литература:

[1] Лихтерова Н.М., Лунин В.В., Торховский В.Н.и др.//ХТТМ. 2006, № 4, С. 18.

[2] Разумовский С.Д., Заиков Г.Е. Озон и его реакции с органическими соединениями. М.: Наука, 1974, 322 с.

Учёт влияния дегидрирования растворителя при гидрогенизации нитробензолов

Романенко Ю.Е., Меркин А.А., Лефедова О.В.

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет», Иваново
physchem@isuct.ru

Гидрогенизация замещенных нитробензолов протекает по сложным последовательно-параллельным схемам превращений. В водно-спиртовых средах гидрогенизация часто сопровождается дегидрированием растворителя. Для определения вклада скоростей дегидрирования спирта в наблюдаемые скорости реакции изучена кинетика гидрирования ацетона в водных растворах 2-пропанола с добавками уксусной кислоты и гидроксида натрия.

Взаимодействие водорода (H_2) и 2-пропанола (SH_2) на активных центрах поверхности катализатора (Y) можно условно записать как:

$$H_2 + Y \leftrightarrow YH_2$$
$$SH_2 + Y \leftrightarrow YH_2 + S$$

где S - ацетон

При моделировании реакции гидрирования ацетона использовали значение эффективной константы скорости k_3 , которая включала концентрацию спирта, так как концентрация растворителя была на 4 порядка выше, чем для ацетона,

Значения констант стадий k_1 и k_2 , равновесные концентрации ацетона и 2-пропанола, а также отношение k_3/k_4 были рассчитаны по данным работы [1, 2]. Результаты модельных расчетов показали, что константы скорости гидрирования ацетона k_4 зависят от состава растворителя. Так, в случае водного раствора 2-пропанола азеотропного состава ее значение отвечает $(3,37 \pm 0,01) \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$, для данного растворителя с добавкой 0,01 гидроксида натрия – $(4,49 \pm 0,02) \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. В растворителе с добавкой уксусной кислоты дегидрированием растворителя можно пренебречь.

Литература:

- [1] Виноградов С.В., Улитин М.В., Лефедова О.В. // Журн. физ. химии. 1999. Т.73. № 11. С.1937-1942.
- [2] Барбов А.В., Шепелев М.В., Филиппов Д.В., Улитин М.В. // Журн. физ. химии. 2010. Т.84. № 9. С.1757-1763.

Катализаторы на блочных металлических носителях для получения диметилового эфира и метанола

Сасыкова Л.Р., Масенова А.Т., Гильмундинов Ш.А.,
Рахметова К.С., Байтазин Е.А., Бунин В.Н.

*Институт органического катализа и электрохимии
им. Д.В.Сокольского, Алматы, Казахстан
almassenova@mail.ru*

Один из методов улучшения состояния атмосферы и всей окружающей среды - это использование нового альтернативного топлива – диметилового эфира (ДМЭ). Целью работы являлось изучение 2 процессов: синтез ДМЭ дегидратацией метанола и получение метанола реакцией парциального окисления метана. Для исследования использовали проточные установки. В работе были приготовлены катализаторы на основе оксида алюминия, оксида титана, оксида хрома, оксида никеля, оксида ванадия и цеолитов на блочных металлических носителях. На каталитических системах на основе оксидов металлов реакция синтеза метанола из метана проводилась при различных объемных скоростях и соотношениях газ – воздух при температурах 400-700°С. Наиболее активным является Ni – V катализатор. При температуре 600°С его активность составляет 98%, а селективность по метанолу - 92%. Приготовлены и изучены катализаторы на основе Cu, Ni-Cu, Ni для подбора условий синтеза диметилового эфира из метанола. Установлено, что для синтеза ДМЭ наиболее эффективным и селективным катализатором является образец на основе меди.

Таким образом, синтезированы катализаторы на основе оксидов металлов и модифицированных цеолитов на блочных металлических носителях, позволяющие получать с высоким выходом метанол из метана и ДМЭ из метанола на проточной установке при атмосферном давлении.

Композиционные листовые осушители воздуха

Ульянова М.А., Путин С.Б., Ломовцева Е.Е., Ряшенцева И.А.,
Попова С.А.

*ОАО «Корпорация «Росхимзащита», Тамбов
mail@roshimzaschita.ru*

Исследована возможность получения листовых осушителей на основе нетканых полимерных материалов и гигроскопических добавок.

Из рассмотренных материалов наиболее перспективным по термостойкости, прочности, химической стойкости является волокнистый парафениленоксидиазол, а из гигроскопических добавок предпочтительнее использовать хлорид кальция, кремнезоль, полиакрилат калия. Испытания подтвердили, что образец, изготовленный на основе материала с нанесенным полиакрилатом, при относительной влажности около 80% поглощает 1000 мг/г паров воды, при влажности, близкой к 100% - выше 2000 мг/г. Данные величины адсорбционной емкости существенно выше емкости известных материалов. Однако, кинетические характеристики исследуемых образцов близки с ними. Применение таких материалов обеспечивает поддержание в замкнутом объеме относительной влажности около 80 % в течение 6-7 ч (без листового осушителя конденсат в камере появляется через 20-30 мин при прочих равных условиях).

Изучено влияние полиакрилата на осушающие свойства композиционного материала. Исследования показали, что водяные пары адсорбируются волокном, обладающим достаточной гигроскопичностью, а далее происходит абсорбция воды акрилатом с массопереносом воды от волокон к полимеру. Предлагаемый механизм процесса подтверждается результатами электронной микроскопии поверхности меняющейся в процессе сорбции. Перспективность использования его заключается в том, что такие образцы не образуют разбавленных растворов, а только набухают, что исключает появление капельной влаги под воздействием механических нагрузок.

Адресная база

АБАСОВ Сафа

Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана,
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: safa.abasov@rambler.ru

АБДРЕИМОВА Румия Рустамовна

АО Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского,
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: abdreimova_r@mail.ru

АБДУЛЛАЕВА Нармина Руфат

Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана,
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: ab.narmina@gmail.com

АБРАМОВ Артем Григорьевич

"Научно-исследовательская организация
"Сибур-Томскнефтехим",
Томск
E-mail: zra@niost.ru

АГАБЕКОВ Владимир Елюкович

Институт химии новых материалов
НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
E-mail: camphene@gmail.com

АГАГУСЕЙНОВА Минира

Магомед Али кызы
Азербайджанская государственная
нефтяная академия,
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: minira_baku@yahoo.com

АГАЕВ Теймур Нематулла оглы

Институт радиационных исследований
АН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: agaevteymur@rambler.ru

АГАМАЛIEВА Дурна Бабек

Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: durna.agamaliyeva@mail.ru

АГАФОНОВ Юрий Анатольевич

Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН,
Москва
E-mail: plasey@mail.ru

АДОНИН Николай Юрьевич

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН,
Новосибирск
E-mail: adonin@catalysis.ru

АЛДОШИН Сергей Михайлович

Президиум РАН,
Москва
E-mail: SMaldoshin@presidium.ras.ru

АЛЕКСЕЕНКО Людмила Николаевна

ОАО "Всероссийский научно-
исследовательский институт
по переработке нефти",
Москва
E-mail: alekseenkoLN@vniinp.ru

АЛЕНИН Владимир Иванович

Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: kinterm@samgtu.ru

АЛИЕВ Агададаш Махмуд

Институт химических проблем
им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: itpcht@itpcht.ab.az

АЛИЕВ Гошгар Сейфулла

Институт химических проблем
им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: chemproblem@mail.ru

АЛИЕВ Рамиз Рза оглы

ОАО "Всероссийский научно-
исследовательский институт
по переработке нефти",
Москва
E-mail: ushakovaos@vniinp.ru

АЛИЕВА Айгюн Забитовна
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана,
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: aygunphd@gmail.com

АЛИЕВА Махизар Кафар
Институт химических проблем
им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана,
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: zumrud-042425-@mail.ru

АЛИЕВА Махира Иосаф
Азербайджанская государственная
нефтяная академия
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: vagif_bagiev@yahoo.com

АЛИКИН Евгений Андреевич
ООО "Экоальянс",
Новоуральск
E-mail: alikin@eco-nu.ru

АНАНИКОВ Валентин Павлович
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН,
Москва
E-mail: val@ioc.ac.ru

АНИСИМОВ Александр Владимирович
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: sulfur45@mail.ru

АНШИЦ Александр Георгиевич
Институт химии и химической технологии
СО РАН
Красноярск
E-mail: anshits@icct.ru

АПАЛЬКОВ Глеб Алексеевич
Горно-химический комбинат
Железногорск, Красноярский край
E-mail: glebaldo@mail.ru

АРАПОВА Марина Васильевна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: arapova@catalysis.ru

АРЕШИНА Наталья Станиславовна
Институт химии и технологии редких
элементов и минерального сырья,
Апатиты Мурманской обл.
E-mail: areshina@chemy.kolasc.net.ru

АРТАМОНОВ Александр Владимирович
ОАО "ФосАгро-Череповец",
Череповец
E-mail: AArtamonov@phosagro.ru

АСКЕРОВ Октай Валех
Институт полимерных материалов НАНА
Сумгаит, Республика Азербайджан
E-mail: askerov.oktay.39@mail.ru

АСТАХОВ Александр Владимирович
Южно-Российский государственный
технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)
Новочеркасск
E-mail: astakhov@mail.ru

АУЕЗОВ Алий Байдильдаевич
Казахский национальный университет
им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: auyezov_ali@vail.ru

АУЕЗХАНОВА Асемгуль Сейтхановна
Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского
Алматы, Казахстан
E-mail: a.assemgul@mail.ru

АХМЕДЬЯНОВА Раиса Ахтямовна
Казанский национальный исследовательский
технологический университет
Казань
E-mail: achra108@rambler.ru

АЮШЕЕВ Артемий Буладович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: a.yusheev@gmail.com

БАБАЕВА Фарида Алекпер
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Азербайджан
E-mail: feridan@rambler.ru

БАГИЕВ Вагиф Лачин

Азербайджанская государственная
нефтяная академия
Баку, Азербайджан
E-mail: vagif_bagiev@yahoo.com

БАГИРЗАДЕ Нигяр Р.

Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Азербайджан
E-mail: feridan@rambler.ru

БАКЛАНОВА Инна Викторовна

Институт химии твердого тела УрО РАН
Екатеринбург
E-mail: baklanova_i@ihim.uran.ru

БАЛЪЖИНИМАЕВ Банр Сыдыпович

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: balzh@catalysis.ru

БАРАБАНОВ Валерий Георгиевич

РНЦ "Прикладная химия"
Санкт Петербург
E-mail: giph@giph.su

БАРБОВ Александр Васильевич

Ивановский государственный химико-
технологический университет
Иваново
E-mail: barros.1@yandex.ru

БАРСУКОВ Денис Валерьевич

Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: barsukovdenis@mail.ru

БАСИМОВА Рашида Алмагиевна

ООО Научно-технический центр
Салаватнефтеоргсинтез
Салават
E-mail: 70bra@snos.ru

БАТАШЕВ Сергей Александрович

Тульский государственный педагогический
университет им. Л.Н. Толстого
Тула
E-mail: pilgrim.tula.ru@gmail.com

БАТРАКОВА Марина Константиновна

Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: el-liberman@mail.ru

БАТЫГИНА Марина Валерьевна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: monolasta@gmail.com

БЕЖОК Владимир Сергеевич

ИИПТМ РАН
Черноголовка
E-mail: bezhok@iptm.ru

БЕЗРУКОВ Дмитрий

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: dsbezrukov@gmail.com

БЕКИН Вадим Владимирович

Тольяттинский государственный университет
Тольятти
E-mail: vbekin@yandex.ru

БЕКМУХАМЕДОВ Гияз Эдуардович

Казанский (приволжский) федеральный
университет
Казань
E-mail: giyjaz413@yandex.ru

БЕЛИЧ Владимир Евгеньевич

ООО «Промэнерголаб»
Новоуральск
E-mail: bvc@czl.ru

БЕЛОПУХОВ Евгений Александрович

Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: eugebel@yandex.ru

БЕЛОСТОЦКИЙ Игорь Андреевич

Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: belostotsky@ips.ac.ru

БЕЛОУСОВ Артем Сергеевич
Дзержинский политехнический институт
Нижегородский государственный
технический университет им. П.Е. Алексеева
Дзержинск
E-mail: artem_belousov17@mail.ru

БЕЛОУСОВ Олег Владиславович
Институт химии и химической технологии
СО РАН
Красноярск
E-mail: ov_bel@icct.ru

БЕЛЫЙ Александр Сергеевич
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: belyi@ihcp.ru

БЕЛЫЙ Владимир
Институт химии Коми НЦ УрО РАН
Сыктывкар
E-mail: skeyling@yandex.ru

БЕЛЫЙ Михаил Александрович
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: olesyashsh@rambler.ru

БЕЛЬСКАЯ Ольга Борисовна
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: obelska@ihcp.oscsbras.ru

БЕНЬКО Елена Михайловна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: benko_elena@mail.ru

БЕРДНИКОВА Полина
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: polina@catalysis.ru

БЕРЕНБЛЮМ Анатолий Семенович
ЗАО "Хальдор Топсе"
Москва
E-mail: ayb@go.ru

БЕСКОПЫЛЬНЫЙ Александр Моисеевич
Волгоградский филиал Института катализа
им. Г.К. Борескова СО РАН
Волгоград
E-mail: vfcatalysis@yandex.ru

БИКМЕТОВА Лилия Индусовна
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: lbikmetova@mail.ru

БИКМУРЗИН Азат Шаукатович
ОАО "Нижнекамскнефтехим"
Нижнекамск
E-mail: BikmurzinAS@nknkh.ru

БОДРЫЙ Александр Борисович
ООО «Ишимбайский специализированный
химический завод катализаторов»
Стерлитамак
E-mail: export@kntgroup.ru

БОКАРЕВ Дмитрий Алексеевич
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: bokarev_d@mail.ru

БОКИЙ Владимир Андреевич
ООО "Термокем"
Черноголовка
E-mail: thermochem@yandex.ru

БОРОНИН Андрей Иванович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: boronin@catalysis.ru

БОРЩ Вячеслав Николаевич
Институт структурной макрокинетики и
проблем материаловедения РАН
Черноголовка
E-mail: borsch@ism.ac.ru

БРАВВАЯ Наталья Михайловна
Институт проблем химической физики РАН
Черноголовка
E-mail: nbravaya@cat.icp.ac.ru

БРЕЕВА Надежда Владимировна
Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: n_breeva@mail.ru

БРУК Лев Григорьевич
Московская государственная академия тонкой
химической технологии им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: lgbruk@mail.ru

БУГРОВА Татьяна Александровна
Томский государственный университет
Томск
E-mail: bugrova.tatiana@gmail.com

БУГУБАЕВА Гульнар
АО "Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского"
Алматы, Казахстан
E-mail: abdreimova_r@mail.ru

БУДКИН Игорь Валерьевич
Компания Сигм плюс инжиниринг
Москва
E-mail: D.Kopylova@splus.ru

БУЛАЕВ Петр Валентинович
Компания Сигм плюс
Москва
E-mail: D.Kopylova@splus.ru

БУЛАНОВА Анджела Владимировна
Самарский государственный университет
Самара
E-mail: bulanova@samsu.ru

БУЛУЧЕВСКИЙ Евгений Анатольевич
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: bulu@ihcp.oscsbras.ru

БУМАГИН Николай Александрович
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: bna51@mail.ru

БУХАРКИНА Татьяна Владимировна
Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: tvb_53@mail.ru

БУХТИЯРОВ Андрей Валерьевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
Новосибирск
E-mail: avb@catalysis.ru

БУХТИЯРОВ Валерий Иванович
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
Новосибирск
E-mail: vib@catalysis.ru

БУХТИЯРОВА Галина Александровна
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
Новосибирск
E-mail: gab@catalysis.ru

БЫЧКОВ Виктор Юрьевич
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: bychkov@chph.ras.ru

ВАНЧУРИН Виктор Илларионович
Российский химико-технологический
университет имени им. Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: vanchourin@mail.ru

ВАРАКИН Андрей Николаевич
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: varan.d@mail.ru

ВАРЛАМОВА Наталья Ивановна
Центральный институт авиационного
моторостроения им. П.И. Баранова
Москва
E-mail: varlamova@ciam.ru

ВАРФОЛОМЕЕВ Сергей Дмитриевич
Институт биохимической физики
им. Н.М. Эмануэля РАН
Москва
E-mail: sdvarf@sky.chph.ras.ru

ВАСИЛЕВИЧ Анастасия Витальевна

Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: vasilevich.ihcp@mail.ru

ВАСИЛЬЕВ Виктор Андреевич

Казанский национальный исследовательский
технологический университет
Казань
E-mail: viktormemfis@mail.ru

ВАСИЛЬЕВА Марина Сергеевна

Дальневосточный федеральный университет
Владивосток
E-mail: vasileva.ms@dvfu.ru

ВЕДРОВ Владимир Николаевич

ООО "Новомичуринский катализаторный
завод"
Новомичуринск
E-mail: mail@nkz-ooo.ru

ВЕДРОВ Николай Владимирович

ООО "Новомичуринский катализаторный
завод"
Новомичуринск
E-mail: mail@nkz-ooo.ru

ВЕЛИЧКИНА Людмила Михайловна

Институт химии нефти СО РАН
Томск
E-mail: mps@ipc.tsc.ru

ВЕРЕЩАГИН Сергей Николаевич

Институт химии и химической технологии
СО РАН
Красноярск
E-mail: SNV@ICCT.ru

ВЕРЕЩАГИНА Надежда Владимировна

Ярославский государственный технический
университет
Ярославль
E-mail: nadezhda.vereshagina@bk.ru

ВЕРШИННИН Николай Николаевич

Институт проблем химической физики РАН
Черноголовка
E-mail: vernik@icp.ac.ru

ВЕШНЯКОВА Вероника Игоревна

ЗАО "Сибур-Химпром"
Пермь
E-mail: VeshnyakovaVI@siburperm.ru

ВИКАРЧУК Анатолий Алексеевич

Тольяттинский государственный университет
Тольятти
E-mail: fti@tltstu.ru

ВИШНЕВСКАЯ Елена Евгеньевна

Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: kinterm@samgtu.ru

ВЛАСКИН Михаил Сергеевич

Объединенный институт высоких
температур РАН
Москва
E-mail: pic2004@inbox.ru

ВЛАСОВ Евгений Александрович

Санкт-Петербургский государственный
технологический институт
Санкт Петербург
E-mail: ap1804@yandex.ru

ВОДЯНКИНА Ольга Владимировна

Томский государственный университет
Томск
E-mail: vodyankina_o@mail.ru

ВОЛКОВ Алексей

Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: Alexey0608@yandex.ru

ВОЛОВИК Татьяна Валентиновна

Компания PETROTECH
Москва
E-mail: okk@petrotech.ru

ВОРОБЬЕВ Павел Борисович

Институт химических наук
им. А.Б. Бектурова"
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: pavel.vr@mail.ru

ВОРОПАЕВ Иван Николаевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: voropaev@catalysis.ru

ВОСМЕРИКОВ Александр Владимирович
Институт химии нефти СО РАН
Томск
E-mail: pika@ipc.tsc.ru

ВОСТРИКОВ Сергей Владимирович
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: vosses@mail.ru

ВЯТКИН Юрий Леонидович
Российский химико-технологический
университет им. Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: yuris-vtk@mail.ru

ГАВРИЛОВ Юрий Алексеевич
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: inna.pletneva1@yandex.ru

ГАВРИЛОВА Наталья Николаевна
Российский химико-технологический
университет им. Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: ngavrilova@muctr.ru

ГАГИЕВА Светлана Чермонова
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: sgagieva@yandex.ru

ГАДЖИЕВ Гурбан
Институт химических проблем
им. М.Ф. Нагиева НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: hacigurban@mail.ru

ГАЙДАЙ Наталия Александровна
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: gaidai@server.ioc.ac.ru

ГАРИЕВА Гульназ Фаниловна
ООО «Ишимбайский специализированный
химический завод катализаторов»
Ишимбай
E-mail: export@kntgroup.ru

ГАСАНОВ Ариф Гасанович
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: ilgar.ayyubov@mail.ru

ГАСАНОВА Фаргана Чингиз
Азербайджанская государственная
нефтяная академия
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: vagif_bagiev@yahoo.com

ГЕРАСЕВ Александр Петрович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: a.gerasev@ngs.ru

ГЕРЗЕЛИЕВ Ильяс Магомедович
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: gerzeliev@ips.ac.ru

ГЕРУНОВА Ирина Исмаиловна
ООО "Каталитические Системы"
Салават
E-mail: hnv@skatz.ru

ГЕХМАН Александр Ефимович
Институт общей и неорганической химии
им. Н.С. Курнакова РАН
Москва
E-mail: gekhman@igic.ras.ru

ГИЗЕТДИНОВА Анастасия Федоровна
ОАО "Ангарский завод катализаторов и
органического синтеза"
Ангарск
E-mail: GizetdinovaAF@anhk.rosneft.ru

ГЛАДЫШЕВ Николай Григорьевич
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: nick.gladishev@yandex.ru

ГЛАЗКО Илья Леонидович
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: kinterm@samgtu.ru

ГОГИН Леонид Львович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: gogin@analysis.ru

ГОЛИНСКИЙ Дмитрий Владимирович
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: goldim@ihcp.oscsbras.ru

ГОЛОВКО Анатолий Кузьмич
Институт химии нефти СО РАН
Томск
E-mail: golovko@ipc.tsc.ru

ГОЛОСМАН Евгений Зиновьевич
ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР"
Новомосковск
E-mail: evgolosman@yandex.ru

ГОЛУБИНА Елена Владимировна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: golubina@kge.msu.ru

ГОРДИНА Наталья Евгеньевна
Ивановский государственный химико-
технологический университет
Иваново
E-mail: gordina@isuct.ru

**ГОРШКОВ-КАНТАКУЗЕН Владимир
Александрович**
МИТХТ им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: v.tsigankov@yandex.ru

ГРАБЧЕНКО Мария Владимировна
Томский государственный университет
Томск
E-mail: marygra@mail.ru

ГРИГОРЬЕВ Сергей Александрович
Национальный исследовательский
университет "МЭИ"
Москва
E-mail: sergei_grigoriev@yahoo.com

ГРИГОРЬЕВА Нелля Геннадьевна
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: ngg-ink@mail.ru

ГРИНЬКО Валерий Васильевич
Институт проблем технологии
микроэлектроники и особочистых
материалов РАН
Черноголовка
E-mail: grinko@iptm.ru

ГРИШИН Максим Вячеславович
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: mvgrishin68@mail.ru

ГРУДАНОВА Алёна Игоревна
ОАО "Всероссийский научно-
исследовательский институт
по переработке нефти"
Москва
E-mail: GrudanovaAI@vniinp.ru

ГРУШОВА Евгения Ивановна
Белорусский государственный
технологический университет
Минск, Республика Беларусь
E-mail: grushova.e@mail.ru

ГРЯЗНОВ Кирилл Олегович
Технологический институт сверхтвердых
и новых углеродных материалов,
Троицк
E-mail: info@tisnum.ru

ГУБАНОВ Михаил Александрович
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: gubanov@ips.ac.ru

ГУЛЯЕВА Людмила Алексеевна
ОАО "Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти"
Москва
E-mail: olgavniinp@mail.ru

ГУСЕЙНОВА Ильхама Садрановна
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: ilhama_guseynova@mail.ru

ГУСЕЙНОВА Эльвира Анверовна
Азербайджанская государственная нефтяная академия
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: elvira_huseynova@mail.ru

ГУСЕЛЬНИКОВ Алексей Владимирович
ООО "ЭЛЕМЕНТ",
Екатеринбург
E-mail:

ДАДАХОДЖАЕВ Абдулла Турсунович
ОАО "Максам-Чирчик"
Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: innovatsiya@uks.uz

ДАДАШОВА Нармин Расим
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: Dadasova_17@hotmail.com

ДАНОВ Сергей Михайлович
Дзержинский политехнический институт (филиал) «Нижегородский государственный технический университет»
Дзержинск
E-mail: fedosov_alex@rambler.ru

ДЕГТЯРЁВА Евгения Сергеевна
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: ed@ioc.ac.ru

ДЕМЕНТЬЕВА Оксана Сергеевна
Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: dementyeva@ips.ac.ru

ДЕМИДОВ Михаил Борисович
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
Новосибирск
E-mail: demidov@catalysis.ru

ДЕМИДОВА Юлия Сергеевна
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
Новосибирск
E-mail: yulia.s.demidova@gmail.com

ДЕНИСОВ Сергей Петрович
ООО "Экоальянс"
Новоуральск
E-mail: spden@inbox.ru

ДЖАБРАИЛЗАДЕ Шейнем Закир
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: cebrayilzadeshebnem@rambler.ru

ДЖЕМИЛЕВ Усеин Меметович
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: Ink@anrb.ru

ДЗЕРЖИНСКИЙ Рюрик Владимирович
ЗАО "Электрокерамика"
Раменское
E-mail: info-elker@yandex.ru

ДОБРЫНКИН Николай Михайлович
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
Новосибирск
E-mail: dbn@catalysis.ru

ДОРОХОВ Виктор Сергеевич
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: viktor.s.dorokhov@yandex.ru

ДОСМАГАМБЕТОВА Инкар Балтабаевна
КазНУ им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: srkonuspayev@mail.ru

ДРОВОСЕКОВ Андрей Борисович
Институт физической химии и электрохимии
РАН им. А.Н. Фрумкина
Москва
E-mail: drovosekov_andr@mail.ru

ДРОЗДОВ Владимир Анисимович
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: kriaghev@ihcp.ru

ДУЛЬНЕВ Алексей Викторович
ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР"
Новомосковск
E-mail: evgolosman@yandex.ru

ДУТОВ Валерий Владимирович
Томский государственный университет
Томск
E-mail: dutov_valeriy@mail.ru

ДЫХНЕНКО Лариса
SPECS Surface Nano Analysis GmbH
Берлин, Германия
E-mail: Larisa.Dykhnenko@specs.com

ЕГОРОВА Екатерина Владимировна
Московская государственная академия тонкой
химической технологии им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: egorova1412@mail.ru

ЕГОРОВА Светлана Робертовна
Казанский (приволжский) федеральный
университет
Казань
E-mail: Segorova@rambler.ru

ЕЛИСЕЕВ Олег Леонидович
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: oleg@ioc.ac.ru

ЕНИКЕЕВА Лениза Васимовна
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: leniza.enikeeva@gmail.com

ЕНИЛИНА Наталья
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: lipp85@mail.ru

ЕРЕМИНА Юлия Владимировна
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: eremina-htpng@mail.ru

ЕРЁМЕНКО Николай Кондратьевич
Институт углехимии
и химического материаловедения СО РАН
Кемерово
E-mail: iccms_id@rambler.ru

ЕРМИЛОВА Маргарита Мееровна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: ermilova@ips.ac.ru

ЕСМУРЗАЕВА Нурлырыз Нагашыбаевна
Казахский национальный технический
университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: nurlykyz@mail.ru

**ЖАРМАГАМБЕТОВА Алима
Кайнекеевна**
Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: zhalima@mail.ru

ЖАРОВА Полина Александровна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: zharova@ips.ac.ru

ЖИЖИНА Елена Георгиевна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: zhizh@catalysis.ru

ЖИЛИЯЕВА Наталья Анатольевна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: zhilyaeva@ips.ac.ru

ЗАБАЛОВ Максим Вячеславович
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: zabalov@mail.ru

ЗАБОРЦЕВ Григорий Михайлович
Новосибирский филиал ОАО "ГСПИ"-
Новосибирский "ВНИПИЭТ"
Новосибирск
E-mail: zgm@vniipiet-nsk.ru

ЗАКИРОВА Ирина Владимировна
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: 4ira_89@mail.ru

ЗАЛЯЛИЕВ Рустем Фаргатович
Казанский (приволжский) федеральный
университет
Казань
E-mail: zalyaliev.r@gmail.com

ЗАМАРАЕВА Людмила Александровна
МБНФ им. К.И. Замараева
Москва
E-mail: mila.zamaraeva@gmail.com

ЗАРБАЛИЕВ Ризван
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: safa.abasov@rambler.ru

ЗАХАРОВ Вадим Петрович
Башкирский государственный университет
Уфа
E-mail: Zaharovvp@mail.ru

ЗВУКОВА Тамара Михайловна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова,
Москва
E-mail: tmzvukova@yandex.ru

ЗОЛОТУХИНА Анна Владимировна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: anisole@yandex.ru

ЗОТОВ Руслан Анатольевич
ООО "НИОСТ"
Томск
E-mail: zra@niost.ru

ЗУБАВИЧУС Ян Витаутасович
Национальный Исследовательский Центр
"Курчатовский институт"
Москва
E-mail: yzubav@googlemail.com

ЗУЛЬФУГАРОВА Сима Мамед кызы
Институт химических проблем
им. М.Ф. Нагиева
НАН Азербайджана
Баку, Азербайджан
E-mail: zsm07@mail.ru

ИВАНОВ Александр Владимирович
ЗАО "Хальдор Топсе"
Москва
E-mail: avi@topsoe.ru

ИВАНОВ Андрей Викторович
Иркутский институт химии
им. А.Е. Фаворского СО РАН
Иркутск
E-mail: ivanov@irioch.irk.ru

ИВАНОВ Дмитрий Петрович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: divan@catalysis.ru

ИВАНОВА Ирина Игоревна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: IIVanova@phys.chem.msu.ru

ИВАНЦОВ Михаил Иванович
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: mihivants@rambler.ru

ИВАНЧИНА Эмилия Дмитриевна
Томский политехнический университет
Томск
E-mail: ied@tpu.ru

ИВАШКИНА Елена Николаевна
Томский политехнический университет
Томск
E-mail: ivashkinaen@tpu.ru

ИЗААК Татьяна Ивановна
Томский государственный университет
Томск
E-mail: taina_i@mail.ru

ЗИЯДУЛЛАЕВ Одилжон Эгамбердиевич
Ташкентский химико-технологический институт
Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: bulak200@yandex.ru

ИЛОЛОВ Ахмадшо
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: ilolov2@gmail.com

ИЛЫН Александр Александрович
Ивановский государственный химико-технологический университет
Иваново
E-mail: llyin@isuct.ru

ИЛЫЧЕВ Александр Николаевич
Институт химической физики РАН
Москва
E-mail: ilichev-an@mail.ru

ИЛЪЯСОВ Ильдар Равильевич
Казанский (приволжский) федеральный университет
Казань
E-mail: ilildar@yandex.ru

ИНОЗЕМЦЕВА Елизавета Андреевна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: lisa_ai@list.ru

ИСАЕВ Абдулгалим Будаевич
Дагестанский государственный университет
Махачкала
E-mail: abdul-77@yandex.ru

ИСЛАМОВ Денис
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: islamov19@gmail.com

ИСМАГИЛОВ Зинфер Ришатович
Институт углехимии и химического
материаловедения СО РАН
Кемерово
E-mail: ismagilovZR@iccms.sbras.ru

ИСМАИЛОВ Этибар Гуммат
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Азербайджан
E-mail: etibar.ismailov@gmail.com

ИСУПОВА Любовь Александровна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: isupova@catalysis.ru

ИТКУЛОВА Шолпан Сембаевна
Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: sholpan.itkulova@gmail.com

ИШУТЕНКО Дарья Игоревна
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: dasha.ishutenko@gmail.com

КАБАЧКОВ Евгений Николаевич
Институт проблем химической физики РАН
Черноголовка
E-mail: gurov@icp.ac.ru

КАДИЕВА Малкан Хусанновна
Институт нефтехимического синтеза
им. А. В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: mkadieva@ips.ac.ru

КАДОМЦЕВА Алёна
НГТУ им. Р.Е.Алексеева
Нижний Новгород
E-mail: alena-kad@rambler.ru

КАЗАНЦЕВ Кирилл Витальевич
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: xelvete@mail.ru

КАЗБАНОВА Анастасия Валериевна
Институт химии и химической технологии
СО РАН
Красноярск
E-mail: lab9team@rambler.ru

КАИЧЕВ Василий Васильевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: vvk@catalysis.ru

КАЛЕН Азамат Маратулы
КазНУ им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: aza.kalen_91@mail.ru

КАЛИНКИН Петр Николаевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: kalinka@ngs.ru

КАПУСТИН Владимир Михайлович
ОАО "ВНИПИнефть"
Москва
E-mail: VladimirKapustin@vniplineft.ru

КАРАВАНОВ Андрей Николаевич
ОАО "НК "Роснефть"
Москва
E-mail: a_karavanov@rasneft.ru

КАРАГИЧЕВ Игорь Михайлович
Нефтехимический Холдинг САНОРС
Новокуйбышевск
E-mail: murzinatk@sannors.ru

КАРАХАНОВ Эдуард Аветисович
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: kar@petrol.chem.msu.ru

КАРПЕНКО Тимофей Владимирович
ОАО "НПП Нефтехим"
Краснодар
E-mail: info@nefthim.ru

КАРПОВ Сергей Витальевич
Институт проблем химической физики РАН
Черноголовка
E-mail: svkarpov@icp.ac.ru

КАРЫМОВА Рашида Хафизовна
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: rtkkl1@yandex.ru

КАСАИКИНА Ольга Тарасовна
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: okasai@yandex.ru

КАСУМЗАДЕ Эльмира Алиага гызы
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: elmiral123@rambler.ru

КАСУМОВА Кёнул Мурват
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: kenul.qasimova@gmail.com

КАЧУРОВСКИЙ Юрий Адамович
ЗАО "ЭПАК-Сервис"
Омск
E-mail: basova@erac.ru

КЕРЖЕНЦЕВ Михаил Анатольевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: ma_k@catalysis.ru

КИМ Ольга Клементьевна

Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: kimolya82@mail.ru

КИРСАНКИН Андрей

Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: kirsankin@mail.ru

КИРЬЯНОВ Дмитрий Иванович

Институт проблем переработки углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: lsmt-omsk@yandex.ru

КИСЕЛЕВ Артем Евгеньевич

Ивановский государственный химико-технологический университет
Иваново
E-mail: fullerene@inbox.ru

КИСЕЛЕВА Татьяна Петровна

ОАО "Ангарский завод катализаторов и органического синтеза"
Ангарск
E-mail: kiss-el.81@yandex.ru

КЛЕЙМЕНОВ Андрей Владимирович

ОАО "Газпром нефть"
Санкт Петербург
E-mail: Petrushenko.IV@gazprom-neft.ru

КЛИМОЧКИН Юрий Николаевич

Самарский государственный технический университет
Самара
E-mail: orgphosphorus@yandex.ru

КЛЮСА Марина Александровна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: kma@catalysis.ru

КЛЯМКИНА Алла Нисоновна

Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: klyamkina@chph.ras.ru

КНЯЗЕВА Елена Евгеньевна

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: eknayzeva62@mail.ru

КОВАЛЕНКО Галина Артемьевна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: galina@catalysis.ru

КОВАЛЕНКО Елена Юрьевна

Институт химии нефти СО РАН
Томск
E-mail: azot@ipc.tsc.ru

КОВАЛЕНКО Ольга Николаевна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: oven@catalysis.ru

КОВТУНОВ Кирилл Викторович

Институт "Международный томографический центр" СО РАН
Новосибирск
E-mail: kovtunov@tomo.nsc.ru

КОВЯЗИН Павел Викторович

Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: kpv38@mail.ru

КОГАН Виктор Миронович

Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: vmk@ioc.ac.ru

КОЖЕВНИКОВ Иван Вячеславович

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: kiv@catalysis.ru

КОЗЛОВА Екатерина Александровна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: kozlova@catalysis.ru

КОЛТУНОВ Константин Юрьевич

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: koltunov@catalysis.ru

КОМИССАРЕНКО Дмитрий Александрович

Российский государственный университет
нефти и газа имени И.М. Губкина
Москва
E-mail: komissarenko.d@gmail.com

КОМОВА Оксана Валентиновна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: komova@catalysis.ru

КОННОВ Станислав Владиславович

Институт нефтехимического синтеза
им. А. В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: konnov_sv@ips.ac.ru

КОНОВАЛОВ Виктор Викторович

Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: konaovalov-samgtu@ya.ru

КОНСТАНТИНОВ Григорий Игоревич

Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: konstantinov@ips.ac.ru

КОНУСПАЕВ Сапаркали Ретаевич

КазНУ им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: srkonuspayev@mail.ru

КОНЬКОВА Татьяна Владимировна

Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: el-liberman@mail.ru

КОПЫТИН Антон Андреевич

ЗАО "Самарский завод катализаторов"
п. Новосемейкино
E-mail: info@szk-samara.ru

КОСИВЦОВ Юрий Юрьевич

Тверской государственный технический
университет
Тверь
E-mail: sulman@online.tver.ru

КОТЕЛЬНИКОВ Георгий Романович

ОАО Научно-исследовательский институт
"Ярсинтез"
Ярославль
E-mail: kotelnikov@yarsintez.ru

КОХАНОВСКАЯ Ольга Алексеевна

Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: olesyashsh@rambler.ru

КОШЕЛЬ Георгий Николаевич

Ярославский государственный
технический университет
Ярославль
E-mail: koshelgn@ystu.ru

КОШКИН Алексей Геннадьевич

Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: el-liberman@mail.ru

КРАСИЛЬНИКОВА Людмила Александровна

ОАО "Всероссийский научно-
исследовательский институт
по переработке нефти"
Москва
E-mail: KrasilnikovaLA@vniinp.ru

КРАСНИКОВ Дмитрий Викторович

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: krasnikovdmitry@gmail.com

КРАСНЫХ Евгений Леонидович

Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: kinterm@samgtu.ru

КРИВЦОВА Надежда

Томский политехнический университет
Томск
E-mail: Krivtcova@tpu.ru

КРОЛЬ Олеся Владимировна

Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: ole-jolie@yandex.ru

КРУГЛОВА Мария Александровна

ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР"
Новомосковск
E-mail: ma_kruglova@mail.ru

КРУГЛЯКОВ Василий Юрьевич

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: krugl@catalysis.ru

КРУГОВОВ Дмитрий Александрович

Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: kagur1982@mail.ru

КРУТСКИХ Вячеслав Михайлович

Институт физической химии и электрохимии
РАН им. А.Н. Фрумкина
Москва
E-mail: krut_ipc@bk.ru

КРЫЛОВА Наталья Сергеевна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
E-mail: krylova@catalysis.ru

КРЮЧКОВА Татьяна Алексеевна

Российский университет дружбы народов
Москва
E-mail: tatanakruchkova@mail.ru

КУДАЙБЕРГЕНОВ Саркыт Елеkenovich

Казахский национальный технический
университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: nurlykyz@mail.ru

КУЗНЕЦОВ Борис Николаевич

Институт химии и химической технологии
СО РАН
Красноярск
E-mail: bnk@icct.ru

КУЗНЕЦОВ Владимир Львович

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: kuznet@catalysis.ru

КУЗНЕЦОВА Наталья Николаевна

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: vvlunin@kge.msu.ru

КУКЛИН Сергей Николаевич

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: kuklinsergey.msu@gmail.com

КУЛАГИНА Мария Алексеевна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: kulagina_ma92@mail.ru

КУЛАКОВА Инна Ивановна

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: kulakova@petrol.chem.msu.ru

КУЛИКОВ Альберт Борисович

Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: akulikov@ips.ac.ru

КУЛИКОВА Майя Валерьевна

Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: m_krylova@ips.ac.ru

КУЛИКОВСКАЯ Нина Александровна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: kulik@catalysis.ru

КУНГУРОВА Ольга Анатольевна

Томский государственный университет
Томск
E-mail: olya-sky@inbox.ru

КУСТОВ Александр Леонидович
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: kyst@list.ru

КУСТОВ Леонид Модестович
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: lmk@ioc.ac.ru

КУТЕПОВ Борис Иванович
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: MaratRadikovich@mail.ru

КУЧИН Александр Васильевич
Институт химии Коми НЦ УрО РАН
Сыктывкар
E-mail: kutchin-av@mail.ru

ЛАВРЕНОВ Александр Валентинович
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: lavr@ihcp.ru

ЛАМБЕРОВ Александр Адольфович
Казанский (приволжский) федеральный
университет
Казань
E-mail: Lamberov@list.ru

ЛАПУШКИН Михаил Николаевич
Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе РАН
Санкт-Петербург
E-mail: Lapushkin@ms.ioffe.rssi.ru

ЛАПШИН Александр Николаевич
ООО «Брукер»
Москва
E-mail: lapshin@bruker.ru

ЛАПШИНА Юлия Александровна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: lapshina@ips.ac.ru

ЛАРИНА Елизавета Владимировна
Иркутский государственный университет
Иркутск
E-mail: anna_arkadyevna@mail.ru

ЛАРИЧЕВ Юрий Васильевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: ylarichev@gmail.com

ЛАСКИН Артём Игоревич
Казанский (приволжский) федеральный
университет
Казань
E-mail: artemka166@mail.ru

ЛЕБЕДЕВА Марина Валерьевна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: lebedeva@catalysis.ru

ЛЕВАНОВА Светлана Васильевна
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: kinterm@samgtu.ru

ЛЕВИН Олег Владимирович
ООО "НЗК"
Новокуйбышевск
E-mail: sekr-nzk@nk.rosneft.ru

ЛЕВИНБУК Михаил Исаакович
РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
Москва
E-mail: levinbuk.mi@gmail.com

ЛИБЕРМАН Елена Юрьевна
Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: el-liberman@mail.ru

ЛИН Галина Ивановна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: lin@ips.ac.ru

ЛИПИН Петр Владимирович

Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: lipin@ihcp.ru

ЛИСИЧКИН Георгий Васильевич

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: lisich@petrol.chem.msu.ru

ЛИТВЯКОВА Наталья Николаевна

Томский государственный университет
Томск
E-mail: natlitv93@yandex.ru

ЛИХОЛОБОВ Владимир Александрович

Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: val@ihcp.oscsbras.ru

ЛОКТЕВА Екатерина Сергеевна

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: les@kge.msu.ru

ЛОМОНОСОВ Владимир Игоревич

Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: vlomonosov@schag.ru

ЛУКИН Михаил Викторович

Ивановский государственный химико-
технологический университет
Иваново
E-mail: luckmv@mail.ru

ЛУКИЯНЧУК Ирина Викторовна

Институт химии ДВО РАН
Владивосток
E-mail: lukiyanchuk@ich.dvo.ru

ЛУНИН Валерий Васильевич

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: vvlunin@kge.msu.ru

МАВЛИХАНОВ Эдуард Жорисович

ООО "Каталитические Системы"
Салават
E-mail: hnv@skatz.ru

МАГОМЕДОВА Мария Владимировна

Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: podlesnaya@ips.ac.ru

МАКАРЯН Ирэн Арменовна

Институт проблем химической физики РАН
Черноголовка
E-mail: irenmak@icp.ac.ru

МАКИЕНКО Сергей Геннадьевич

ООО "Химтек-Инжиниринг"
Екатеринбург
E-mail: lulinskaya@mail.ru

МАКСИМОВ Антон Львович

Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: max@ips.ac.ru

МАКСИМОВ Николай Михайлович

Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: maximovnm@mail.ru

МАЛЫШЕВ Александр

SASOL Germany GmbH
Гамбург, Германия
E-mail: alexander.malyschew@de.sasol.com

МАМЕДОВА Малахат Таги

Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: memmedova-melahet@mail.ru

МАМЕДОВА Нармин Мариф

Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: ximicka@rambler.ru

МАМОНТОВ Григорий Владимирович
Томский государственный университет
Томск
E-mail: GrigoriyMamontov@mail.ru

МАНАФОВ Манаф Ризван оглы
Институт химических проблем
им. М.Ф. Нагиева НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: mmanafov@gmail.com

МАРКОВ Павел Викторович
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: markovp@mail.ru

МАРТЫНЕНКО Евгения Андреевна
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: evgeniya_martynenko@rambler.ru

МАРТЬЯНОВ Олег Николаевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: oleg@catalysis.ru

МАСЕНОВА Алма Тулегеновна
Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: almasenova@mail.ru

МАСЛАКОВ Константин Игоревич
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: el-liberman@mail.ru

МАССАЛИМОВА Бакытгуль Кабыкеновна
Аркалыкский государственный
педагогический институт
им. И. Алтынсарина
Аркалык, Республика Казахстан
E-mail: massalimova15@mail.ru

МАТВЕЕВА Валентина Геннадьевна
Тверской государственный технический
университет
Тверь
E-mail: matveeva@science.tver.ru

МАТУС Екатерина Владимировна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: matus@catalysis.ru

МАШКОВСКИЙ Игорь Сергеевич
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: igormash@gmail.com

МЕДВЕДЕВ Дмитрий Александрович
ООО "Каталитические Системы"
Салават
E-mail: hnv@skatz.ru

МЕНГЕЛЕ Елена Алексеевна
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: elena-mengele@yandex.ru

МЕРКИН Александр Александрович
Ивановский государственный химико-
технологический университет
Иваново
E-mail: physchem@isuct.ru

МЕРКУШКИН Николай Иванович
Правительство Самарской области
Самара
E-mail: governor@samara.ru

МИКАЕЛЯН Арам Размикович
Государственный инженерный университет
Армении
Ереван, Республика Армения
E-mail: aramrm@seua.am

МИНАЕВ Павел Петрович
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: pavelpminaev@yandex.ru

МИНЮКОВА Татьяна Петровна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: min@catalysis.ru

МИРЗАИ Джабраил Исрафил
Азербайджанская государственная нефтяная академия
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: vagif_bagiev@yahoo.com

МИРОНЕНКО Анатолий Владимирович
Институт проблем горения
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: anamir.48@mail.ru

МИРОНЕНКО Олеся Олеговна
Институт проблем переработки углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: olesyashsh@rambler.ru

МИТИНА Елена Геннадьевна
Самарский государственный университет
Самара
E-mail: ktyfvbn@mail.ru

МИТРОФАНОВА Алла Николаевна
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: alla.mit2013@yandex.ru

МИХАЙЛИЧЕНКО Анатолий Игнатьевич
Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: el-liberman@mail.ru

МИХАЛЕНКО Ирина Ивановна
Российский университет дружбы народов
Москва
E-mail: imikhhalenko@mail.ru

МИШАКОВ Илья Владимирович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: mishakov@catalysis.ru

МОЖАЕВ Александр Владимирович
Самарский государственный технический университет
Самара
E-mail: aleks.mozhaev@gmail.com

МОРДКОВИЧ Владимир Зальманович
Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов,
ООО ИНФРА-технологии
Троицк
E-mail: mordkovich@yandex.ru

МОРОЗОВ Лев Николаевич
Ивановский государственный химико-технологический университет
Иваново
E-mail: morozov-ln@yandex.ru

МОРОЗОВ Сергей Дмитриевич
ООО "Экоальянс"
Новоуральск
E-mail: alikin@eco-nu.ru

МУРЗИН Вадим Юрьевич
Национальный Исследовательский Центр "Курчатовский институт"
Москва
E-mail: vadim.murzin@gmail.com

МУРЗИН Дмитрий Юрьевич
Университет Або Академи
Турку, Финляндия
E-mail: dmurzin@abo.fi

МУРСАЛОВ Низами Ибрагим
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: nizamimursalli@rambler.ru

МУХАМБЕТОВ Ильдар Николаевич
Казанский федеральный университет
Казань
E-mail: hello_@bk.ru

МУХТАРОВА Гюльбениз Сиявуш кызы
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: gulermuxtarova@yahoo.com

МШАР Александр Михайлович
ООО "РН-Драгмет"
Москва
E-mail: ikryakvina@rndragmet.ru

МЫЛТЫКБАЕВА Лаура Каденовна
КазНУ им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: ergazieva_g@mail.ru

МЫТАРЕВА Алина Игоревна
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: malina1308@yandex.ru

НАВАЛИХИНА Марина Дмитриевна
Объединённый институт высоких
температур РАН
Москва
E-mail: marnav38@ Rambler.ru

НАГУРЯНСКАЯ Юлия Николаевна
Санкт-Петербургский государственный
технологический институт
(Технический университет)
Санкт-Петербург
E-mail: yulchik-n@yandex.ru

НАЗАРОВ Максим Владиславович
Казанский (приволжский) федеральный
университет
Казань
E-mail: humic-acid@mail.ru

НАРАНОВ Евгений Русланович
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: naranov@petrol.chem.msu.ru

НАРОЧНЫЙ Григорий Борисович
Южно-Российский государственный
технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)
Новочеркасск
E-mail: narochgb@bk.ru

НАРТОВА Анна Владимировна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: nartova@catalysis.ru

НАСИБОВА Гюнай Гамбаровна
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: aygunphd@gmail.com

НАСУЛЛАЕВ Хикматулло Абдулазизович
Узбекский Научно-исследовательский
химико-фармацевтический институт
Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: xnasullaev@mail.ru

НАУМКИН Александр Васильевич
ИНОЭС РАН им. А.Н. Несмеянова
Москва
E-mail: el-liberman@mail.ru

НЕДОРЕЗОВА Полина Михайловна
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: polned@mail.ru

НЕНАЙДЕНКО Валентин Георгиевич
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: nenajdenko@gmail.com

НЕСТЕРОВА Татьяна Николаевна
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: nesterovatn@yandex.ru

НЕЦКИНА Ольга Владимировна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: netskina@catalysis.ru

НИКОЛАЕВ Александр Игоревич
Московская государственная академия тонкой
химической технологии им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: nicolaevai@mail.ru

НИКОЛАЕВ Анатолий Иванович
Институт химии и технологии редких
элементов КНЦ РАН
Апатиты
E-mail: nikol_ai@chemy.kolasc.net.ru

НИКОЛАЕВ Сергей Александрович
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: serge2000@rambler.ru

НИКОЛАЕВА Елена Владимировна
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: lenafadeeva@mail.ru

НИКОШВИЛИ Линда Жановна
Тверской государственный технический
университет
Тверь
E-mail: nlinda@science.tver.ru

НИКУЛЬШИН Павел Анатольевич
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: p.a.nikulshin@gmail.com

НИНДАКОВА Лидия Очировна
Иркутский государственный технический
университет
Иркутск
E-mail: nindakova@istu.edu

НОВИКОВА Ксения Сергеевна
Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова
Новочеркасск
E-mail: kcenia-4@mail.ru

НОСКОВ Александр Степанович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: noskov@catalysis.ru

НУРУЛЛИНА Наталья Михайловна
Казанский национальный исследовательский
технологический университет
Казань
E-mail: nyurullina@mail.ru

ОБЫСОВ Анатолий Васильевич
ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР"
Новомосковск
E-mail: ma_kruglova@mail.ru

ОДИНЦОВ Александр Андреевич
Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: AlexanderOdintsov@yandex.ru

ОНИЩЕНКО Мария Игоревна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: onishchenko@ips.ac.ru

ОРЕХОВ Сергей Валерьевич
Дзержинский политехнический институт
(филиал) «Нижегородский государственный
технический университет»
Дзержинск
E-mail: fedosov_alex@ramble.ru

ОРЕХОВА Наталья Всеволодовна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: orekhova@ips.ac.ru

ОСПАНОВА Аля Капановна
КазНУ им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: ospanova_a@mail.ru

ОСТРОУШКО Александр Александрович
Уральский федеральный университет
Екатеринбург
E-mail: alexander.ostroushko@urfu.ru

ОХЛОПКОВА Людмила Борисовна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: mila65@catalysis.ru

ПАВЛОВА Татьяна Леонидовна
Санкт-Петербургский государственный
технологический институт
(технический университет)
Санкт Петербург
E-mail: pavlovat175@mail.ru

ПАЙ Зинаида Петровна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: zpai@catalysis.ru

ПАРМОН Валентин Николаевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: parmon@catalysis.ru

ПАРФЕНОВА Елена Геннадьевна
ЗАО "Сибур-Химпром"
Пермь
E-mail: e.parfenova@siburperm.ru

ПАХОМОВ Алексей Владимирович
ООО "РН-Драгмет"
Москва
E-mail: pakhomov@mdragmet.ru

ПАШКОВ Владимир Владимирович
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: pvv@ihcp.ru

ПЕРМЯКОВ Евгений Александрович
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: permeakra@gmail.com

ПЕТИН Андрей Александрович
ЗАО "НТЦ углеродных материалов"
Омск
E-mail: andrey.petin@omskcarbon.com

ПЕТРОВ Антон Юрьевич
Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: antony.petrov@gmail.com

**ПЕТРОВСКИЙ Станислав
Константинович**
Иркутский государственный университет
Иркутск
E-mail: stas1234567892007@yandex.ru

ПЕЧЕНКИН Алексей Александрович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: makrill@yandex.ru

ПИМЕРЗИН Алексей Андреевич
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: al.pimerzin@gmail.com

ПИМЕРЗИН Андрей Алексеевич
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: pimerzin@sstu.smr.ru

ПИРИЕВА Хазангюль Балагадаш
Институт Нефтехимических Процессов НАН
Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: xazangul.piriyeva@yahoo.com

ПИЧУГИНА Дарья
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: dashapi@mail.ru

ПЛАТОНОВ Игорь Артемьевич
Самарский государственный
технический университет
Самара
E-mail:

ПОДЪЯЧЕВА Ольга Юрьевна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: pod@catalysis.ru

ПОЛИМБЕТОВА Гульшара
АО "Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского"
Алматы, Казахстан
E-mail: abdreimova_r@mail.ru

ПОЛЫНСКАЯ Юлия Геннадьевна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: julia.g.snyga@gmail.com

ПОМОГАЙЛО Анатолий Дмитриевич
Институт проблем химической физики РАН
Черноголовка
E-mail: adpomog@icp.ac.ru

ПОНОМАРЕВА Екатерина Алексеевна
Московская государственная академия тонкой
химической технологии им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: katerinaii@inbox.ru

ПОНОМАРЕВА Ольга Александровна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: oaonomareva@phys.chem.msu.ru

ПОПОВ Сергей Александрович
Новосибирский институт органической химии
им. Н.Н. Ворожцова СО РАН
Новосибирск
E-mail: spopov@nioc.nsc.ru

ПОПОВА Наталья Радиевна
Северный (Арктический) федеральный
университет
Архангельск
E-mail: n.popova@narfu.ru

ПОРТНОВА Светлана Валериевна
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: lipp85@mail.ru

ПОТАПЕНКО Олег Валерьевич
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: potap@ihcp.ru

ПОТАПОВА Людмила Леонидовна
Институт физико-органической химии
НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь
E-mail: potarova_ll@mail.ru

ПРЕДЫБАЙЛО Андрей Викторович
ООО " КРЦ ЭФКО Каскад"
Алексеевка
E-mail: n.ilinskaya@efko.org

ПРИДАТКО Елена
ООО " КРЦ ЭФКО Каскад"
Алексеевка
E-mail: n.ilinskaya@efko.org

ПРИХОДЬКО Сергей Александрович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: spri@catalysis.ru

ПРОКОФЬЕВ Валерий Юрьевич
Ивановский государственный химико-
технологический университет
Иваново
E-mail: pv@isuct.ru

ПУЧКОВ Сергей Семенович
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: kriaghev@ihcp.ru

ПЬЯНОВА Лидия Георгиевна
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: medugli@rambler.ru

РАЗДЬЯКОНОВА Галина Ивановна
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: grazdyakonova@mail.ru

**РАМАЗАНОВ Джамалутдин
Нажмутдинович**
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: ramazanov-d@mail.ru

РАФИКОВА Хадичахан Сабиржановна
Казахстанско-Британский технический
университет
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: hadichahan@mail.ru

РАХИМОВА Елена Борисовна
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: Rakhimovaelena@mail.ru

РЕВИНА Александра Анатольевна
Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: el-liberman@mail.ru

РЕЗНИКОВ Александр Николаевич
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: orgphosphorus@yandex.ru

РЕЗНИЧЕНКО Ирина Дмитриевна
ОАО "Газпром нефть" (Санкт-Петербург)
Санкт Петербург
E-mail: Petrushenko.IV@gazprom-neft.ru

РЗАЕВА Нигяр
Институт Нефтехимических Процессов
НАН Азербайджана
Баку, Азербайджан
E-mail: nika.rzayeva@gmail.com

РИШИНА Лаура Абрамовна
Институт химической физики РАН
Москва
E-mail: rishina@polymer.chph.ras.ru

РОДИКОВА Юлия Анатольевна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: rodikova@catanalysis.ru

РОЗДЯЛОВСКАЯ Татьяна Александровна
Институт технической химии УрО РАН
Пермь
E-mail: rozdta@mail.ru

РОЗЕНЦВЕТ Виктор Александрович
Институт экологии Волжского бассейна РАН
Тольятти
E-mail: rozentsvet@mail.ru

РОМАНЕНКО Юрий Евгеньевич
Ивановский государственный химико-
технологический университет
Иваново
E-mail: SellTheCat@mail.ru

РОМАНОВСКИЙ Борис Васильевич
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова,
Москва
E-mail: bvromanovsky@mail.ru

РОХИН Александр Валерьевич
Иркутский государственный университет
Иркутск
E-mail: irkrav66@gmail.com

РОХИНА Елена Филипповна
Иркутский государственный университет
Иркутск
E-mail: carbon@chem.isu.ru

РУДНЕВ Владимир Сергеевич
Институт химии ДВО РАН
Владивосток
E-mail: rudnevs@ich.dvo.ru

САВЕЛЬЕВА Анна Сергеевна
Томский государственный университет
Томск
E-mail: blokchina_as@mail.ru

САДЫКОВ Владислав Александрович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: sadykov@catanalysis.ru

**САЙГИТБАТАЛОВА Светлана
Шириповна**
Казанский национальный исследовательский
технологический университет
Казань
E-mail: svetk1n@yandex.ru

САЙФУЛЛИНА Луиза Фаридовна
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: luiza@ihcp.ru

САЛАНОВ Алексей Николаевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: salanov@catanalysis.ru

САЛИЕВ Алексей Николаевич
Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова
Новочеркасск
E-mail: anex1988@mail.ru

САЛИН Алексей Валерьевич
Казанский (приволжский) федеральный
университет
Казань
E-mail: salin555@mail.ru

САЛЬНИКОВ Валерий Сергеевич
ООО "Сервис-центр "ХромоСиб"
Омск
E-mail: mail@chromosib.ru

САЛЬНИКОВ Виктор Александрович
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: Victor.salnikov89@gmail.com

САЛЯХОВА Миляуша Акрамовна
Казанский национальный исследовательский
технологический университет
Казань
E-mail: milya_salyah@mail.ru

САРАЕВ Андрей Александрович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: asaraev@catalysis.ru

САРДАРЛЫ Афет Мадат кызы
Институт химических проблем
им. М.Ф. Нагиева НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: afet.sardarly@gmail.com

САРЫДЖАНОВ Алишах Али
Институт химических проблем
им. М.Ф. Нагиева НАН Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: smammadzada@list.ru

СЕВОСТЬЯНОВА Надежда Тенгизовна
Тульский государственный педагогический
университет им. Л.Н. Толстого
Тула
E-mail: pilgrim.tula.ru@gmail.com

СЕДОВ Игорь Владимирович
Институт проблем химической физики РАН
Черноголовка
E-mail: isedov@icp.ac.ru

СЕМЕНОВ Иван Павлович
ООО "ВНИИОС НАУКА"
Москва
E-mail: ifisher@rambler.ru

СЕРГЕЕВ Михаил Олегович
Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: mihail-ol-sergeev@yandex.ru

СЕРГЕЕВА Виктория Евгеньевна
ФБГОУ ВПО Ивановский государственный
химико-технологический университет
Иваново
E-mail: viktorიაowl@mail.ru

СЕРЕБРЯНСКАЯ Анна Петровна
ИХН им. А.Б. Бектурова
Алматы, Казахстан
E-mail: yu.ok@mail.ru

СЕРОВ Юрий Михайлович
Российский университет дружбы народов
Москва
E-mail: jserov2@gmail.com

СИДНЕВ Владимир Борисович
ОАО «Научно-исследовательский институт
«Ярсинтез»
Ярославль
E-mail: sidnev@yarsintez.ru

СИДОРЕНКО Александр Юрьевич
Институт химии новых материалов
НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь
E-mail: camphene@gmail.com

СИЗОВА Ирина Александровна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: isizova@mail.ru

СИМАКОВА Ирина Леонидовна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: simakova@catalysis.ru

СИМЕНЦОВА Ирина Ивановна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: sii@catalysis.ru

СИМОНОВ Михаил Николаевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: smike@catalysis.ru

СИМОНЯН Геворг Саркисович
Ереванский государственный университет
Ереван, Армения
E-mail: sim-gev@mail.ru

СИНЕВ Михаил Юрьевич
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: mysinev@rambler.ru

СИНЁВА Лилия Вадимовна
Технологический институт сверхтвердых и
новых углеродных материалов
Москва
E-mail: sinevalv@tisman.ru

СИРОТИНА Анна Петровна
Компания ТехноИнфо Лтд.
Москва
E-mail: annasiroтина@technoinfo.ru

СКВОРЦОВ Иван Алексеевич
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: sva_06.90@mail.ru

СКРИПОВ Никита Игоревич
Иркутский государственный университет
Иркутск
E-mail: nikita_skrípov@mail.ru

СКУДИН Валерий Всеволодович
Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: skudin51@rambler.ru

СЛАВИНСКАЯ Елена Марковна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: lesla@catalysis.ru

СЛИНЬКО Марина Михайловна
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: slinko@polymer.chph.ras.ru

СМЕЛОВ Станислав Валерьевич
ООО "Химтек-Инжиниринг"
Екатеринбург
E-mail: lulinskaya@mail.ru

СМИРНОВ Владимир Константинович
ООО "Компания КАТАХИМ"
Москва
E-mail: catachem@mtu-net.ru

СМИРНОВ Михаил Юрьевич
Институт катализа СО РАН
Новосибирск
E-mail: smimov@catalysis.ru

СМИРНОВ Николай Николаевич
Ивановский государственный химико-
технологический университет
Иваново
E-mail: nnsmi@mail.ru

СМОЛИКОВ Михаил Дмитриевич
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: smolikov@ihcp.oscsbras.ru

СНЕГУРОВА Виктория Владимировна
ООО "Болид"
Новосибирск
E-mail: otk_bolid@ngs.ru

СОБОЛЕВ Владимир Иванович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: visobo@catalysis.ru

СОБЯНИН Владимир Александрович

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: sobyanin@catalysis.ru

СОКОЛОВ Александр Борисович

Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: spanchbob65@mail.ru

СОЛДАТОВ Анатолий Павлович

Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева
Москва
E-mail: Soldatov@ips.ac.ru

СОЛМАНОВ Павел Сергеевич

Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: spase07@yandex.ru

СОЛОДОВНИЧЕНКО Вера Сергеевна

Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: vsolodovnichenko@gmail.com

СОЛОМОНИК Игорь Григорьевич

Технологический институт сверхтвердых и
новых углеродных материалов,
ООО ИНФРА-технологии
Москва
E-mail: solomonik@tisnum.ru

СОРОКИНА Марина Вадимовна

ЗАО "Электрокерамика"
Раменское
E-mail: info-elker@yandex.ru

СТАРОВЕРОВ Дмитрий Вячеславович

Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: stardv@pxty.ru

СТАРОКОНЬ Евгений Владимирович

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: starokon@catalysis.ru

СТАРЦЕВА Людмила Яковлевна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: star@catalysis.ru

СТАХЕЕВ Александр Юрьевич

Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: st@ioc.ac.ru

СТРИЖАКОВ Дмитрий Александрович

Институт химии новых материалов НАН
Беларуси
Минск, Республика Беларусь
E-mail: Dima-strij@tut.by

СУДЬИН Владислав Витальевич

Компания ТехноИнфо Лтд.
Москва
E-mail: annasirotina@technoinfo.ru

СУКУЛОВА Виктория Васильевна

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: sukulova@catalysis.ru

СУЛЬМАН Михаил Геннадьевич

Тверской государственный технический
университет
Тверь
E-mail: sulman@online.tver.ru

СУЛЬМАН Эсфирь Михайловна

Тверской государственный технический
университет
Тверь
E-mail: sulman@online.tver.ru

СУПРУН Евгений Александрович

Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: suprun@catalysis.ru

СУСЛИКОВА Наталья Михайловна

ООО «Новомичуринский катализаторный
завод»
Новомичуринск, Рязанской области
E-mail: natnik@yandex.ru

СУСЛОВ Дмитрий Сергеевич
Иркутский государственный университет
Иркутск
E-mail: suslov@chem.isu.ru

СУСЛОВА Евгения Викторовна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: suslova@kge.msu.ru

СУТОРМИНА Елена Федоровна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: selenam@catalysis.ru

СУХОРЕБРОВА Ольга Александровна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: sukhorebrova@ips.ac.ru

СУЩЕНКО Екатерина Дмитриевна
Томский государственный университет
Томск
E-mail: konfetty13@mail.ru

СЫЗГАНЦЕВА Ольга Алексеевна
Aalto University
Espoo, Republic of Finland
E-mail: olga.syzgantseva@aalto.fi

ТАГИЕВ Дильгам Бабир Оглы
Секретариат Национальной Академии Наук
Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: etibar.ismailov@gmail.com

ТАЛГАТОВ Эльдар Талгатович
Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: eldar-talगतov@mail.ru

ТАЛЫШИНСКИЙ Рашид Мусаевич
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: talyshinsky@list.ru

ТАРАН Оксана Павловна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: oxanap@catalysis.ru

ТАРХАНОВА Ирина Геннадиевна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: itar_msu@mail.ru

ТАШМУХАМБЕТОВА Женета Халиповна
КазНУ им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: zheneta@mail.ru

ТВЕРДОХЛЕБОВ Владимир Павлович
Сибирский федеральный университет
Красноярск
E-mail: vptverd@mail.ru

ТВЕРИТИНОВА Евгения Александровна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: eatver@mail.ru

ТИТОВА Юлия Юрьевна
Иркутский государственный университет
Иркутск
E-mail: ytitova60@gmail.com

ТИХОНОВ Алексей Яковлевич
Новосибирский институт органической химии
им. Н.Н. Ворожцова СО РАН
Новосибирск
E-mail: alyatikh@nioch.nsc.ru

ТОМИН Виктор Петрович
ОАО "АЗКнОС",
Ангарск
E-mail: TominVPe@anhk.rosneft.ru

ТОМИНА Наталья Николаевна
Самарский государственный технический
университет
Самара
E-mail: tominann@yandex.ru

ТОРЦЕВА Татьяна Васильевна
Северный (Арктический) федеральный
университет
Архангельск
E-mail: tpovamitsyna@yandex.ru

ТРАВКИНА Ольга Сергеевна
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: simchanka@mail.ru

ТУКТИН Балга Туктиевич
Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: tuktin_balga@mail.ru

ТУНГАТАРОВА Светлана Александровна
Институт органического катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: tungatarova58@mail.ru

ТУПИКОВА Елена Николаевна
Самарский государственный
аэрокосмический университет
им. акад. С.П. Королева
Самара
E-mail: nil-6ssau@mail.ru

ТУРАКУЛОВА Анара Онаркуловна
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: atur@kge.msu.ru

ТУРМУХАНОВА Миргуль Журагатовна
КазНУ им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: t_mirgul@mail.ru

ТУРОВА Ольга Васильевна
Институт органической химии
им. Н.Д. Зелинского РАН
Москва
E-mail: turova@ioc.ac.ru

ТУЧАПСКАЯ Дарья Павловна
Волгоградский филиал
Института катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Волгоград
E-mail: tuchapsky@yandex.ru

ТЮМКИНА Татьяна Викторовна
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: ttvnmr@gmail.com

УДАЛОВА Ольга Владимировна
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: olga_udalova@mail.ru

УДОРАТИНА Елена Васильевна
Институт химии Коми НЦ УрО РАН
Сыктывкар
E-mail: udoratina-ev@chemi.komisc.ru

УЛЬЯНОВА Марина Александровна
ОАО "Корпорация "Росхимзащита"
Тамбов
E-mail: mail@roshimzachita.ru

УМАРОВ Ибраим Шавевич
ОАО "Максам-Чирчик"
Чирчик, Республика Узбекистан
E-mail: innovatsiya@uks.uz

УРЖУНЦЕВ Глеб Александрович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: urg@ngs.ru

УСИКОВА Елена Михайловна
ООО "Болид"
Новосибирск
E-mail: otk_bolid@ngs.ru

УСКОВ Игорь Васильевич
ЗАО "Самарский завод катализаторов"
Самарская область, п. Новосемейкино
E-mail: info@szk-samara.ru

УСПЕНСКАЯ Александра Юрьевна
ЗАО "Редкинский катализаторный завод"
Москва
E-mail: redk_catalys@bk.ru

ФАДЕЕВ Вадим Владимирович
ООО "РН-ЦИР"
Москва
E-mail: fadeevVV@rn-rdc.ru

ФАЙНГОЛЬД Евгений Ефимович

Институт проблем химической физики РАН
Черноголовка
E-mail: fevgeny@mail.ru

ФЕДОРОВА Евгения Дмитриевна

Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: jane@ihcp.ru

ФЕДОСОВ Алексей Евгеньевич

Дзержинский политехнический институт
(филиал) «Нижегородский государственный
технический университет»
Дзержинск
E-mail: fedosov_alex@rambler.ru

ФЕДОСОВА Марина Евгеньевна

Дзержинский политехнический институт
(филиал) «Нижегородский государственный
технический университет»
Дзержинск
E-mail: fedosov_alex@rambler.ru

ФЕДОТОВ Алексей Станиславович

Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева, РАН
Москва
E-mail: alexey.fedotov@ips.ac.ru

ФЕДОТОВ Анатолий Валентинович

ЗАО "Электрокерамика"
Раменское
E-mail: info-elker@yandex.ru

ФЕДОТОВ Владислав Харитонович

Чувашский государственный университет
Чебоксары
E-mail: fvh@inbox.ru

ФЕДУЩАК Таисия Александровна

Институт химии нефти СО РАН
Томск
E-mail: taina@ipc.tsc.ru

ФЕСИК Елена Валерьевна

Самарский государственный
аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева
Самара
E-mail: 1707-fesik@mail.ru

ФИЛИМОНОВ Алексей Сергеевич

Московская государственная академия тонкой
химической технологии им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: filimonov999@mail.ru

ФИЛИПОВА Надежда Александровна

Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: FNA1690@gmail.com

ФИЛИПЧЕНКО Сергей Александрович

ЗАО "РНТ"
Самара
E-mail: rnt-engineering@yandex.ru

ФЛИД Виталий Рафаилович

Московская государственная академия тонкой
химической технологии им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: vitaly-flid@yandex.ru

ФЛИД Марк Рафаилович

НИИЦ "Синтез"
Москва
E-mail: mflid@yandex.ru

ХАБИЕВ Алибек Талгатбекович

Казахский национальный технический
университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: alibek1324@mail.ru

ХАВКИН Всеволод Артурович

ОАО "Всероссийский научно-
исследовательский институт
по переработке нефти"
Москва
E-mail: ushakoavas@vniinp.ru

ХАДЖИЕВ Саламбек Наирович

Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: director@ips.ac.ru

ХАЙРУЛЛИНА Регина Радиевна

Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: reginessa@mail.ru

ХАМИДУЛЛИН Руслан Маратович
ООО "Салаватский катализаторный завод"
Салават
E-mail: hnv@skatz.ru

ХАМИНЕЦ Сергей Георгиевич
Институт физико-органической химии
Национальной академии наук Беларуси
Минск, Республика Беларусь
E-mail: holyfreezer@gmail.com

ХАРЛАМОВА Тамара Сергеевна
Томский государственный университет
Томск
E-mail: kharlamova83@gmail.com

ХАРЛАНОВА Марина Викторовна
ООО " КРЦ ЭФКО Каскад"
Алексеевка
E-mail: n.ilinskaya@efko.org

ХАРРАСОВ Руслан Уралович
Институт нефтехимии и катализа РАН
Уфа
E-mail: xarrasov2010@yandex.ru

ХУДОРОЖКОВ Александр Константинович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: hak@catalysis.ru

ЦОДИКОВ Марк Вениаминович
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: tsodikov@ips.ac.ru

ЦЫГАНКОВ Владимир Николаевич
МИТХТ им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: v.tsigankov@yandex.ru

ЧАЗОВ Андрей Викторович
ООО "ЭЛЕМЕНТ"
Екатеринбург

ЧАРИКОВ Юрий Викторович
Тольяттинский государственный университет
Тольятти
E-mail: y-tcharikov@mail.ru

ЧЕПАЙКИН Евгений Григорьевич
Институт структурной макрокинетики и
проблем материаловедения РАН
Черноголовка
E-mail: echeper@ism.ac.ru

ЧЕРЕЗОВА Елена Николаевна
Казанский государственный технологический
университет
Казань
E-mail: cherezove@rambler.ru

ЧЕРНЯК Сергей Александрович
Институт общей и неорганической химии
им. Н.С. Курнакова РАН
Москва
E-mail: madseriy@mail.ru

ЧИБИРЯЕВ Андрей Михайлович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: chibirv@catalysis.ru

ЧИСТЯКОВ Андрей Валерьевич
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: Chistyakov@ips.ac.ru

ЧУДАКОВА Мария Владимировна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: chudakova@ips.ac.ru

ЧУМАЧЕНКО Юлия Александровна
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: juliana@ihcp.ru

ШАБАЛИН Антон Юрьевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: antony.shabalin@gmail.com

ШАБАНОВ Павел Гаврилович
ООО «Новокуйбышевский завод
катализаторов»
Новокуйбышевск
E-mail: shabanovPG@nk.rosneft.ru

ШАБАНОВА Зумруд Абдулмуталлиб
Институт химических проблем
им. М.Ф. Нагиева НАН Азербайджана
Баку, Азербайджан
E-mail: zumrud-042425-@mail.ru

ШАВАЛЕЕВА Назифа Наилевна
ООО «Научно-технический центр
Салаватнефтеоргсинтез»
Салават
E-mail: nazifashavaleeva@mail.ru

ШАКУН Александр Никитович
ОАО "НПП Нефтехим"
Краснодар
E-mail: info@nefthim.ru

ШАМАНАЕВ Иван Владимирович
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: i.v.shamanaev@gmail.com

ШАПОВАЛОВА Оксана Вячеславовна
Институт химической физики
им. Н.Н. Семенова РАН
Москва
E-mail: hapovalova.oksana@gmail.com

ШАРКИНА Валентина
ООО "НИАП-КАТАЛИЗАТОР"
Новомосковск
E-mail: vesat@yandex.ru

ШАРОВА Екатерина Сергеевна
Томский политехнический университет
Томск
E-mail: sharova@sibmail.com

ШАТИРОВА Махруза Исмаил
Институт полимерных материалов НАНА
Сумгайыт, Республика Азербайджан
E-mail: mshatirova@mail.ru

ШАФИГУЛИН Роман Владимирович
Самарский государственный университет
Самара
E-mail: shafiro@mail.ru

ШАЧЕНКОВА Лариса Николаевна
Институт физико-органической химии
НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь
E-mail: sln13102005@mail.ru

ШВЕЦ Валерий Федорович
Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
Москва
E-mail: shvets@muctr.ru

ШЕВЧЕНКО Галина Георгиевна
Иркутский государственный университет
Иркутск
E-mail: carbon@chem.isu.ru

ШЕКУНОВА Валентина Михайловна
НИИ химии Нижегородского госуниверситета
им. Н.И. Лобачевского
Нижний Новгород
E-mail: shecupova@mail.ru

ШЕШКО Татьяна Федоровна
Российский университет дружбы народов
Москва
E-mail: sheshko@bk.ru

ШИЛИНА Марина Ильинична
Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: shilina_m@mail.ru

ШИЛКОВ Алексей Сергеевич
ООО «Петролеум Технолоджи»
Москва
E-mail: okk@petrotech.ru

ШИПИЛОВ Александр Сергеевич
Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского
Нижний Новгород
E-mail: petkov@uic.nnov.ru

ШИРОКОБОКОВА Галина Николаевна
ООО «Промэнерголаб»
Новоуральск
E-mail: bvc@czl.ru

ШИРЯЕВ Александр Викторович
ООО "Салаватский катализаторный завод"
Салават
E-mail: hnv@skatz.ru

ШИШКОВСКИЙ Игорь
Самарский филиал
Физического института им. П.Н. Лебедева
РАН
Самара
E-mail: shiv@fian.smr.ru

ШКУРЕНКО Вioлетта Андреевна
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: shkurenok@ihcp.ru

ШМАКОВ Александр Николаевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: highres@mail.ru

ШМИДТ Александр Федорович
Иркутский государственный университет
Иркутск
E-mail: aschmidt@chem.isu.ru

ШОР Елена Александровна
Институт химии и химической технологии
СО РАН
Красноярск
E-mail: shor-elena@ Rambler.ru

ШУВАЕВА Мария Александровна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: mas@catalysis.ru

ШУЛЬГИН Илья Вячеславович
ООО "Салаватский катализаторный завод"
Салават
E-mail: hnv@skatz.ru

ШУТКИНА Ольга Викторовна
Институт нефтехимического синтеза
им. А.В. Топчиева РАН
Москва
E-mail: olga.shutkina@gmail.com

ЩУКИН Виктор Петрович
Тольяттинский государственный университет
Тольятти
E-mail: y-tcharikov@mail.ru

ЭЗИНКВО Годвин
Московская государственная академия тонкой
химической технологии им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: godezinkwo@yahoo.com

ЭФЕНДИЕВА Лала
Институт Нефтехимических Процессов НАН
Азербайджана
Баку, Республика Азербайджан
E-mail: efendiyevalm7@mail.ru

ЮГАЙ Ольга Константиновна
ИХН им. А.Б. Бектурова
Алматы, Республика Казахстан
E-mail: yu.ok@mail.ru

ЮНУСОВ Мирахмат Пулатович
Узбекский Научно-исследовательский
химико-фармацевтический институт
Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: xnasulaev@mail.ru

ЮНУСОВА Лилия Марсельевна
Казанский национальный исследовательский
технологический университет
Казань
E-mail: limarsel@mail.ru

ЯБЛОКОВА Светлана Станиславовна
Институт проблем переработки
углеводородов СО РАН
Омск
E-mail: sveta@ihcp.ru

ЯКИМЕНКО Оксана Алексеевна
Группа компаний ФАРМКОНТРАКТ
Москва
E-mail: oxana060571@mail.ru

ЯКИМОВ Роман Викторович
ОАО «Красноярский завод цветных металлов
имени В.Н. Гулидова»
Красноярск
E-mail: ryakimov@knfmp.net

ЯКОВЕНКО Анатолий Георгиевич
МИТХТ им. М.В. Ломоносова
Москва
E-mail: v.tsigankov@yandex.ru

ЯКОВЕНКО Роман Евгеньевич
Южно-Российский государственный
технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)
Новочеркасск
E-mail: jakovenko@lenta.ru

ЯКОВЛЕВ Вадим Анатольевич
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: yakovlev@catalysis.ru

ЯНОВСКИЙ Леонид Самойлович
Центральный институт авиационного
моторостроения им. П.И. Баранова
Москва
E-mail: Yanovskiy@ciam.ru

ЯШНИК Светлана Анатольевна
Институт катализа им. Г.К. Борескова
СО РАН
Новосибирск
E-mail: yashnik@catalysis.ru

Содержание

Стендовые доклады	7
Секция 1. Физико-химические основы катализа	
С1 СД-01 <u>Адонин Н.Ю.</u> , <u>Приходько С.А.</u> , <u>Шабалин А.Ю.</u> , <u>Просвирина И.П.</u> , <u>Зайковский В.И.</u> , <u>Кочубей Д.И.</u> , <u>Монин Е.А.</u> , <u>Быкова И.А.</u> , <u>Мартынов П.О.</u> , <u>Русаков С.Л.</u> Новые данные о процессах, протекающих на поверхности кремния в ходе «прямого» синтеза триэтоксисилана	9
С1 СД-02 <u>Афинеевский А.В.</u> , <u>Лукин М.В.</u> Селективная дезактивация активных центров поверхности скелетного никеля	10
С1 СД-03 <u>Боева О.А.</u> , <u>Сергеев М.О.</u> , <u>Жаворонкова К.Н.</u> , <u>Ревина А.А.</u> Сравнение свойств катализаторов на основе рутения в реакции изотопного обмена водорода	11
С1 СД-04 <u>Буланова А.В.</u> , <u>Шафигулин Р.В.</u> , <u>Митина Е.Г.</u> Физико-химические особенности реакций гетерогенного катализа на наноструктурированных катализаторах	12
С1 СД-05 <u>Васильев В.А.</u> , <u>Каралин Э.А.</u> , <u>Харлампида Х.Э.</u> Элементный состав поверхности промышленных алюмооксидных катализаторов дегидратации 1-фенилэтанола	13
С1 СД-06 <u>Голубина Е.В.</u> , <u>Локтева Е.С.</u> , <u>Каплин И.Ю.</u> , <u>Маслаков К.И.</u> Биоморфные системы на основе оксидов меди, церия и циркония в низкотемпературном окислении СО	14
С1 СД-07 <u>Гордина Н.Е.</u> , <u>Теплякова Н.М.</u> , <u>Прокофьев В.Ю.</u> Синтез катион-замещенных низкомолекулярных цеолитов с использованием механических или ультразвуковых воздействий	15

C1 СД-08	<u>Григорьев С.А.</u> , Долганов А.В., Белов А.С., Волошин Я.З.	
	Исследование электрогенерации и электроокисления молекулярного водорода, катализируемых клатрохелатными комплексами кобальта и железа (II) в электрохимических системах с ТПЭ	16
C1 СД-09	<u>Гришин М.В.</u> , Гатин А.К., Дохликова Н.В., Колченко Н.Н., Слуцкий В.Г., Харитонов В.А., Шуб Б.Р.	
	Взаимодействие аммиака с борорганическими наночастицами ..	17
C1 СД-10	<u>Демидова Ю.С.</u> , Суслов Е.В., Симакова О.А., Симакова И.Л., Волчо К.П., Салахутдинов Н.Ф., Мурзин Д.Ю.	
	Активность золотосодержащих катализаторов в конкурентном гидрировании монотерпеноидов	18
C1 СД-11	Еникеева Л.В.	
	Кинетика и механизм каталитического окисления 4-трет-бутилфенола водными растворами H₂O₂ в присутствии титаносиликатов	19
C1 СД-12	Зейналов Э.Б., Садиева Н.Ф., Искендерова С.А., Агаев Б.К., <u>Алиева А.З.</u> , Керимов П.М., Алескерова О.М., Нуриев Л.Г., Гаджиев Т.П., Насибова Г.Г.	
	Исследование каталитической активности нано-TiO₂ различной модификации и дисперсности в реакциях получения сложных эфиров циклических карбоновых кислот ...	20
C1 СД-13	<u>Иноземцева Е.А.</u> , Худорожков А.К., Просвирин И.П., Бухтияров В.И.	
	Разработка воспроизводимой методики контроля дисперсности металла в катализаторах Rh/TiO₂ и Rh/Al₂O₃	21

C1 СД-14 <u>Красников Д.В.</u> , Кузнецов В.Л., Шмаков А.Н., Селютин А.Г., Ищенко А.В. Изучение активации металлических катализаторов синтеза многослойных углеродных нанотрубок	22
C1 СД-15 <u>Ларичев Ю.В.</u> , Пырязев П.А., Мороз Б.Л., Бухтияров В.И. Исследование нанесенных золотых катализаторов методом малоуглового рентгеновского рассеяния	23
C1 СД-16 <u>Локтева Е.С.</u> , Ерохин А.В., Ермаков А.Е., Уймин М.А., Бухвалов Д.В., Голубина Е.В., Маслаков К.И. Расчетные и экспериментальные свидетельства возможности активации H_2 на дефектном графеновом покрытии металл-углеродных нанокомпозитов $Fe@C$ и $Ni@C$	24
C1 СД-17 <u>Локтева Е.С.</u> , <u>Ростовщикова Т.Н.</u> , Голубина Е.В., Маслаков К.И., Явсин Д.А., Ермаков А.Е. Строение и каталитические свойства «корочковых» PdNi катализаторов, полученных лазерным электродиспергированием сплава	25
C1 СД-18 Минаев П.П., Куликова М.С., Никульшин П.А., Пимерзин А.А. Влияние природы носителя на физико-химические и каталитические свойства NiW катализаторов гидроочистки	26
C1 СД-19 <u>Митина Е.Г.</u> , Шафигулин Р.В., Буланова А.В. Каталитические свойства наночастиц никеля и меди в реакциях гидрирования непредельных углеводородов и бензола	27
C1 СД-20 Мылтыкбаева Л.К., Досумов К., Ергазиева Г.Е. Никельсодержащий катализатор для парциального окисления метана	28

C1 СД-21 Нагурянская Ю.Н. Исследование свойств оксидных пленок металлических катализаторов	29
C1 СД-22 <u>Николаев А.И.</u> , Пешнев Б.В. Влияние модификации катализатора на протекание топохимических реакций образования углеродных нановолокон	30
C1 СД-23 <u>Николаев А.И.</u> , Пешнев Б.В., Филимонов А.С. Получение углеродных носителей катализаторов на основе углеродных нановолокон и коксов	31
C1 СД-24 <u>Новикова К.С.</u> , Кубанова М.С., Смирнова Н.В. Влияние структуры Pt/C катализаторов на кинетику электрокаталитического окисления диметилового эфира	32
C1 СД-25 <u>Одинцов А.А.</u> , Сергеев М.О., Ревина А.А., <u>Жаворонкова К.Н.</u> , Боева О.А. Активация золота и серебра для реакций с участием водорода ..	33
C1 СД-26 <u>Осадчая Т.Ю.</u> , Афинеевский А.В., Прозоров Д.А., <u>Лукин М.В.</u> Сульфидирование поверхности скелетного никеля как способ регулирования активности катализатора в реакции жидкофазной гидрогенизации 4-нитротолуола	34
C1 СД-27 <u>Парфенов М.В.</u> , Малыхин С.Е., Пирютко Л.В., <u>Староконь Е.В.</u> Исследование новой реакции этилена с этиленоксидом с образованием бутанала	35
C1 СД-28 <u>Пермяков Е.А.</u> , Солкан В.Н., Коган В.М. DFT-расчеты структуры Mo- и S-рёбер MoS₂ и CoMoS активной фазы катализатора гидрообессеривания в присутствии водорода	36
C1 СД-29 <u>Пономарева О.А.</u> , Якимов А.В., Мальцева А.А., <u>Иванова И.И.</u> Каталитический синтез изобутилена из ацетона на цеолитных катализаторах	37

C1 СД-30	<u>Рамазанов Д.Н.</u> , Джумбе А., Нехаев А.И., Самойлов В.О., Максимов А.Л., Егорова Е.В., Половков Н.Ю., Борисов Р.С.	
	Ацетализация полиолов и 1-моно-трет-бутилового эфира глицерина ацетоном	38
C1 СД-31	<u>Рамазанов Д.Н.</u> , Нехаев А.И., Максимов А.Л., Самойлов В.О., Джумбе А., Борисов Р.С., Филатова М.П.	
	Ацетализация полиолов левулиновой кислотой и 1,3-дикетонами на кислотных гетерогенных катализаторах	39
C1 СД-32	Романов А.Е., <u>Викарчук А.А.</u> , Довженко О.А., Бекин В.В.	
	Получение и исследование каталитически активных материалов с нановискерной структурой из оксида меди	40
C1 СД-33	<u>Саланов А.Н.</u> , Супрун Е.А., Никулин В.В.	
	Механизмы окисления платиновых металлов	41
C1 СД-34	<u>Сергеев М.О.</u> , Боева О.А., Ревина А.А.	
	Нанокompозитные каталитические системы на основе переходных металлов платиновой группы в реакции изотопного обмена водорода	42
C1 СД-35	<u>Сизова И.А.</u> , Сердюков С.И., Максимов А.Л.	
	Использование обратных эмульсий в качестве прекурсоров сульфидных катализаторов гидродеароматизации	43
C1 СД-36	<u>Симонов М.Н.</u> , Садовская Е.М., Рогов В.А., Мезенцева Н.В., Садыков В.А.	
	Исследование реакций конверсии этанола в синтез-газ с использованием метода изотопно-кинетических релаксаций	44
C1 СД-37	<u>Сызганцева О.А.</u> , Calatayud M.	
	Процессы адсорбции и активации водорода на стехиометрических и восстановленных поверхностях моноклинного оксида циркония	45

С1 3Д-38	<u>Халилова С.Р., Гасанов А.Г., Мамедова А.М., Аюбов И.Г.</u>	
	Катализаторы для декарбоксилирования ненасыщенных кислот растительных масел во внутренние олефины	46
С1 СД-39	<u>Черняк С.А., Сулова Е.В., Егоров А.В., Савилов С.В., Лунин В.В.</u>	
	Влияние размера частиц и массового содержания кобальта на характеристики металл-углеродных катализаторов в процессе Фишера-Тропша	47
С1 СД-40	<u>Шуваева М.А., Андреев А.С., Кузнецов В.Л., Лапина О.Б., Ищенко А.В.</u>	
	Формирование нанесенных Со-содержащих катализаторов на перспективных углеродных носителях	48
С1 СД-41	<u>Яшник С.А., Зайковский В.И., Шарафутдинов М.Р., Каичев В.В., Сараев А.А., Исмагилов З.Р.</u>	
	Закономерности формирования полых оксидных частиц меди на поверхности цеолитных матриц	49
Секция 2. Научные основы производства катализаторов		
С2 СД-01	<u>Ауезов А.Б., Буркитбаев М.М., Бижанов Ж.А., Токтасынов С.К., Ералиева А.Т., Кудайберген Б., Тоштай К.</u>	
	Низкопроцентные нанесенные на диатомит палладиевые катализаторы гидрирования растительных масел	50
С2 СД-02	<u>Белопухов Е.А., Смоликов М.Д., Белый А.С., Паукштис Е.А., Зайковский В.И., Кирьянов Д.И.</u>	
	Физико-химические свойства и каталитическая активность системы Pt/MOR-Al₂O₃	51
С2 СД-03	<u>Васильева М.С., Руднев В.С., Тулуш А.И., Недозоров П.М., Устинов А.Ю., Кондриков Н.Б.</u>	
	Каталитические свойства композитов SiO₂/TiO₂/Ti и WO_x/SiO₂/TiO₂/Ti в реакции дегидратации этанола в этилен	52

C2 СД-04 <u>Власов Е.А.</u> , Мальцева Н.В., Нефедова Л.А., Постнов А.Ю.	
Катализаторы окисления водорода	53
C2 СД-05 <u>Власов Е.А.</u> , Мурзин Д.Ю., Постнов А.Ю.	
Селективность Ni-катализаторов конверсии гептана	54
C2 СД-06 <u>Гордина Н.Е.</u> , Теплякова А.Н., Прокофьев В.Ю.	
Синтез LTA цеолитов с использованием механохимической активации исходных ингредиентов	55
C2 СД-07 Ермилова М.М., Петьков В.И., Орехова Н.В., <u>Жилиева Н.А.</u> , Шпилов А.С.	
Синтез каркасных ванадат-фосфатов циркония и лития и их каталитические свойства в превращениях метанола	56
C2 СД-08 <u>Есмурзаева Н.Н.</u> , Байгазиева Э.К., Нурахметова Ж.А., Ержанова Д.С., Селенова Б.С., Кудайбергенов С.Е.	
Синтез, исследование и каталитические свойства наночастиц золота и серебра нанесенных на оксиды металлов	57
C2 СД-09 Жармагамбетова А.К., Талгатов Э.Т., Сейткалиева К.С., <u>Помогайло А.Д.</u> , Джардималиева Г.И.	
Гидрирование гексина-2 на пектин-модифицированном нанесенном палладиевом катализаторе	59
C2 СД-10 <u>Залялиев Р.Ф.</u> , Ламберов А.А., Мухамбетов И.Н.	
Способ деалюминирования цеолита феррьерит гексафторсиликатом аммония	60
C2 СД-11 Исмагилов И.З., <u>Матус Е.В.</u> , Кузнецов В.В., Сухова О.Б., Яшник С.А., Керженцев М.А., Исмагилов З.Р.	
Разработка эффективных катализаторов для автотермического риформинга метана	61

C2 СД-12 <u>Калинина К.С., Голубева Н.Д., Джардималиева Г.И., Помогайло А.Д.</u> Полиакриламидные комплексы нитратов благородных металлов и наноккомпозиты: получение и каталитические свойства	62
C2 СД-13 <u>Конькова Т.В., Алехина М.Б., Михайличенко А.И.</u> Кобальтсодержащие гетерогенные катализаторы процесса Фентона	63
C2 СД-14 <u>Кулагина М.А., Симонов П.А., Герасимов Е.Ю., Ларичев Ю.В., Романенко А.В.</u> Закономерности гидролитического нанесения палладия на различные классы носителей в щелочной среде	64
C2 СД-15 <u>Куликовская Н.А., Пинаева Л.Г., Марчук А.А., Исупова Л.А.</u> Приготовление блочного носителя на основе оксида алюминия	65
C2 СД-16 <u>Кунгурова О.А., Дорофеева Н.В., Водянкина О.В., Сидорова О.И., Хасин А.А.</u> Влияние метода приготовления Со-Аl катализаторов синтеза Фишера-Тропша и модифицирования Р и Zr на формирование активного состояния	66
C2 СД-17 <u>Локтева Е.С., Голубина Е.В., Антонова М.В., Клоков С.В., Маслаков К.И.</u> Способы увеличения поверхности Pd/C катализаторов, получаемых пиролизом древесных опилок в присутствии соли палладия	67
C2 СД-18 <u>Максимов Н.М., Томина Н.Н., Пимерзин А.А.</u> Активность Со₆-ХМо₁₂/γ-Al₂O₃ катализаторов в реакциях ГДС: роль гетероатома	68

C2 СД-19	<u>Мезенцева Н.В.</u> , Смаль Е.А., Кригер Т.А., Ищенко А.В., Ларина Т.В., Глазнева Т.С., Симонов М.Ю., Рогов В.А., Каичев В.В., Садыков В.А.	
	Паровая конверсия этанола в синтез-газ и водород на Ni-Ru/Mn_{3-x}Cr_xO₄ катализаторах	69
C2 СД-20	<u>Минюкова Т.П.</u> , Плясова Л.М., Демешкина М.П., Штерцер Н.В., Юрьева Т.М.	
	Формирование феррит-хромитов меди из гидроксосоединений и их каталитические свойства в реакции паровой конверсии СО	70
C2 СД-21	<u>Минюкова Т.П.</u> , Хасин А.А., Юрьева Т.М.	
	Закономерности направленного синтеза высокоэффективного Си-содержащего катализатора синтеза метанола	72
C2 СД-22	<u>Муха С.А.</u> , <u>Комова О.В.</u> , Одегова Г.В., Нецкина О.В., Симагина В.И.	
	Энергосберегающий синтез перовскитных катализаторов из твердофазных органометаллических предшественников	73
C2 СД-23	<u>Оспанова А.К.</u> , Ташмухамбетова Ж.Х., Ашимхан Н.С., Каирбеков Ж.К., Тастанов Н. Бердибек Г.	
	Получение катализаторов методом мультислойной сборки и исследование химической природы металлов в бислоях таких композитных материалов	74
C2 СД-24	<u>Остроушко А.А.</u> , Федорова О.В., Титова Ю.А., Гржегоржевский К.В.	
	Железо-молибденовый нанокластер Mo₇₂Fe₃₀: энантиоселективная каталитическая активность продуктов мягкого термического разложения	75
C2 СД-25	Отрощенко Т.П., Харланов А.Н., <u>Туракулова А.О.</u> , Локтева Е.С., Лунин В.В.	
	Окислительное дегидрирование пропана на нанесенном катализаторе VO_x/Ce_{0,46}Zr_{0,54}O₂	76

C2 СД-26 <u>Прокофьев В.Ю.</u> , Ключева А.В., Кукулина Н.А., Кульпина Ю.Н., Гордина Н.Е. Цинкалюмокальциевые сорбенты для тонкой очистки технологических газов от паров соляной кислоты	77
C2 СД-27 <u>Прокофьев В.Ю.</u> , Рот Р.И., Гордина Н.Е. Особенности процесса пропитки нитратом никеля алюмокалиевых носителей катализатора конверсии природного газа	78
C2 СД-28 <u>Симакова И.Л.</u> , Демидова Ю.С., Симаков А.В., Мурзин Д.Ю. Синтез коллоидных наночастиц Co и Ni	79
C2 СД-29 <u>Симакова И.Л.</u> , Пармон В.Н. Подходы к снижению дезактивации Pd катализаторов в реакции гидродебензилирования	80
C2 СД-30 <u>Сименцова И.И.</u> , Хасин А.А., Минюкова Т.П., Юрьева Т.М. Катализаторы синтеза Фишера-Тропша на основе гидроксо-нитрат-карбонатов Co-Al	81
C2 СД-31 <u>Смирнов Н.Н.</u> , Ильин А.П., Артамонов А.В., Смирнова Д.Н., Платонов А.А. Механохимический синтез оксикарбидных контактов для дефторирования экстракционной фосфорной кислоты и извлечения редкоземельных элементов	82
C2 СД-32 <u>Соломоник И.Г.</u> , Грязнов К.О., Мордкович В.З. Получение кобальта Ренея для катализаторов синтеза Фишера-Тропша	83
C2 СД-33 <u>Тупикова Е.Н.</u> , Платонов И.А., Лыкова Т.Н., Тимофеева М., Толстова Л. Комплексы $[M(NH_3)_4]CrO_4$ (M=Pt, Pd) как прекурсоры катализаторов глубокого окисления	84

C2 СД-34	<u>Гурова О.В.</u> , Машковский И.С., Марков П.В., Стахеев А.Ю.	
	Высокоактивные Pd/MgO и Pd/ MgAl₂O₄ катализаторы гидрирования замещенных алкинов	85
C2 СД-35	Тырина Л.М., Руднев В.С., <u>Лукиянчук И.В.</u> , Устинов А.Ю., Недозоров П.М.	
	Получение, состав и каталитическая активность модифицированных оксидами переходных и редкоземельных металлов оксидных структур на алюминии	86
C2 СД-36	<u>Шикина Н.В.</u> , Подъячева О.Ю., Исмагилов З.Р.	
	Исследование каталитических покрытий, приготовленных методом холодного газодинамического напыления	87
C2 СД-37	<u>Яковенко Р.Е.</u> , Савостьянов А.П., Нарочный Г.Б., Курков Д.С.	
	Влияние гидродинамики потока на теплоперенос в трубчатом реакторе синтеза Фишера-Тропша	88
Секция 3. Перспективные каталитические процессы		
C3 СД-01	<u>Алиев А.М.</u> , Мамедов Э.М., Алиев Г.С.	
	Моделирование процесса газофазной полимеризации пропилена в кипящем слое катализатора	89
C3 СД-02	Аглиуллин М.Р., Ибрагимова Э.Н., Бубеннов С.В., <u>Григорьева Н.Г.</u> , Кутепов Б.И.	
	Мезопористые аморфные алюмосиликаты в олигомеризации октена-1	90
C3 СД-03	<u>Аюшеев А.Б.</u> , Таран О.П., Яшник С.А., Загоруйко А.Н., Исмагилов З.Р., Пармон В.Н.	
	Исследование кинетики каталитической пероксидной окислительной деструкции фенола в присутствии цеолита Cu-ZSM-5	91

СЗ СД-04 Барсуков Д.В., Субботина И.Р. Влияние адсорбированной воды на фотокаталитическое окисление CO	92
СЗ СД-05 Батыгина М.В., Добрынкин Н.М., Носков А.С. Исследование реакции каталитического разложения нитрата аммония на кернах нефтяных пород	93
СЗ СД-06 Бердникова П.В., Канажевский В.В., Чесалов Ю.А., Оленева П.В., Кочубей Д.И., Пай З.П. Пероксополиоксовольфраматы в реакции окисления α-алкенов пероксидом водорода в условиях межфазного катализа	94
СЗ СД-07 Бикметова Л.И., Казанцев К.В., Затолокина Е.В., Кирьянов Д.И., Смоликов М.Д., Белый А.С. Приготовление нанесенных Pt/SO₄/ZrO₂/Al₂O₃ катализаторов для изомеризации C₅-C₆ алканов	95
СЗ СД-08 Богачева Т.М., Ахмедьянова Р.А., Буркин К.Е., Юнусова Л.М., Лиакумович А.Г. Сульфокатионнообменные смолы катализаторы синтеза диеновых мономеров взаимодействием олефинов с формальдегидом	96
СЗ СД-09 Бугрова Т.А., Бирюкова К.А., Литвякова Н.Н., Мамонтов Г.В. Хромсодержащие катализаторы дегидрирования C₄-C₅ углеводородов в стационарном слое	97
СЗ СД-10 Варакин А.Н., Сальников В.А., Никульшин П.А. Влияние зауглероживания носителя на свойства CoMo/C/Al₂O₃ катализаторов в гидродеоксигенации олеиновой кислоты	98
СЗ СД-11 Воробьев П.Б., Саурамбаева Л.И., Михайловская Т.П., Югай О.К., Серебрянская А.П. Каталитический синтез ароматических карбоновых кислот прямым окислением углеводородов	99

СЗ СД-12 <u>Гладышев Н.Г.</u> , Котельников Г.Р. Селективное окисление водорода в среде контактного газа дегидрирования этилбензола	100
СЗ СД-13 <u>Гогин Л.Л.</u> , Жижина Е.Г. One-pot процесс получения замещенных антрахинонов диеновым синтезом в присутствии растворов Mo-V-P гетерополиоксидов	101
СЗ СД-14 <u>Грабченко М.В.</u> , Соболев В.И., Зайковский В.И., Водянкина О.В., Мамонтов Г.В. Катализаторы на основе Ag/SiO ₂ для превращения этанола	102
СЗ СД-15 <u>Груданова А.И.</u> , Гуляева Л.А., Красильникова Л.А. Катализатор гидроизомеризации среднестиллятных фракций	103
СЗ СД-16 <u>Дегтярёва Е.С.</u> , Анаников В.П. Каталитическое гидротиирование алкинов с ковалентно связанными остатками ионных жидкостей	104
СЗ СД-17 <u>Джабраилзаде Ш.З.</u> , <u>Мурсалов Н.И.</u> , Небиева Р.И., Бадалова Г.Н. Талыбов А.Г. N-метил пирролидон гидросульфат в качестве катализатора для формилирования гетероциклических N-N связей	105
СЗ СД-18 Долгов В.В., Шевелева Е.Е., Ашууров Н.Р., Усманова М.М., <u>Дадаходжаев А.Т.</u> О путях уменьшения содержания медного компонента при сохранении высокой активности катализатора низкотемпературной конверсии монооксида углерода	106
СЗ СД-19 <u>Исаев А.Б.</u> , Шабанов Н.С., Оруджев Ф.Ф., Гасанова Ф.Г. Синтез и исследование свойств чувствительных к дневному свету композиционных фотокатализаторов	107
СЗ СД-20 Караханов Э.А., Максимов А.Л., <u>Куклин С.Н.</u> Гидрирование фенолов в ионных жидкостях на наночастицах родия	108

СЗ СД-21	<u>Кириянов Д.И.</u> , Белый А.С., Смоликов М.Д., Белопухов Е.А., Шкуренко В.А.	
	Совершенствование технологии переработки бензиновой фракции 85-180 °С для производства автобензинов класса 5	109
СЗ СД-22	<u>Комова О.В.</u> , Кайль Н.Л., Озерова А.М., Нецкина О.В., Одегова Г.В., Симагина В.И.	
	Каталитический гидролиз и гидротермолиз систем хранения водорода на основе NH₃VH₃	110
СЗ СД-23	<u>Конуспаев С.Р.</u> , <u>Ауезов А.Б.</u> , Буркитбаев М.М., Конуспаева З.С., Оразбекова Р.С., Шаймардан М., Бижанов Ж.А.	
	Катализаторы селективного гидрирования бензола в присутствии других ароматических соединений	111
СЗ СД-24	<u>Конуспаев С.Р.</u> , Нурбаева Р.К., Досмагамбетова И.Б., Шенсизбаева А.Б., Толегенова Б.Ж.	
	Конверсия смеси легких алканов на рутениевых катализаторах	112
СЗ СД-25	<u>Крючкова Т.А.</u> , Хайруллина И.А., Шешко Т.Ф., Серов Ю.М., Числова И.В., Зверева И.А.	
	Особенности углекислотной конверсии метана на наноструктурированных перовскитоподобных ферритах гадолия и стронция	113
СЗ СД-26	<u>Кузнецов Б.Н.</u> , Шарыпов В.И., Береговцова Н.Г., Барышников С.В., Пархомчук Е.В., Восмериков А.В.	
	Термоконверсия щелочного лигнина в среде сверхкритического этанола в присутствии алюмосиликатов	114
СЗ СД-27	<u>Липин П.В.</u> , Потапенко О.В., Сорокина Т.П., Доронин В.П.	
	Закономерности совместного превращения фенола и тетралина в условиях каталитического крекинга	115
СЗ СД-28	<u>Макарян И.А.</u> , Савченко В.И., Седов И.В.	
	Получение альтернативных GTL продуктов с использованием катализаторов платиновой группы	116

СЗ СД-29	<u>Мартыненко Е.А.</u> , Глазко И.Л., Леванова С.В., Портнова Ю.В.	
	Межфазный катализ при гидролизе дициклогексиладипината в производстве капролактама	117
СЗ СД-30	<u>Мишаков И.В.</u> , Бауман Ю.И., Ведягин А.А., Буянов Р.А.	
	Самоорганизующиеся катализаторы Ni/УНМ для переработки (хлор)углеводородов в углеродные наноматериалы	118
СЗ СД-31	<u>Мурсалов Н.И.</u> , Аббасов В.М., Джабраилзаде Ш.З., Небиева Р.И., Талыбов А.Г., Бадалова Г.Н.	
	1-(1-2-аминоэтиламино)этил)-имидазолин-2-тион в качестве ингибитора коррозии	119
СЗ СД-32	<u>Нецкина О.В.</u> , Моисеенко А.П., Комова О.В., Симагина В.И.	
	Разработка катализаторов-адсорбентов для очистки водной среды от хлорароматических соединений	120
СЗ СД-33	<u>Онищенко М.И.</u> , Куликов А.Б., Максимов А.Л.	
	Гидроконверсия высококипящих парафинов на наногетерогенных катализаторах	121
СЗ СД-34	<u>Павлова С.Н.</u> , <u>Арапова М.В.</u> , Садыков В.А., Пархоменко К.В., Кригер Т.А., Рогов В.А.	
	Конверсия биотоплив в водород и синтез газ на сложнооксидных железосодержащих катализаторах	122
СЗ СД-35	<u>Пимерзин Ал.А.</u> , Можаяев А.В., Никульшин П.А., Пимерзин А.А.	
	Исследование эффекта спилловера водорода в процессе гидроочистки нефтяных фракций на сульфидных катализаторах	123
СЗ СД-36	<u>Пириева Х.Б.</u> , Касимов А.А., Азизов А.Г., Джамалова С.А., Гаджизаде С.М., Зейналова С.Х.	
	Синтез высокооктановых компонентов к бензинам на модифицированном цеолитсодержащем катализаторе	124

- СЗ СД-37** Рзаева Н.Ш., Аббасов В.М., Рагимли Н.К., Сулейманова С.А., Талыбов А.Г.
Синтез полизамещенных имидазолов с помощью микроволн и N-метилпирролидон гидросульфата, пропитанных галлуазитом(г) в качестве эффективного катализатора 125
- СЗ СД-38** Родикова Ю.А., Жижина Е.Г.
Гомогенное каталитическое окисление замещенных фенолов и нафтолов в присутствии растворов гетерополикислот 126
- СЗ СД-39** Розенцвет В.А., Коровина Н.А., Кирюхин А.М., Федорова З.Д.
Катионная полимеризация пиролизной C₅-фракции ОАО «Газпром нефтехим Салават» 127
- СЗ СД-40** Седов И.В., Злобинский Ю.И., Федоров Д.П., Кнерельман Е.И., Давыдова Г.И., Грачев В.П., Курмаз С.В.
Новые полимер-иммобилизованные гетерогенные катализаторы полимеризации олефинов 128
- СЗ СД-41** Сергун В.П., Коваленко Е.Ю.
Состав жидких продуктов пиролиза масел тяжелой нефти 129
- СЗ СД-42** Солманов П.С., Максимов Н.М., Томина Н.Н.
Гидроочистка вакуумного газойля в присутствии сульфидных Ni(Co)₆-Mo₁₂/γ-Al₂O₃ катализаторов 130
- СЗ СД-43** Сущенко Е.Д., Харламова Т.С.
Окислительное дегидрирование углеводов на нанесенных ванадиевых катализаторах: влияние природы носителя 131
- СЗ СД-44** Туктин Б., Жандаров Е., Жеделхан М.Ж., Шаповалова Л.Б.
Превращение сжиженного нефтяного газа в ароматические углеводороды на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах 132

С3 СД-45	<u>Федорова Е.Д.</u> , Лавренов А.В., Леонтьева Н.Н., Гуляева Т.И., Шилова А.В.	
	Гидроизомеризация бензолсодержащих бензиновых фракций на катализаторе Pt/WO₃-Al₂O₃	133
С3 СД-46	<u>Филиппова Н.А.</u> , Григорьева Н.Г., Кутепов Б.И.	
	Изучение каталитических свойств микро- и микро-мезопористых цеолитов Y в синтезе пиридинов	134
С3 СД-47	<u>Чумаченко Ю.А.</u> , Булчевский Е.А., Лавренов А.В., Арбузов А.Б., Гуляева Т.И., Дроздов В.А.	
	Влияние природы оксидного носителя на свойства платиновых катализаторов гидроокисногенации валериановой кислоты	135
С3 СД-48	<u>Шкуренко В.А.</u> , Смоликов М.Д., Яблокова С.С., Кирьянов Д.И., Белый А.С.	
	Приготовление и исследование катализаторов изомеризации n-гептана на основе WO₃/ZrO₂	136
Секция 4. Промышленные катализаторы и каталитические процессы		
С4 СД-01	<u>Аббасов В.М.</u> , Зейналов Э.Б., <u>Эфендиева Л.М.</u> , Нуриев Л.Г., Ахмедова С.А.	
	Каталитическое окисление дизельного дистиллята, деароматизированного методом экстракции	137
С4 СД-02	<u>Белоусов О.В.</u> , Калякин С.Н., Кинзуль А.П., Твердохлебов В.П.	
	Автоклавные технологии вскрытия промышленных катализаторов нефтепереработки АНПЗ	138
С4 СД-03	<u>Дадаходжаев А.Т.</u> , Арифова М.С., Узakov P.Т., Кадыров А.К.	
	Опытно-промышленная установка для испытания катализаторов низкотемпературной конверсии оксида углерода (II)	139

С4 СД-04 <u>Ивашкина Е.Н.</u> , Иванчина Э.Д., Долганова И.О. Методологические аспекты разработки и применения математических моделей для оптимизации работы нефтехимического производства, использующего токсичный катализатор	140
С4 СД-05 <u>Ишутенко Д.И.</u> , Никульшин П.А., Пимерзин А.А. Селективная гидроочистка бензина каталитического крекинга на модифицированных СоМоS катализаторах	141
С4 СД-06 <u>Казиева А.Б.</u> , <u>Кудьярова Ж.Б.</u> , <u>Суюнбаев В.</u> , <u>Мироненко А.В.</u> , <u>Досумов К.</u> , <u>Мансуров З.А.</u> Исследование активности полиоксидных катализаторов в процессе углекислотной конверсии метана	142
С4 СД-07 <u>Каирбеков Ж.К.</u> , <u>Катаева К.К.</u> , <u>МЫЛТЫКБАЕВА Ж.К.</u> Селективное гидрирование бутиндиола-1,4 до бутендиола-1,4 в жидкой фазе	143
С4 СД-08 <u>Кривцова Н.И.</u> , Иванчина Э.Д., Занин И.К. Динамика активности катализатора гидроочистки дизельного топлива	144
С4 СД-09 <u>Ламберов А.А.</u> Разработка катализатора. Начальный этап. Обследование	145
С4 СД-10 <u>Ласкин А.И.</u> , <u>Борецкая А.В.</u> , <u>Ильясов И.Р.</u> , <u>Шатилов В.М.</u> , <u>Ламберов А.А.</u> Палладиевый катализатор на основе высокопористого ячеистого носителя для реакции селективного гидрирования метилацетилена и пропадиена в пропан-пропиленовой фракции	146
С4 СД-11 <u>Навалихина М.Д.</u> , <u>Власкин М.С.</u> Разработка новых нанокатализаторов гидрирования, пригодных для гидрооблагораживания моторных топлив, полученных при нефтегазопереработке	148

C4 СД-12	<u>Обысов А.В.</u> , Круглова М.А., Дульнев А.В., Афанасьев С.В.	
	Разработка высокоэффективных катализаторов для процессов очистки технологических газов	150
C4 СД-13	Ткаченко С.Н., <u>Голосман Е.З.</u> , Ткаченко И.С., Круглова М.А., Нечуговский А.И., Трошина В.А., Боевская Е.А., Лунин В.В., Саблукова И.В.	
	Каталитическая очистка газов от озона и различных органических примесей	151
C4 СД-14	<u>Филипченко С.А.</u>	
	Каталитические свойства различных катализаторов сларри-процесса Фишера-Тропша. Производство и восстановление катализатора <i>in situ</i> в токе синтез-газа для малотоннажных установок	152
C4 СД-15	<u>Чариков Ю.В.</u> , Щукин В.П.	
	Адиабатический реактор синтеза метанола как самонастраивающаяся кибернетическая система	153
C4 СД-16	<u>Шакун А.Н.</u> , Федорова М.Л., Карпенко Т.В., Демидова Е.В.	
	Процесс изомеризации C₇-фракции «Изомалк-4» - перспективное направление увеличения эффективности производства экологически чистых автобензинов	154
 Симпозиум 1.		
“Углеродные материалы и композиты на их основе”		
Симп.1 СД-01	<u>Бравая Н.М.</u> , Панин А.Н., Файнгольд Е.Е., Саратовских С.Л., Бабкина О.Н., Жарков И.В.	
	Изобутилалюмоксаны - новые высокоэффективные активаторы металлоценовых комплексов в синтезе этилен/пропиленовых и этилен/пропилен/диеновых каучуков	156

Симп.1 СД-02	<u>Гарынцева Н.В., Петров А.В., Казаченко А.С., Кузнецов Б.Н.</u> Пероксидная делигнификация древесины осины в присутствии катализаторов TiO_2 различного строения	158
Симп.1 СД-03	<u>Захаров В.П., Насыров И.Ш., Жаворонков Д.А., Захарова Е.М., Закирова И.Д., Мурзина Л.А.</u> Результаты опытно-промышленного использования турбулентного реактора при модификации титанового и неодимового катализаторов полимеризации изопрена	159
Симп.1 СД-04	<u>Иванцов М.И., Куликова М.В., Карпачева Г.П., Земцов Л.М., Чернавский П.А.</u> Синтез Фишера-Тропша в присутствии катализаторов на основе наноразмерных ферромагнитных частиц, распределенных в углеродной матрице	160
Симп.1 СД-05	<u>Кохановская О.А., Раздьяконова Г.И</u> Синтез углеродных аэрогелей	161
Симп.1 СД-06	<u>Пономарева Е.А., Парастаев А.С., Оладапо Т.О., Егорова Е.В.</u> Влияние условий приготовления на свойства медьуглеродного катализатора	162
Симп.1 СД-07	<u>Файнгольд Е.Е., Галиуллин А.Н., Бабкина О.Н., Саратовских С.Л., Махаев В.Д., Бравая Н.М.</u> Активация комплекса $Ph_2CCrFluHfMe_2$ системой ($Al^+V_{0.3} + [Ph_3C_3]^+ [V(C_6F_5)_4]^-$) в полимеризации α-олефинов в присутствии хлористого метилена	163
Симп.1 СД-08	<u>Яценкова О.В., Скрипников А.М., Чудина А.И., Козлова С.А., Таран О.П., Чесноков Н.В., Кузнецов Б.Н.</u> Влияние природы твердых кислотных катализаторов на их активность в гидролизе сахарозы и микрокристаллической целлюлозы	165

Симпозиум 2.

“Малотоннажная химия: состояние и перспективы”

- Симп.2 СД-01** Аббасов В.М., Мамедбейли Э.Г., Агамалиева Д.Б.,
Эфендиева Л.М., Маммедова Н.М., Аббасова Х.А.,
Джабраилзаде Ш.С.
**Влияние имидазолинов синтетических нефтяных кислот
на кинетику углекислотной коррозии стали** 166
- Симп.2 СД-02** Аббасов В.М., Мамедбейли Э.Г., Маммедова Н.М.,
Агамалиева Д.Б.
**Изучение растворимости производных имидазолина кислот
растительного происхождения** 167
- Симп.2 СД-03** Бескопильный А.М.
Волгоградский филиал ИК им. Г.К. Борескова СО РАН –
перспективный технопарк коллективного использования
при создании технологий производства химической
продукции 168
- Симп.2 СД-04** Голосман Е.З., Ефремов В.Н.
**Каталитическая очистка технологических и выбросных
газов от кислорода, водорода, метана** 169
- Симп.2 СД-05** Голосман Е.З., Платонов О.И., Ефремов В.Н.,
Моисеев М.М., Сауль О.П.
**Разложение коксохимического аммиака в присутствии
паров воды и сернистых соединений**..... 170
- Симп.2 СД-06** Попов С.А., Шпатов А.В., Толстикова Т.Г.,
Сорокина И.В.
**Тритерпеновые соединения ряда урсана и лупана: технология
производства и перспективы использования в медицине,
функциональном питании и лечебной косметике** 171
- Симп.2 СД-07** Попова Н.Р., Белоглазова А.Л., Торцева Т.В.,
Боголицын К.Г.
**Окисление ароматических соединений с использованием
полиокосметаллатов в качестве катализаторов** 172

Симп.2 СД-08 <u>Шабалин А.Ю.</u> , Адонин Н.Ю., Бардин В.В., Пармон В.Н.	
Алкокси- и аминодефторирование $K[C_6F_5BF_3]$ – новый способ синтеза замещенных полифторфенил-трифторборатов калия	173
Заочные доклады	175
Секция 1. Физико-химические основы катализа	
С1 ЗД-01 <u>Абдуллаева Н.Р.</u> , Зейналов Э.Б., Аббасов В.М.	
Определение каталитической активности нафтенатов Co, Mn и Ba в реакции аэробного окисления этилбензола	177
С1 ЗД-02 <u>Агаев Т.Н.</u> , Иманова Г.Т.	
Кинетика радиационно-каталитического разложения молекул воды в присутствии <i>нано</i>- ZrO_2	178
С1 ЗД-03 <u>Агафонов Ю.А.</u> , Гайдай Н.А., Ботавина М.А., <u>Лапидус А.Л.</u>	
Исследование механизма дегидрирования пропана в присутствии CO_2 на оксидно-хромовых и оксидно-галлиевых катализаторах	180
С1 ЗД-04 <u>Алиев А.М.</u> , <u>Агаев Ф.А.</u> , <u>Сарыджанов А.А.</u> , <u>Мамедова У.А.</u>	
Подбор селективного металлцеолитного катализатора и изучение кинетики окислительного дегидрирования <i>втор</i>-бутилового спирта	181
С1 ЗД-05 <u>Алиев А.М.</u> , <u>Алиева М.К.</u> , <u>Меджидова С.М.</u> , <u>Али-заде Г.А.</u> , <u>Шабанова З.А.</u>	
Окислительное превращение циклогексанола в циклогексанон на модифицированных цеолитах	182
С1 ЗД-06 <u>Алиев А.М.</u> , <u>Шабанова З.А.</u> , <u>Наджаф-Кулиев У.М.</u>	
Кинетика и механизм окислительного дегидрирования циклогексана на модифицированном клиноптилолите	183

C1 3Д-07 Багирзаде Г.А., Тагиев Д.Б., <u>Манафов М.Р.</u> , Хатиби М.Л. Парофазный окислительный аммонолиз 4,5-дихлор-О-ксилола на сложнооксидном катализаторе	184
C1 3Д-08 Багирзаде Г.А., Хатиби М.Л., <u>Манафов М.Р.</u> Синтез 4,5-дибромфталонитрила окислительным аммонолизом 4,5-дибром-о-ксилола на сложнооксидном катализаторе	185
C1 3Д-09 Бадырова Н.М., <u>Ниндакова Л.О.</u> Механизм реакции гидрирования ацетофенона с переносом водорода на бис-иминовом комплексе родия (1+)	186
C1 3Д-10 Баташев С.А., Демерлий А.М., Севостьянова Н.Т. Кинетическая модель процесса гидрокарбометоксилирования циклогексена, катализируемого системой Pd(PPh₃)₂Cl₂ – PPh₃ – п-толуолсульфокислота	187
C1 3Д-11 Белых Л.Б., <u>Скрипов Н.И.</u> , Степанова Т.П., Шмидт Ф.К. Применение наночастиц на основе фосфидов палладия в хемоселективном восстановлении о-хлорнитробензола	188
C1 3Д-12 Бреева Н.В. Изотопный обмен в молекулах СО на оксиде церия	189
C1 3Д-13 Ватлин И.С., Порсин А.А., <u>Бокарев Д.А.</u> , Стахеев А.Ю., Бухтияров В.И. Окисление углеводов на Pt/Al₂O₃ в условиях состаривания катализатора	190
C1 3Д-14 <u>Воробьев П.Б.</u> , Саурамбаева Л.И., Михайловская Т.П., Югай О.К., Серебрянская А.П., Шлыгина И.А. Парофазное окисление β-пиколина на оксидных катализаторах	191
C1 3Д-15 <u>Гаджиев Г.Н.</u> , Меликова Э.Е., Гасан-заде Г.Г. Исследование механизма окисления пропилена в присутствии аммиака in situ	192

- C1 3Д-16** Елисеев О.Л., Каморин М.А., Давыдов П.Е.,
Волков А.С., Казаков А.В., Лapidус А.Л.
**Кобальтовые катализаторы синтеза Фишера–Тропша,
приготовленные восстановлением NaBH_4** 193
- C1 3Д-17** Забалов М.В., Тигер Р.П.
**Теоретическое исследование катализаторов для
процесса фиксации CO_2 эпоксидами с образованием
циклокарбонатов**..... 194
- C1 3Д-18** Закирова И.В., Парфёнова Л.В., Халилов Л.М.,
Джемилев У.М.
**Конформационное поведение катализатора $\text{NMI}_2\text{ZrCl}_2$
как фактор, определяющий энантиоселективность реакций
АОС с алкенами** 195
- C1 3Д-19** Зарбалиев Р.Р., Искендерова А.А., Насирова Ф.М.,
Насибова А.Р., Худиев А.Т., Абасов С.И.,
Тагиев Д.Б.
**Роль паровой конверсии монооксида углерода
в окислительном дегидрировании этилбензола** 196
- C1 3Д-20** Ильичев А.Н., Шашкин Д.П., Матышак В.А.,
Корчак В.Н.
**О механизме окисления СО на медьсодержащих
катализаторах по данным РФА, ТПД и ИК-спектроскопии** 197
- C1 3Д-21** Исмаилова Б., Эфенди А.Д., Меликова И.Г.,
Насири Ф.М., Юнусова Ф.А., Мамедов А.Б.,
**Цеолитные катализаторы для этерификации малеин и
дихлормалеинового ангидрида с этиловым спиртом** 198
- C1 3Д-22** Крутских В.М., Гамбург Ю.Д., Дровосеков А.Б.,
Ляхов Б.Ф., Алиев А.Д., Мартыненко В.М.,
Шульга Ю.М.
Химико-каталитическое осаждение покрытий Co-Re-B 199

C1 3Д-23 Лыу Кам Лок, Нгуен Три, Хоанг Тиен Куонг, Ха Кам Ань, Хо Ши Тхоанг, <u>Гайдай Н.А.</u> , Агафонов Ю.А., Некрасов Н.В., Лапидус А.Л. Кинетика и механизм окисления оксида углерода и пара-ксилола и их смесей на нанесенных оксидно-медных катализаторах	200
C1 3Д-24 Мамедов А.Б., Гасанкулиева Н.М., Аскеров А.Г., <u>Мамедов У.А.</u> , Литвишков Ю.Н. Пиролиз низкооктанового бензина на цеолитсодержащих катализаторах (ЦСК) модифицированных оксидами редкоземельных элементов	201
C1 3Д-25 <u>Машковский И.С.</u> , Сергеева А.В., Тараненко А.С., Кашин А.С., Марков П.В., Стахеев А.Ю., Козицына Н.Ю., Варгафтик М.Н. Биметаллические Pd-M катализаторы жидкофазного гидрирования замещенных алкинов	202
C1 3Д-26 <u>Мытарева А.И.</u> , Стахеев А.Ю., Бокарев Д.А., Селвам П. Синергетический эффект в реакции селективного каталитического восстановления оксидов азота на композитных катализаторах	203
C1 3Д-27 <u>Недорезова П.М.</u> , Польщиков С.В., Комкова О.М., Клямкина А.Н. Полимеризация пропилена на металлокомплексных катализаторах в присутствии углеродных наполнителей	204
C1 3Д-28 Немцева М.П., <u>Сергеева В.Е.</u> , Лефедова О.В. Превращения 4-нитро-2'-гидрокси-5'-метилазобензола в условиях жидкофазной каталитической гидрогенизации	205
C1 3Д-29 Николаева Е.В., Михайлов М.Н. Строение активных центров дегидроароматизации метана	206
C1 3Д-30 <u>Нуруллина Н.М.</u> , Батыршин Н.Н., Анисимова В.И., Суворова И.А. Распад гидропероксида третичного бутила под действием комплексных соединений кальция, стронция, бария	207

С1 3Д-31 <u>Петровский С.К.</u> , Сараев В.В., Гуринович Н.С. Исследование катализаторов полимеризации этилена на основе комплексов никеля с диминновыми редокс-активными лигандами методом ЭПР-спектроскопии	208
С1 3Д-32 Пешнев Б.В., <u>Филимонов А.С.</u> , Николаев А.И. Дефекты кристаллической решётки, как активные центры гетерогенных реакций	209
С1 3Д-33 <u>Ришина Л.А.</u> , Лалаян С.С., Гагиева С.Ч., Тускаев В.А., Kissin Y.V. Эффект сокатализатора в реакциях гомо- и сополимеризации олефинов на постметаллоценовом титановом комплексе	210
С1 3Д-34 <u>Салин А.В.</u> , Фатхутдинов А.Р., Ильин А.В., Галкин В.И., Шамсутдинова Ф.Г. Структура и реакционная способность интермедиатов фосфин-катализируемых реакций непредельных электрофильных соединений	211
С1 3Д-35 Сасыкова Л.Р., <u>Масенова А.Т.</u> , Абильмагжанов А.З., Башева Ж.Т., Байтазин Е.А., Усенов А.К. Катализаторы для гидрирования ароматических углеводородов под давлением	212
С1 3Д-36 <u>Севостьянова Н.Т.</u> , Баташев С.А., Демерлий А.М. Влияние реагентов и компонентов каталитической системы Pd(OAc)₂ – PPh₃ – п-толуолсульфокислота на скорость и селективность гидрокарбометоксилирования октена-1	213
С1 3Д-37 <u>Севостьянова Н.Т.</u> , Нифантьев И.Э., Баташев С.А., Воробьев А.А., Багров В.В. Кинетические аспекты влияния концентрации метанола и промотирующей добавки транс-2,3-бис(дифенилфосфинметил) норборнана на гидрокарбометоксилирование циклогексена при катализе системой Pd(OAc)₂ – п-толуолсульфокислота	214

С1 3Д-38	<u>Скворцов И.В.</u> , Безруков Д.С., Николаев С.А., Степанов Н.Ф.	
	Природа синергизма активности в окислении CO в присутствии биметаллических катализаторов	215
С1 3Д-39	<u>Суслов Д.С.</u> , Пахомова М.В., Мамурова А.Н., Быков М.В., Ткач В.С.	
	Синтез, структура и каталитическая активность в полимеризации норборнена новых катионных ацетилацетонатных комплексов палладия с α-диминовыми лигандами	216
С1 3Д-40	<u>Ташмухамбетова Ж.Х.</u> , Оспанова А.К., Соколова В.В., Кушенова А.Ж.	
	Процесс окисгенирования толуола с участием катализаторов на основе комплексов Pd(II), иммобилизованных в полимерную матрицу	217
С1 3Д-41	<u>Титова Ю.Ю.</u> , Белых Л.Б., Шмидт Ф.К.	
	Роль модификаторов различной природы в формировании и функционировании никелевых катализаторов гидрирования циглеровского типа	219
С1 3Д-42	<u>Титова Ю.Ю.</u> , Сорока О.Г., Белых Л.Б., Шмидт Ф.К.	
	Природа активных в димеризации алкенов комплексов в системах на основе $Ni(PPh_3)_2(C_2H_4)$, $Ni(PPh_3)_nCl$ ($n = 2$ или 3) и $VF_3 \cdot OEt_2$	220
С1 3Д-43	<u>Тюмкина Т.В.</u> , Исламов Д.Н., Парфёнова Л.В., Халилов Л.М., Джемилев У.М.	
	DFT исследование путей образования ключевых интермедиатов реакции каталитического циклоалюминирования алкенов	221
С1 3Д-44	<u>Федотов В.Х.</u> , Кольцов Н.И.	
	Сложные колебания в двухстадийной каталитической реакции	222

C1 3Д-45 <u>Шекунова В.М.</u> , Цыганова Е.И., Александров Ю.А., Филофеев С.В.	
Разработка катализаторов пиролиза легких углеводов до этилена и пропилена	223
C1 3Д-46 Эфенди А.Д., Айкан Н.Ф., Бабаев Е., Меликова И.Г., Керимова Дж.Р., Алиева А.М., Фараджев Г.М.	
Изучение каталитического окисления хлорбензолов и хлортолуолов на окисных катализаторах	224
 Секция 2. Научные основы производства катализаторов	
C2 3Д-01 <u>Бакланова И.В.</u> , Красильников В.Н., Гырдасова О.И., Самигуллина Р.Ф., Булдакова Л.Ю.	
Синтез и фотокаталитическая активность активированного углеродом диоксида титана	225
C2 3Д-02 <u>Гаджиев Г.Н.</u> , Мамедова И.Г., Калантарова С.Х.	
Формирование активной структуры многокомпонентного оксидного катализатора окислительного аммонолиза	226
C2 3Д-03 Горшунова К.К., <u>Травкина О.С.</u>	
Перспективные катализаторы на основе цеолита типа OFF	227
C2 3Д-04 <u>Ильин А.А.</u> , Румянцев Р.Н., Смирнов Н.Н. Ильин А.П.	
Проблемы конверсии СО в производстве аммиака	228
C2 3Д-05 <u>Литвишков Ю.Н.</u> , Зулфугарова С.М., Эфендиев М.Р., Сеидрзаева Э.М., Шакунова Н.В., Мурадова П.А., Аскерова А.И. Кулиева Л.А.	
Исследование некоторых параметров металлоксидных гетерогенных катализаторов при воздействии СВЧ излучения	229

- C2 3Д-06** Матус Е.В., Исмагилов И.З., Кузнецов В.В., Яшник С.А., Просвирин И.П., Керженцев М.А., Gerriten G., Abbenhuis E., Исмагилов З.Р.
Применение металл-содержащих олигосилсесквиоксидов для синтеза высокодисперсных нанесенных катализаторов 230
- C2 3Д-07** Морозов Л.Н., Котова К.Е., Уменушкина С.И., Тимошин Е.С.
Приготовление осажденных катализаторов на основе силикатов цинка по аммиачно-карбонатной технологии 231
- C2 3Д-08** Рафикова Х.С., Забыбин А.Г., Ю В.К., Айдемир М., Мериж Н., Темель Х, Паша С.
Синтез рутениевого катализатора, основанного на имидазольной ионной жидкости 232
- C2 3Д-09** Симакова И.Л., Пармон В.Н.
Оптимизация микроструктуры углеродного носителя катализатора Pd/C для реакции гидродебензилирования 233
- C2 3Д-10** Тунгатарова С.А., Абдухалыков Д.Б., Байжуманова Т.С., Жексенбаева З.Т., Жумабек М., Касымхан К., Шайзада Е.
Би- и триметаллические Мп-содержащие катализаторы окислительной конденсации и дегидрирования C₁-C₂ алканов в этилен 234
- C2 3Д-11** Тунгатарова С.А., Байжуманова Т.С., Абдухалыков Д.Б., Жексенбаева З.Т., Жумабек М., Касымхан К., Комашко Л.В., Григорьева В.П., Шайзада Е., Серикбаева Г.К., Наурызбаева А.Ж.
Катализаторы на основе полиоксометаллатов в процессах окислительной конверсии алканов 235
- C2 3Д-12** Хаминец С.Г., Радкевич В.З., Сенько Т.Л.
Особенности функционирования Pd-Cu-Fe-содержащих катализаторов низкотемпературного СО на основе углеволокнистого носителя в условиях имитации дыхания 236

С3 ЗД-13 Шаркина В.И., Серегина Л.К., Щанкина В.Г. Метод ТПВ в оценке активности медьсодержащих катализаторов при испытании в условиях далеких от равновесия	237
Секция 3. Перспективные каталитические процессы	
С3 ЗД-01 Абдреимова Р.Р., Борангазиева А.К., Ибраимова Ж.У. Перспективный каталитический синтез триалкилтионфосфата P(S)(OR) ₃	238
С3 ЗД-02 Алиева М.И., Багиев В.Л. Окисление пропилена в уксусную кислоту на бинарных V-W-O катализаторах	239
С3 ЗД-03 Бежок В.С., Лапин Н.В. Кинетика каталитического реформинга водноэтанольных смесей на цеолитовом катализаторе	240
С3 ЗД-04 Белый В.А., Удоратина Е.В. Влияние кислот Льюиса на термодеструкцию древесины ели	241
С3 ЗД-05 Бумагин Н.А., Ливанцов М.В., Голанцов Н.Е., Веселов И.С., Белов Д.С. Субнанокластеры палладия на углеродных носителях в катализе реакций кросс-сочетания в водных средах	242
С3 ЗД-06 Бумагин Н.А., Поткин В.И., Зеленковский В.М., Петкевич С.К., Веселов И.С., Белов В.С. Эффективные Pd-катализаторы с изоксазольными лигандами для катализа в водных средах	243
С3 ЗД-07 Бумагин Н.А., Шаранда Л.Ф., Огенко В.М., Волков С.В., Ливанцов М.В. Нанокластеры палладия на ферромагнитных оксидных и углерод-оксидных носителях	244
С3 ЗД-08 Ванчурин В.И., Джумамухамедов Д.Ш., Павлов Ю.Л., Марачук Л.И. Катализатор для дегидрирования циклогексанола в производстве капролактама	245

СЗ 3Д-09	<u>Велиев М.Г.</u> , <u>Аскеров О.В.</u> , Шатинова М.И., Гулиева А.Ф.	
	Термостойкие композиционные материалы на основе кремний(азот)содержащих диоксиранов	246
СЗ 3Д-10	<u>Велиев М.Г.</u> , Шатинова М.И., <u>Аскеров О.В.</u> , Гулиева А.Ф.	
	Синтез и химические превращения эпоксидных соединений ацетиленового ряда	247
СЗ 3Д-11	<u>Величина Л.М.</u> , Канашевич Д.А., Восмериков А.В.	
	Влияние нанопорошка Ni на стабильность работы цеолита ZSM-5 в процессе изомеризации n-октана	248
СЗ 3Д-12	Висловский В.П., Магеррамова З.Ю., Шейнин В.Е., <u>Сардарлы А.М.</u> , Алиева Т.Ч.	
	Дегидрирование этилбензола в присутствии мягкого окислителя CO₂ – перспективный инновационный метод получения стирола	249
СЗ 3Д-13	<u>Гаврилов Ю.А.</u> , Плетнева И.В., Силкина Е.Н.	
	Бесщелочная демеркаптаназация нефти	250
СЗ 3Д-14	<u>Гаджиев Г.Н.</u> , Калантарова С.Х., Меликова Э.Т.	
	О получении алкилзамещенных пиридинов гидрокарбонилированием олефинов в присутствии аммиака на многокомпонентном оксидном катализаторе	251
СЗ 3Д-15	<u>Гасанова Ф.Ч.</u> , Багиев В.Л., Мирзаи Дж.И.	
	Активность бинарных Ni-Zr-O катализаторов в реакции паровой конверсии глицерина	252
СЗ 3Д-16	<u>Гринько В.В.</u> , Лапин Н.В.	
	Воднопаровая каталитическая конверсия этанола в микроканальном реакторе	253
СЗ 3Д-17	<u>Грушова Е.И.</u> , Шрубок А.О., Паськова А.Н.	
	Получение окисленных битумов из гудронов, содержащих модификаторы-катализаторы	254

- СЗ ЗД-18** Дадашова Н.Р., Джафарова Р.А., Азизбейли Э.И.,
Гарибов Н.И., Алимарданов Х.М.
**РЗЭ-содержащие полиоксометаллаты в качестве
эффективных катализаторов конденсации кетонов и гликолей ... 255**
- СЗ ЗД-19** Данов С.М., Есипович А.Л., Белуосов А.С.,
Рогожин А.Е.
**Борсодержащий оксид алюминия как эффективный
катализатор процесса получения акролеина
из растительного сырья 256**
- СЗ ЗД-20** Жармагамбетова А.К., Ауезханова А.С.,
Нурмухамбетов Д.Е., Мусаев Б.К.
**Полимер-протектированные Pd катализаторы гидрирования
непредельных спиртов 257**
- СЗ ЗД-21** Жармагамбетова А.К., Ауезханова А.С., Сейткалиева К.С.
**Каталитическая активность Pd-полимер/ZnO систем
в реакции гидрирования 2-пропен-1-ола 258**
- СЗ ЗД-22** Закарина Н.А., Волкова Л.Д., Ким О.К.,
Григорьева В.П., Шаповалов А.А.
**Титансодержащие катализаторы на основе Таганского
монтмориллонита в Са-форме в реакции фотокаталитического
разложения сероводорода 259**
- СЗ ЗД-23** Исмагилов З.Р., Керженцев М.А., Яшник С.А.,
Хайрулин С.Р., Кузнецов В.В., Пармон В.Н.,
Bourane Abdenmour, Koseoglu Omer.R.
**Новые катализаторы и каталитические процессы для
окислительного обессеривания дизельного топлива 260**
- СЗ ЗД-24** Иткулова Ш.С., Закумбаева Г.Д., Акулов А.Г.,
Нурмаканов Е.Е., Абдуллин А.М., Иманкулова С.А.,
Нургалиев Н.Н., Оспанова А.Ж., Набидоллаев С.Е.
**Производство синтез-газа из биогаза на Со-содержащих
катализаторах, модифицированных добавкой РЗЭ 261**

СЗ 3Д-25 <u>Кадомцева А.В.</u> , Воротынцев В.М., Воротынцев А.В. Разработка энергоэффективного безотходного процесса каталитического восстановления тетрахлорида кремния и германия с целью получения высокочистых веществ	262
СЗ 3Д-26 Караханов Э.А., Максимов А.Л., Ятманова Н.Н., <u>Золотухина А.В.</u> Гибридные материалы на основе Pd-Ag наночастиц, стабилизированных дендримерами, как катализаторы гидрирования алкинов	264
СЗ 3Д-27 <u>Киселёва Т.П.</u> , Резниченко И.Д., Целютина М.И., Посохова О.М., Андреева А.В., Скорникова С.А. Влияние структуры цеолита на активность катализаторов депарафинизации процесса получения дизельного топлива	265
СЗ 3Д-28 <u>Кошель Г.Н.</u> , Курганова Е.А., Фролов А.С. N-гидроксифталимид – перспективный катализатор процессов жидкофазного окисления алкил- и циклогексилароматических углеводородов до гидропероксидов	266
СЗ 3Д-29 Магеррамова З.Ю., Висловский В.П., Гейдарлы Н.И., Омарова Е.С., Мамедова Л.М., <u>Сардарлы А.М.</u> Парофазный окислительный аммонолиз толуола и его хлорпроизводных на оксидных катализаторах	267
СЗ 3Д-30 Марочкин В.Г., <u>Звукова Т.М.</u> , Сизов А.И., Булычев Б.М. Каталитический синтез полимерных прекурсоров для получения алмазных пленок	268
СЗ 3Д-31 Масалимова Б.К. Парциальное окисление алканов в кислород- и водородсодержащие композиции	269
СЗ 3Д-32 <u>Меркин А.А.</u> , Романенко Ю.Е., Лефедова О.В. Побочные процессы, сопровождающие гидрогенизацию замещенных нитробензолов	271

СЗ 3Д-33 Митрофанова А.Н., <u>Бенько Е.М.</u> , Лунин В.В. Каталитическое окисление озоном лигнинсодержащих материалов в присутствии металлов переменной валентности	272
СЗ 3Д-34 Небесный Р.В., Ивасив В.В., <u>Дмитрук Ю.В.</u> Получение акриловой и метакриловой кислот альдольной конденсацией на $\text{V}_2\text{O}_5 - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{WO}_3/\text{SiO}_2$ катализаторах в газовой фазе	273
СЗ 3Д-35 Николаев С.А., <u>Голубина Е.В.</u> , Кротова И.Н., Мажуга А.Г. Закономерности каталитического действия моно- и биметаллических катализаторов окисления СО	274
СЗ 3Д-36 Нурмаканов Е.Е., <u>Иткуллова Ш.С.</u> , Закумбаева Г.Д. Конверсия метана на цеолит-содержащих катализаторах	275
СЗ 3Д-37 <u>Охлопкова Л.Б.</u> , Керженцев М.А., Матус Е.В., Просвирин И.П., Исмагилов З.Р. Разработка наноструктурированных каталитических покрытий на внутренней поверхности капиллярного микрореактора для селективного гидрирования ацетиленовых спиртов	276
СЗ 3Д-38 <u>Охлопкова Л.Б.</u> , Керженцев М.А., Просвирин И.П., Исмагилов З.Р. Влияние состава $\text{Pd}_x\text{Zn}_{100-x}$ наночастиц на активность и селективность в реакции гидрирования 2-метил-3-бутин-2-ола	277
СЗ 3Д-39 <u>Петров А.Ю.</u> , Синицин С.А., Нефёдова Н.В., Михайличенко А.И. Ферритосодержащие оксидные катализаторы детоксикации отходящих газов	278
СЗ 3Д-40 Полимбетова Г.С., Абдреимова Р.Р., Борангазиева А.К., <u>Бугубаева Г.О.</u> , Кейинбай С. Автокаталитические процессы переработки фосфида меди в фосфорорганические соединения	279

СЗ 3Д-41	<u>Потапова Л.Л.</u> , Черчес Б.Х., Володин А.Ю., Шункевич А.А., Егизаров Ю.Г.	
	Дезоксигенация воды в присутствии катализаторов на основе волокнистых ионитов, модифицированных гидроксидом железа	280
СЗ 3Д-42	<u>Рахимова Е.Б.</u> , Исмагилов Р.А., Васильева И.В., Ибрагимов А.Г., Джемилев У.М.	
	Синтез (1,5,3-дифтазепан-3-ил)хинолинов с участием $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	281
СЗ 3Д-43	<u>Роздяловская Т.А.</u> , Лебедева И.И., Астафьева С.А., Чекрышкин Ю.С.	
	Глубокое окисление хлорбензола на катализаторе $\text{V}_2\text{O}_5 - \text{CuCl} / \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	282
СЗ 3Д-44	<u>Рохина Е.Ф.</u> , Шевченко Г.Г., Рохин А.В.	
	Превращения сероорганических соединений в процессе гидрогенизации угольных смол на катализаторах нефтепереработки	283
СЗ 3Д-45	<u>Саляхова М.А.</u> , Абдуллин И.Ш., Карасева И.П., Пухачева Э.Н., Уваев В.В.	
	Фотокаталитическое разложение органических соединений на поверхности материалов с внедренным диоксидом титана	284
СЗ 3Д-46	<u>Суербаев Х.А.</u> , Жаксылыкова Г.Ж., <u>Кален А.М.</u>	
	Гидроалкокскарбонилирование октена-1 монооксидом углерода и спиртами в присутствии систем $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4 - \text{PPh}_3 - \text{P}$ (P – промоторы кислотного характера)	285
СЗ 3Д-47	<u>Сухороброва О.А.</u> , Кипнис М.А., Герзелиев И.М.	
	Особенности адсорбции изобутана и изобутена на цеолитах Y, ЦВМ, Бета	286
СЗ 3Д-48	<u>Удалова О.В.</u> , Быховский М.Я., Шашкин Д.П., Корчак В.Н.	
	Изомеризация гептана в присутствии нанесенных гетерополикислот	287

СЗ 3Д-49 <u>Удоратина Е.В.</u> , Торлопов М.А., Демин В.А. Гетерополикислоты – эффективные катализаторы комплексной трансформации полисахаридов	288
СЗ 3Д-50 <u>Хайруллина Р.Р.</u> , Гениятова А.Р., Ибрагимов А.Г., Джемилев У.М. Синтез 1,7-дитиа-3,5-диазациклоалкан-4-онов с участием Cs-содержащих катализаторов	289
СЗ 3Д-51 <u>Харрасов Р.У.</u> , Еникеева Л.В., Талипова Р.Р., Кутепов Б.И., Губайдуллин И.М. Каталитические свойства TiO_2 в реакции разложения пероксида водорода и окисления 4-третбутилфенола водными растворами H_2O_2	290
СЗ 3Д-52 <u>Харрасов Р.У.</u> , Талипова Р.Р., Кутепов Б.И. Гетерогенно-каталитическое окисление 4-третбутилфенола водными растворами H_2O_2	291
СЗ 3Д-53 <u>Чепайкин Е.Г.</u> , Безрученко А.П., Менчикова Г.Н., Моисеева Н.И., Гехман А.Е. Прямое парциальное окисление алканов C_1-C_4 в условиях гомогенного катализа	292
СЗ 3Д-54 Чернышев Д.О., Суслов А.В., Князев Д.С., Варламова Е.В., <u>Староверов Д.В.</u> , Козловский Р.А., Сучков Ю.П., Швец В.Ф. Дегидратация метилового эфира молочной кислоты до акриловой кислоты	293
СЗ 3Д-55 <u>Шаченкова Л.Н.</u> , Потапова Л.Л., Егиазаров Ю.Г. Устройство для детоксикации выхлопных газов дизельного двигателя в закрытых помещениях	294
СЗ 3Д-56 Шейнин В.Е., Гусейнов И.А., Искендерова Н.М., <u>Сардарлы А.М.</u> , Джалилов Ф.Ш. Исследование реакции окислительного аммонолиза 4-фенокситолуола над V-Sb/ Al_2O_3 - оксидным катализатором импульсном режиме	295

Секция 4. Промышленные катализаторы и каталитические процессы

- С4 ЗД-01** Апальков Г.А.
Разработка конструкции колонны каталитической деструкции органических компонентов жидких радиоактивных отходов 296
- С4 ЗД-02** Бикмурзин А.Ш., Ильясов И.Р., Ламберов А.А.
Разработка процесса гидрирования этил-винилацетиленовых углеводородов в факельных газах 297
- С4 ЗД-03** Бокий В.А.
Применение катализаторов на сетчатых носителях для дожигания промышленных выбросов органических загрязнителей..... 299
- С4 ЗД-04** Гаджиев Г.Н., Гасан-заде Г.Г., Мамедова И.Г.
Активация многокомпонентного катализатора окислительного аммонолиза метилпиридинов 300
- С4 ЗД-05** Ибрагимов Х.Д., Рустамов М.И., Ибрагимова З.М., Касумова К.М., Касумова Г.Ф., Кольчикова И.В.
Переработка тяжелой смолы пиролиза производства ЭП-300 с целью получения высококачественного кокса 301
- С4 ЗД-06** Казбанова А.В., Кузнецова Л.И., Тарасова Л.С., Кузнецов П.Н.
Исследование углеродистых отложений на платиносодержащих катализаторах изомеризации 302
- С4 ЗД-07** Касумзаде Э.А., Гусейнова А.Дж., Исмаилова Х.Ю.
Достижения процесса каталитического крекинга в нефтеперерабатывающей промышленности Азербайджана 303
- С4 ЗД-08** Кузнецов П.Н., Казбанова А.В., Кузнецова Л.И., Твердохлебов В.П., Кинзуль А.П.
Исследование состава и структурных свойств частично отработанного платина-рениевого катализатора риформинга 305
- С4 ЗД-09** Мамедова М.Т.
Кинетика биомиметического превращения метана в метанол 306

С4 ЗД-10	<u>Павлова Т.Л.</u> , Верниковская Н.В., Кленов О.П., Носков А.С.	
	Расчет перепада давления на противосажевых фильтрах	307
С4 ЗД-11	Островский Ю.В., <u>Заборцев Г.М.</u>	
	Стационарный каталитический реактор «КРОТ»	308
С4 ЗД-12	Островский Ю.В., <u>Заборцев Г.М.</u> , Шпак А.А.	
	Каталитическое обезвреживание газообразных выбросов	309
С4 ЗД-13	Флид М.Р.	
	Проблемы повышения селективности катализаторов оксихлорирования этилена	310
С4 ЗД-14	<u>Цыганков В.Н.</u> , Яковенко А.Г., Горшков-Кантакузен В.А.	
	Многофункциональные конструкции катализатор - датчик температуры – нагреватель	311
С4 ЗД-15	Шакун А.Н., Федорова М.Л., Демидова Е.В., <u>Карпенко Т.В.</u>	
	Промышленный опыт эксплуатации оксидного сульфатированного катализатора изомеризации С₅-С₆-фракций СИ-2 в России и в других странах	312
С4 ЗД-16	<u>Эзинкво Г.О.</u> , Третьяков В.Ф., Тальшинский Р.М., Илолов А.М.	
	Стратегический и фундаментальный процесс для комбинированого получения основных мономеров в химических промышленности превращением низших спиртов	313
С4 ЗД-17	<u>Юнусов М.П.</u> , Джалалова Ш.Б., Насуллаев Х.А., Исаева Н.Ф., Мирзаева Е.И., Гуломов Ш.Т.	
	Анализ опыта промышленной эксплуатации многослойных каталитических систем	314
С4 ЗД-18	Ященко А.В., Бруштейн Е.А. <u>Ванчурин В.И.</u> , Вяткин Ю.Л.	
	Потери платиноидов при окислении аммиака в агрегатах УКЛ-7	315

Симпозиум 1.

“Углеродные материалы и композиты на их основе”

- Симп.1 ЗД-01** Кулакова И.И., Тверитинова Е.А., Житнев Ю.Н., Савилов С.В., Лунин В.В.
Детонационный наноалмаз в катализе 316
- Симп.1 ЗД-02** Петин А.А., Моисеевская Г.В., Караваев М.Ю., Раздьяконова Г.И.
Предпосылки развития производства технического углерода специального назначения 317
- Симп.1 ЗД-03** Тверитинова Е.А., Житнев Ю.Н., Кулакова И.И., Маслаков К.И., Нестерова Е.А., Харланов А.Н., Савилов С.В., Лунин В.В.
Влияние структуры и химии поверхности детонационного наноалмаза и углеродных нанотрубок на их каталитические свойства 318

Симпозиум 2.

“Малотоннажная химия: состояние и перспективы”

- Симп.2 ЗД-01** Агагусейнова М.М., Абдуллаева Г.Н.
Получение диоксидородных аддуктов металлопорфириновых комплексов в полости рецепторов 319
- Симп.2 ЗД-02** Либерман Е.Ю., Батракова М.К., Михайличенко А.И., Ревина А.А., Кошкин А.Г., Зубавичус Я.В., Наумкин А.В., Маслаков К.И.
Нанесенные катализаторы Au/Ce_{0.72}Zr_{0.18}Pr_{0.1}O₂ для процесса низкотемпературного окисления СО 320
- Симп.2 ЗД-03** Мурсалова Л.А., Салаев М.Р., Гусейнова Э.А., Аджамов К.Ю.
Каталитический крекинг озонированного сырь 321

Симп.2 ЗД-04 <u>Романенко Ю.Е.</u> , Меркин А.А., Лефедова О.В. Учёт влияния дегидрирования растворителя при гидрогенизации нитробензолов	322
Симп.2 ЗД-05 Сасыкова Л.Р., <u>Масенова А.Т.</u> , Гильмундинов Ш.А., Рахметова К.С., Байтазин Е.А., Бунин В.Н. Катализаторы на блочных металлических носителях для получения диметилового эфира и метанола	323
Симп.2 ЗД-06 <u>Ульянова М.А.</u> , Путин С.Б., Ломовцева Е.Е., Ряшенцева И.А., Попова С.А. Композиционные листовые осушители воздуха	324
Адресная база	325
Содержание	360
Рекламные страницы	401

**II Российский конгресс по катализу
«РОСКАТАЛИЗ»
Том II**

Сборник тезисов докладов
Под общей редакцией академика В.Н. Пармона и д.т.н. А.С. Носкова

Тезисы докладов опубликованы в представленном авторами виде,
ответственность за содержание тезисов остается за авторами

Составители:	Л.Я. Старцева М.А. Ключа к.х.н. П.А. Никульшин
Компьютерная обработка	Ю.В. Климова А.А. Спиридонов
Обложка:	Н.Ф. Потеряева, Ю.В. Климова

Научное издание

Издатель:
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт катализа им. Г.К. Борескова
Сибирского отделения Российской академии наук
630099, Новосибирск, пр-т Академика Лаврентьева, 5, ИК СО РАН
<http://catalysis.ru>
E-mail: bic@catalysis.ru Тел. (383) 330-82-69

Электронная версия:
[Издательский отдел Института катализа СО РАН](#)
E-mail: pub@catalysis.ru Тел. (383) 326-97-15
Объем: 41 Мб. 1 USB-флеш-накопитель.
Подписано в тираж: 08.09.2014. Тираж: 300 экз.
Системные требования: i486 ; **Adobe Reader** (чтение формата PDF).

ISBN 978-5-906376-07-7



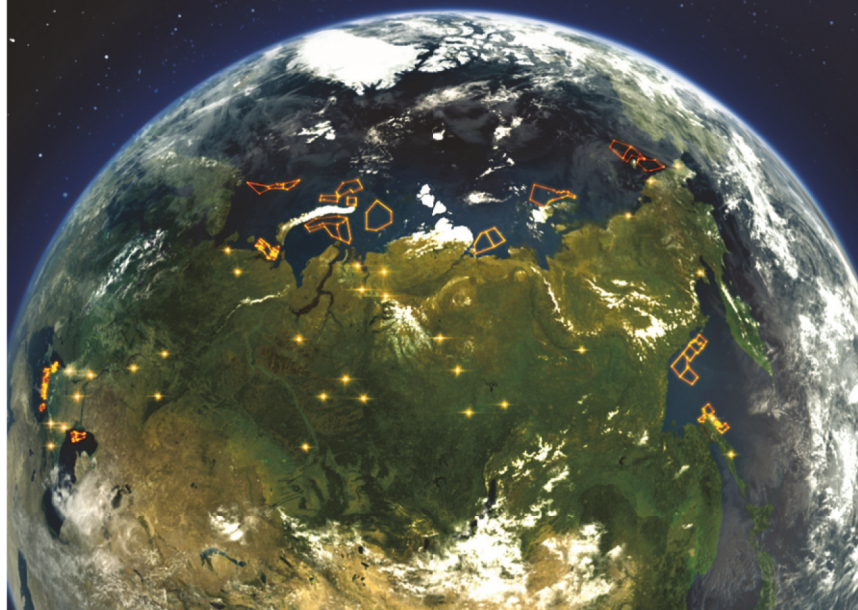
Рекламные страницы





РОСНЕФТЬ

ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
КОМПАНИЯ



ОАО «НК «Роснефть» — лидер российской нефтяной отрасли и крупнейшая публичная нефтегазовая компания в мире. Основными видами деятельности Компании являются поиск и разведка месторождений углеводородов, добыча нефти, газа, газового конденсата, реализация проектов по освоению морских месторождений, переработка добытого сырья, реализация нефти, газа и продуктов их переработки.

География деятельности «Роснефти» охватывает все основные нефтегазоносные регионы России, а также проекты в Беларуси, Украине, Казахстане, Туркменистане, Китае, Вьетнаме, Монголии, Германии, Италии, Норвегии, Алжире, Бразилии, Венесуэле и ОАЭ, на территории Канады и США (Мексиканский залив).

«Роснефть» добывает около 40% всей российской нефти. Компании принадлежат девять крупных нефтеперерабатывающих предприятий и четыре мини-НПЗ на территории России. В Германии «Роснефть» владеет долями в четырех НПЗ.

Розничная сеть АЗС ОАО «НК «Роснефть» охватывает 56 регионов России, а также территории Республики Беларусь, Украины и Абхазии.

Компания является крупнейшим налогоплательщиком страны: в 2013 году «Роснефть» обеспечила одну пятую часть налоговых поступлений в бюджет Российской Федерации.

СИБУР

объявляет о проведении

V-го Международного конкурса идей

6 НОМИНАЦИЙ

в различных областях



6 МИЛЛИОНОВ

рублей призового фонда

решения в области
производства и применения
полиэтилена высокого
давления и полипропилена

решения в области
производства
и применения пластиков

решения в области
производства и применения
синтетических каучуков

решения в области
газопереработки
и газофракционирования

решения в области
производства мономеров

решения в области
экологических проблем,
связанных с производством
и утилизацией
нефтехимических продуктов

I место – 500 000

II место – 300 000

III место – 200 000

Прием заявок – до 31 октября 2014

Узнать подробнее о конкурсе
и скачать заявку на участие Вы можете
на сайте компании в разделе Конкурс идей

По всем вопросам конкурса можно обращаться к Елене Сергиенко (495) 777-55-00
sergienkoea@sibur.ru



www.iq-chem.com
www.sibur.ru/idei

СИБУР

ФОРМУЛА БУДУЩЕГО

Уникальная вертикально
интегрированная газоперерабатывающая
и нефтехимическая компания

Сжиженные углеводородные газы

Синтетические каучуки

Продукты
органического синтеза

Пластики

Мономеры

Компания работает
на 27 собственных
производственных
площадках

Компания реализует
производство более чем
1 400 крупным
потребителям
в топливно-
энергетическом
комплексе

Производство
экспортируется
в 70 стран мира




www.sibur.ru

Анне Енсен
Инженер-исследователь

Компания Хальдор Топсе — мировой лидер в промышленном катализе и изучении физико-химических свойств поверхностей. Мы используем наш солидный научно-исследовательский потенциал и внушительный опыт в промышленности для того, чтобы наши заказчики достигли максимальных результатов.

Узнать больше на WWW.TOPSOE.COM

A close-up, low-angle photograph of a microscope. The objective lens and eyepiece are visible, with light reflecting off the glass surfaces. The background is a soft, out-of-focus green and blue, suggesting a laboratory setting. The overall tone is professional and scientific.

Компания Хальдор Топсе — это около 2800 сотрудников в 11 странах, на 5 континентах, объединённых бизнесом и преданностью науке

Лидирующие позиции в катализе основаны на практическом внедрении результатов фундаментальных научных исследований

Более 10% доходов компании ежегодно инвестируются в научные исследования и разработки

Более 300 высококлассных ученых работают в R&D

Изучение каталитических реакций «in-situ» на уровне атома с помощью уникального трансмиссионного электронного микроскопа

14 новых продуктов были представлены и внедрены в промышленную эксплуатацию в 2013 году

С 1995 г. — фундаментальное изучение каталитических процессов в России с грантом Топсе



- ИК-Фурье спектрометры

Самый широкий спектр оборудования: от компактного спектрометра для стандартных измерений до спектрометра с высочайшим разрешением для исследовательских задач.



- FT-NIR спектрометры

Полный модельный ряд FT-NIR спектрометров и анализаторов для самых разных задач, включая контроль технологических процессов.



- КР-спектрометры

КР-спектрометры и КР-микроскопы для научно-исследовательских применений.



Новейшие технологии ИК-Фурье, FT-NIR и КР- спектроскопия

Компания Bruker Optics предлагает ИК-Фурье, FT-NIR, КР- и терагерцовые спектрометры для самых различных задач. Мы имеем более, чем 35ти летний опыт в разработке и производстве спектрометров, на протяжении которого используем только самые новейшие технологии приборостроения.

ООО Брукер
Пятницкая ул. 50/2, стр. 1
119017 Москва
Тел. +7 495 517 9284
Факс +7 495 517 9286
E-Mail: ir@bruker.ru

Более подробная информация: www.brukeroptics.com



Фармконтакт
СИНТЕЗ

РЕАЛИЗОВАНО
15 000
ПРОЕКТОВ



МЫ ПРЕДЛАГАЕМ:

- Комплексные решения для предприятий и исследовательских лабораторий, лабораторий контроля качества: масштабирование, оснащение реакторными системами, монтаж, ввод в эксплуатацию
- Обучение от сертифицированных заводом изготовителем сервисных инженеров по эксплуатации поставленного оборудования
- Гарантийное обслуживание и послегарантийный контроль технического состояния приборов
- Подбор расходных материалов и реконфигурация оборудования под новые задачи

Фармконтакт Синтез —

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КАТАЛИЗА В
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ!

115516, Россия, Москва,
Павелецкая набережная,
дом 2, строение 5, подъезд 5
Тел.: +7 (499) 704-25-19
(центральный офис в Москве)
e-mail: info@phct-synthesis.ru
www.phct-synthesis.ru

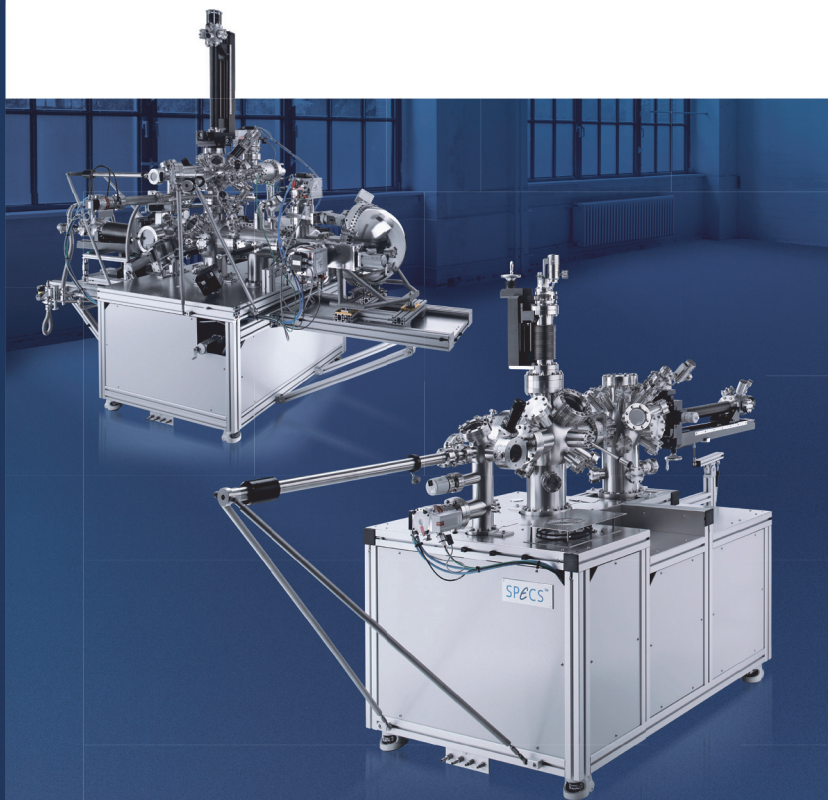
SPECS Systems

SPECTROSCOPY AND MICROSCOPY
UNDER NEAR AMBIENT CONDITIONS

NAP-XPS & NAP-SPM

„In order to understand
real world chemical pro-
cesses, we need to analyze
them as they occur in the
real world.“

Miquel Salmeron,
Berkeley Lab



SPECS Surface Nano Analysis GmbH

T +49 30 46 78 24-0
E info@specs.com
H www.specs.com

SPECS™

SPECS leads the way in state-of-the-art technology for surface spectromicroscopy.

SPECS Surface Nano Analysis GmbH

SPECS headquarters, with more than 150 employees, is located in the center of Germany's capital city Berlin, with subsidiaries in Switzerland (SPECS Zurich GmbH) and in the USA (SPECS Inc.). Furthermore, we have liaison offices in France and Spain and are represented all over the globe by our sales partners.

We are a team of scientists and engineers who have been dedicating their knowledge and experience to the



development, design and production of instruments for surface science, materials research, and nanotechnology since 1983.

Our key to success is know-how, experience, close contact to scientists from all over the world, customer orientation, reliable quality control, and dynamic research development.

Packaging of a
SPECS component
after final testing

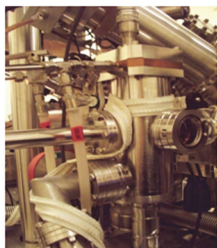
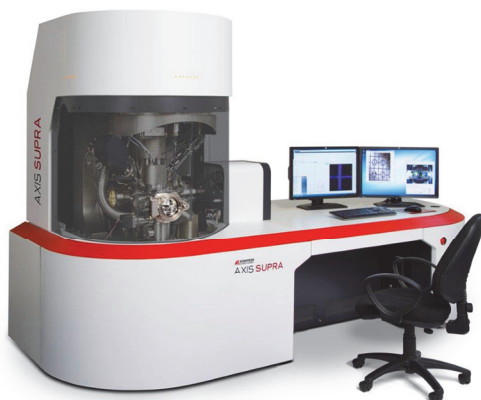
SPECS specialist
assembles a high
voltage 2D-CCD
Detector to a
PHOIBOS 150HV



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ СПЕКТРОМЕТРОВ

- ✓ **Высочайшее разрешение**
<0.48 эВ FWHM Ag 3d5/2 при
400 000 сч/с
- ✓ **Быстрое построение
РФЭ-карты**
Латеральное разрешение
достигает 1 мкм
- ✓ **Превосходное разрешение
на диэлектриках**
<0.68 эВ FWHM C1s (пик эфира)
для ПЭТ при 20 000 сч/с
- ✓ **Возможность оснащения
дополнительными методами
анализа**
ОЭС, УФЭС, ISS и др.

AXIS SUPRA



КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ЯЧЕЙКА

Возможность создавать в дополнительной камере спектрометра следующие условия:

- ✓ **Атмосфера газов:** H_2 , O_2 , H_2O , CO_2 , CH_4 и др.
- ✓ **Давление** от 1 до 4 бар
- ✓ **Температура** от 600°C до 1000°C

- Измерение тестовых образцов методами РФЭС и ОЭС
 - Возможность анализа на коммерческой основе

TechnoInfo Ltd: +7 (499) 243-66-26, www.technoinfo.ru

НОВЫЕ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТИ

qtac¹⁰⁰

Система спектроскопии
рассеяния медленных ионов

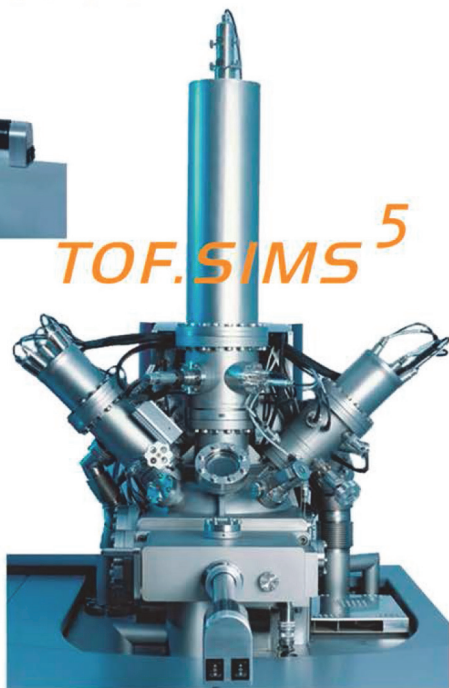
- ✓ Количественное определение состава верхнего атомного монослоя
- ✓ Построение карт, профилей и 3D-анализ



Вторично ионный
масс-спектрометр

- ✓ Латеральное разрешение 80 нм
- ✓ Массовое разрешение 16 000 m/dm
- ✓ Разрешение по глубине < 1 нм
- ✓ Построение карт, профилей
- ✓ 3D реконструкция структуры

TOF.SIMS⁵



Возможно исследование Ваших образцов на нашем оборудовании

TechnoInfo Ltd. +7 (499) 243-66-26, www.technoinfo.ru

ООО «ПРОМЭНЕРГОЛАБ» – российская компания, специализирующаяся на комплексном оснащении научно-исследовательских институтов и предприятий широким спектром аналитического и лабораторного оборудования, в том числе промышленными и лабораторными реакторами.

Компания поставляет и обслуживает в России и странах СНГ современное высокотехнологичное оборудование и приборы как стандартной комплектации, так и на основе сложных технических задач заказчика.

Проточный каталитический реактор

Система для проведения непрерывных каталитических процессов



Технические характеристики

Вместимость реактора	5 мл – 2 л (в стандартном исполнении)
Расчетное давление	до 400 бар
Расчетная температура	до 800 °С
Материал изготовления	Нержавеющая сталь 316SS, Hastelloy C-276
Количество зон нагрева	5 зон
Подача газа	0.05 – 3 л/мин
Подача жидкости	0.02 – 100 л/мин

Реактор периодического типа

С эффективным перемешиванием



Технические характеристики

Вместимость реактора	100 мл – 10 л (в стандартном исполнении)
Расчетное давление	до 400 бар
Расчетная температура	до 600 °С
Материал изготовления	Нержавеющая сталь 316SS, Hastelloy C-276
Мощность электрического нагревателя	0.5 кВт – 10 кВт
Скорость перемешивания	0 – 3500 об/мин

Thermo Scientific TPDRO 1100

Высокоточный автоматизированный прибор для исследования каталитической активности

В основе его работы лежит метод динамического потока, выполняющий программируемый анализ температуры для таких процессов, как восстановление, окисление, десорбция или изотермическая хемосорбция.

Каталитическая активность

Удельная поверхность подложки катализатора

Процент распределения металла по подложке

Концентрация кислотных/основных активных центров

Энергия активации десорбции

Окислительно-восстановительные свойства



Thermo Scientific Surfer

Газо-Адсорбционный Порозиметр

Устанавливает новые стандарты качества в исследовании микроструктуры поверхностей твердых материалов и порошков.

Принцип работы прибора основан на измерении изотерм адсорбции газов и паров волуметрическим методом.

Приборы серии Thermo Scientific Surfer незаменимы для исследования цеолитов, катализаторов, полимеров, строительных и керамических материалов, адсорбентов, минералов, порошков, металлов, лекарственных препаратов.

Метод газовой адсорбции позволяет измерять:

- Площадь удельной поверхности
- Распределение по размерам микро- и мезопор
- Удельный объем пор
- Анализ активных центров на поверхности





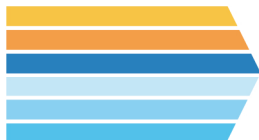
Официальный торговый дом
ООО «Салаватский
катализаторный завод»

К•Системы

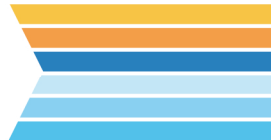
КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- **Реализация продукции** ведущего российского производителя катализаторов и сорбентов ООО «Салаватский катализаторный завод».
- **Инжиниринг**
 - математическое моделирование процессов осушки и очистки газов;
 - повышение эффективности действующих установок;
 - оптимизация загрузки адсорберов;
 - мониторинг работы сорбционных систем;
 - проектирование.
- **Сервис**
 - выгрузка, загрузка и рассев катализаторов и сорбентов;
 - регенерация катализаторов и сорбентов.



Республика Татарстан, г. Казань
тел. (3476) 39-28-34, 39-20-30
mail@catalysys.ru



www.catalysys.ru



Салаватский
катализаторный
завод

60 ЛЕТ НА РЫНКЕ
КАТАЛИЗАТОРНОЙ
ПРОДУКЦИИ



ООО «САЛАВАТСКИЙ КАТАЛИЗАТОРНЫЙ ЗАВОД» ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ КАТАЛИЗАТОРОВ И СОРБЕНТОВ

ПРОДУКЦИЯ

- Катализаторы крекинга ТСС;
- Синтетические цеолиты;
- Силикагелевые сорбенты;
- Катализаторы и сорбенты на основе оксида алюминия;
- Инертные керамические изделия (распределительные и опорные слои).

ПАРТНЕРЫ

ОАО «НК «Роснефть»,
ОАО «Газпром»,
ОАО «Сургутнефтегаз»,
ОАО «СИБУР Холдинг»,
ОАО АНК «Башнефть»,
ОАО «ЛУКОЙЛ»,
АО «НК «КазМунайГаз»,
РУП «ПО «Белоруснефть» и др.

НАУКА

Инновационные разработки в области промышленного катализа. Сотрудничество с ведущими научными институтами РФ:

- ООО «Газпром ВНИИГАЗ»;
- Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (г. Новосибирск);
- Институт проблем переработки углеводородов СО РАН (г. Омск);
- Научно-исследовательский и проектный институт ООО «ВолгоУралНИПИгаз».

Адрес: 453256, г. Салават,
ул. Молодогвардейцев, д. 30
тел. (3476) 39-28-24, 39-20-30,
market@skatz.ru

www.skatz.ru



МСВ
Установка

Настольная автоматическая установка для исследования катализаторов в различных каталитических процессах и использования в учебных целях.

Эффективна при изучении реакции гидрокрекинга, гидроочистки, изомеризации, алкилирования, каталитического риформинга и т.д.

Макс. рабочее давление: 200 бар

Макс. рабочая температура: 550°C

Объем реактора: 10 мл

Объем катализатора: 5 мл



СТВ
Универсальная
каталитическая установка

Лабораторные однореакторные установки для исследования катализаторов в различных процессах, протекающих в условиях до 550°C и 200 бар как в газовой, так и в жидкой фазах.

Позволяет получить данные об активности, селективности, стабильности катализатора, реакции на ингибиторы, яды и влияния условий активации.

Объем реактора: 10, 100, 200 мл

Габаритные размеры: 7 x 0,8 x 1,4 м



Высоко-
производительные
системы

Высокопроизводительные установки для автоматизированного приготовления и испытания катализаторов имеют от 4 до 8 реакторов в зависимости от модели. Модуль из 4 реакторов может быть использован при одинаковой температуре и давлении с разными газовыми смесями. Обеспечивает бесперебойную работу в течении 24 часов.

Обогреваемый объем реактора: 1 мл

Макс. рабочее давление: до 200 бар

Макс. рабочая температура: 800°C

Материал реактора: кварц или нерж. сталь



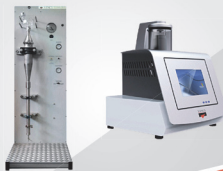
MRT
Установка
многореакторная

Установки серии MRT предназначены для исследования катализаторов в условиях до 550°C и 200 бар как в газовой, так и в жидкой фазах. Возможна последовательная и параллельная конфигурация 2-4 реакторов.

С помощью MRT можно оценить реакции дегидрогенизации, гидрогенизации, гидроочистки, гидрокрекинга, изомеризации и т.д.

Объем реактора: 10, 100, 200 мл

Габаритные размеры: 2,2 x 0,8 x 3 м



Испытание
катализаторов
на прочность

Линейка приборов настольного исполнения для определения прочности катализаторов и адсорбентов различных форм на раздавливание.

Соответствие методам ASTM D4179, D6175 и D7084-методу Shell SMS 1471.

Трение и истирание во вращающемся барабане и кипящем слое согласно ASTM D4058 и методу Spence.

www.epac-service.ru



MXE-1
Смеситель-экструдер

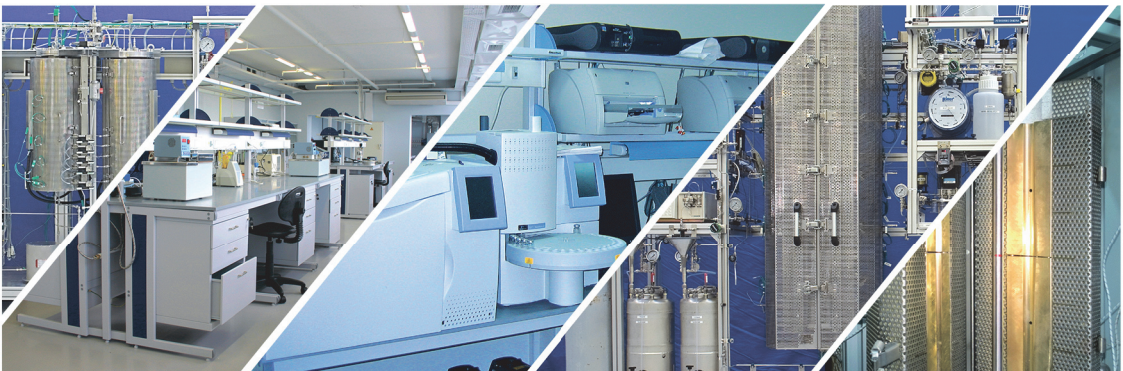
Предназначен для перемешивания и формирования экструдатов катализатора из гелей оксида алюминия, цеолитов, кремнеалюмофосфатов (SAPOs), двуокиси титана, карбид кремния в лабораторном масштабе.

Рабочий объем: 1,5 л

Скорость вращения лопастей: левый: от 22 до 108 об/мин
правый: от 15 до 72 об/мин

Скорость вращающия шнека: от 20 до 60 об/мин

КОМПЛЕКСНОЕ ОСНАЩЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ



АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Каталитических процессов

Катализаторов

Сырья и продуктов каталитических процессов

Оборудование для приготовления катализаторов

Вспомогательное оборудование для каталитической лаборатории

Лабораторная мебель «Аналитика»



ЗАО «ЭПАК-Сервис»

www.epac-service.ru

МОСКВА

119435, ул. Малая Пироговская, 5
тел.: (495) 981-17-68
факс: (495) 981-17-69
moscow.office@epac.ru

ОМСК

644033, ул. Нагибина, 1
тел.: (3812) 433-883,
факс: (3812) 433-884
epac@epac-service.ru

ФИЛИАЛЫ

Сургут, тел./факс: (3462) 23-72-67, 23-74-36
Нижневартовск, тел./факс: (3466) 44-12-99, 44-13-74
Тюмень, тел./факс: (3452) 62-29-35
Красноярск, тел./факс: (391) 228-83-87

Группа компаний Центр «ХромоСиб» - Дилер и Сервисный центр по лабораторному хроматографическому и технологическому оборудованию: газовые хроматографы «ХРОМОС», каталитические установки и системы



водо- и газоподготовки. Мы осуществляем полный комплекс работ и услуг - подготовка ТЗ на производство оборудования, комплектация, поставка, ввод в эксплуатацию, гарантийное/техническое/методическое сопровождение.



ГАЗОВЫЙ ХРОМАТОГРАФ «ХРОМОС ГХ-1000»

Технические и функциональные характеристики:

- компактный моноблок с модульной структурой элементов
- термостат колонок (ТК) на 14 или 19 литров
- зон нагрева до 11-ти, в т.ч. на крышке ТК до 6-ти
- детекторы: ПИД, ДТП, ПФД, ТИД, ЭЗД, ФИД, ГИД
- одновременная работа до 4-х детекторов в любом сочетании
- электронные регуляторы газового потока (РГП) до 16-ти
- устройства ввода: испаритель, кран и др.
- краны-дозаторы/переключатели 4/6/8/10/12/14 портовые
- установка до 5-6 хроматографических колонок
- размещение до 3-4-х устройств ввода в любом сочетании

Вспомогательное оборудование и комплектующие:

- генераторы водорода, воздуха, азота; системы очистки
- фазы, носители, сорбенты, насадочные колонки
- капиллярные колонки ведущих мировых производителей
- септы, ферулы, шприцы и микрошприцы, вials, ГСО, ПГС

И тысячи других наименований для ГХ/ВЭЖХ от Agilent, SGE, Restek, VICI, Supelco !



ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- каталитические установки низкого и высокого давления: проточные и проточно-циркуляционная
- установка определения общей поверхности и пористости твердых тел «МУЛЬТИСОРБ»
- установка определения активной поверхности нанесенных металлов «ХЕМОСОРБ»
- формирователь/калибратор и измерители газовых потоков



644050, г. Омск, ул. Химиков 25
т/ф. (3812)67-23-35, 90-60-33, 51-60-98
mail@chromosib.ru, www.chromosib.ru

JEOL

- ЯМР - спектрометры:
 - спектрометры серии JNM-ECA/ECA II
 - спектрометры серии JNM-ECX/ECX II
 - спектрометры серии JNM-ECS
- Электронные микроскопы:
 - растровые
 - сканирующие
 - просвечивающие
- Оже-микрoанализ
- Электронно-зондовый микроанализ
- DART - масс-спектрометры:
 - времяпролетный масс-спектрометр высокого разрешения AssuTOF

 **SHIMADZU**

- Оборудование, пробоподготовка, аксессуары и расходные материалы для хроматографии, масс-спектрометрии
- Времяпролетные масс-спектрометры с ионизацией в матрице MALDI
- Спектральное оборудование: УФ/вид. и ИК, ИСП спектрометры, пробоподготовка и аксессуары
- Рентгеновские спектрометры и дифрактометры
- Оборудование для анализа общего органического углерода и азота
- Оборудование для изучения дисперсионного состава и термоанализа
- Оборудование для испытания механических свойств материалов
- Весоизмерительное оборудование


www.element.ur.ru

117105, Москва,
Варшавское ш., д.1,
стр. 6, БЦ "W Plaza 2"
тел/факс:
(495) 514-00-48
e-mail:
msc@element.utk.ru

620075, Екатеринбург,
ул. Бажова, 68, пом.14
тел/факс:
(343) 278-34-64
e-mail:
element@usp.ru

630007, Новосибирск,
ул. Октябрьская, 42, оф.225/3
тел/факс:
(383) 202-07-26
e-mail:
shim_ns@element.utk.ru

634028, Томск,
пр-кт Ленина, 1, оф. 404
тел/факс:
(3822) 41-11-04
e-mail:
tomsk@element.utk.ru

ИСТОРИЯ

Компания Сигм плюс существует с 1991 года как коллектив специалистов в области производства полупроводниковых эпитаксиальных гетероструктур. Все это время в процессе работы приходилось не только решать задачи создания новых структур, но и постоянно совершенствовать технологическое оснащение производства. Постепенно деятельность, связанная с автоматизацией технологических процессов, поставками высокоточного оборудования и газовым инжинирингом выделилась в отдельное направление. Для более тесной интеграции данных задач в 2007 году была образована компания Сигм плюс инжиниринг.

НАПРАВЛЕНИЯ

- ◆ Основным направлением деятельности «Сигм плюс инжиниринг» является продажа на территории России и стран СНГ **высокоточных измерителей и регуляторов расхода и давления для газов и жидкостей, систем осушки и очистки газа**. Компания является дистрибьютером товаров нескольких зарубежных производителей, таких как Bronkhorst High-Tech (Нидерланды), Hoffer Flow Controls (США), Badger Meter Europe (Германия) и Entegris (США).
- ◆ Также специалисты компании осуществляют сборку на территории России некоторых популярных серий цифровых измерителей и регуляторов расхода Bronkhorst, а также проводятся **калибровка, поверка, сервисное обслуживание и ремонт расходомеров на базе авторизованного сервисного центра** компании «Сигм плюс инжиниринг».
- ◆ Кроме того, компания изготавливает на заказ по ТЗ заказчика **газовые обвязки технологического оборудования, газораспределительные щиты, системы осушки газов, газобаллонные шкафы** и т.п. на базе импортных и отечественных комплектующих.

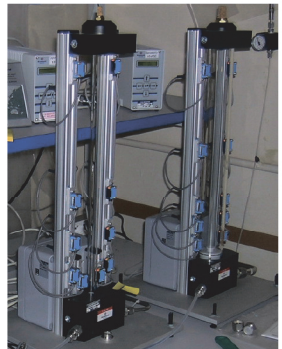
ОПЫТ

Мы работаем со многими производственными, проектными и научно-исследовательскими организациями и предприятиями России, такими как:

- ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»
- ОАО «Северсталь»
- ОАО «Новолипецкий Металлургический Комбинат»
- ВНИИФ РФЯЦ
- ВНИИЭФ РФЯЦ
- ФГУП НИИАР
- ФГУП ВНИИНМ им.Бочвара
- ФГУП НИТИ
- Салым Петролеум Девелопмент
- ОАО «Газпром нефть»
- ОАО «Машиностроительный завод»
- ООО «НИОСТ»
- ФГУП «НПО Техномаш»
- и др.



Популярная модель газовых расходомеров Bronkhorst EL-FLOW F-201CV Select



Российский сервисный центр Bronkhorst



Система осушки газов производства Сигм плюс инжиниринг

**Комплексные поставки
оборудования «под ключ»
для лабораторий
нефтедобывающего и нефте-
и газоперерабатывающего
комплекса в соответствии
с международными
и российскими стандартами
на территории СНГ
и сопредельных государств.**

**Лабораторное, поточное
и пилотное оборудование,
а также экспресс-анализаторы.**

**Мобильные
экспресс-лаборатории для
определения качества
нефтепродуктов на АЗС.**



CLA 5



MiniAV-X



Sindie OTG





ООО «Болид»

Россия, 630015, г. Новосибирск,
ул. Электровзаводская, д. 2, корп. 6
тел.: (383) 325 3317
e-mail: pnp_bolid@ngs.ru
http: // www.pnpbolid.com

НОВЫЙ МАТЕРИАЛ – ШИРОКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

ООО «БОЛИД» - успешное предприятие в области электроэнергетики.

Направления научно-исследовательской деятельности:

- исследование переходных процессов в электрических системах;
- диагностика кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена;
- разработка новых радиопоглощающих материалов;

Организационно-методическая деятельность:

- участие в разработке нормативных документов для предприятий топливно-энергетического комплекса;
- разработка технических требований к коммутационному оборудованию для сетей 6 – 35 кВ;

С 1995 года ООО «Болид» имеет собственную производственную базу и серийно выпускает широкий спектр продукции:

- на основе материала «ЭКОМ»:
 - резистор защитный (РЗ) для заземления нейтрали в сетях 3 – 750 кВ для защиты от дуговых перенапряжений и феррорезонансных явлений, используется в сетях электрических подстанций и собственных нужд электростанций, ТЭЦ, ГЭС, на электростанциях промышленных металлургических предприятий, предприятий нефтегазового комплекса;
 - элементы для обогрева различного назначения.
- светотехническая продукция:
 - светильники и прожекторы со светодиодными элементами;
- Новые направления деятельности:
 - Материалы для поглощения СВЧ излучений, волноводные нагрузки;
 - Система теплоаккумуляционного отопления помещений;
 - Металлический сплав для изготовления резистивных элементов.

В планы компании входит разработка и внедрение новых изделий и технологий, связанных с ограничением перенапряжений в распределительных электрических сетях, освоение новых рынков сбыта производимой продукции, в первую очередь ближнего и дальнего зарубежья.



ТЕХНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД



Омск Карбон Групп, 644024, Россия, г. Омск, ул. Пушкина, д. 17, корп. 1
Тел/факс: +7 (3812) 32-53-36 • www.omskcarbongroup.com • office@omskcarbon.com





http://catalysis.ru/block/index.php?ID=1&SECTION_ID=1876