



РОСКАТАЛИЗ

IV РОССИЙСКИЙ КОНГРЕСС ПО КАТАЛИЗУ

20-25 СЕНТЯБРЯ 2021 **КАЗАНЬ, РОССИЯ**

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова
Сибирского отделения Российской академии наук»
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«Казанский научный центр Российской академии наук»
Общественная организация
«Республиканское химическое общество им. Д.И. Менделеева Татарстана»
Научный совет по катализу Отделения химии и наук о материалах РАН

IV Российский конгресс по катализу

«РОСКАТАЛИЗ»

20 - 25 сентября 2021 г.

Казань

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

<http://conf.nsc.ru/RusCat-2021/ru>

УДК 544.47+66.097

ББК 24.54

P764

P764 РОСКТАЛИЗ. IV Российский конгресс по катализу : Сборник тезисов докладов (20-25 сентября 2021 г., Казань, Россия) [Электронный ресурс] / под редакцией акад. В.И. Бухтиярова, акад. В.Н. Пармона, д.х.н. Д.В. Козлова, к.х.н. Д.А. Шляпина – Новосибирск : Институт катализа СО РАН, 2021.

– ISBN 978-5-906376-37-4

В надзаг.:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук»

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

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

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»

Общественная организация «Республиканское химическое общество им. Д.И. Менделеева Татарстана»

Научный совет по катализу Отделения химии и наук о материалах РАН

Сборник включает тезисы пленарных и ключевых лекций, устных, стендовых и заочных докладов:

Секция 1. Фундаментальные основы катализа.

Секция 2. Перспективные катализаторы и каталитические процессы

Секция 3. Катализаторы и каталитические процессы для энергетики будущего

Секция 4. Промышленные катализаторы и каталитические процессы

Молодёжная школа по катализу "Физико-химические методы исследования – ключ к пониманию принципов каталитического действия"

Круглый стол «Катализ в добыче и переработке тяжелой и нетрадиционной нефти»

УДК 544.47+66.097

ББК 24.54

ISBN 978-5-906376-37-4

© Институт катализа СО РАН, 2021

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНГРЕССА

- ❑ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова
Сибирского отделения Российской академии наук»
- ❑ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
- ❑ Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
- ❑ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук
- ❑ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук
- ❑ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр
«Казанский научный центр Российской академии наук»
- ❑ Общественная организация
«Республиканское химическое общество им. Д.И. Менделеева Татарстана»
- ❑ Научный совет по катализу Отделения химии и наук о материалах РАН



При поддержке



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



Правительство Республики Татарстан

ЗОЛОТЫЕ ПАРТНЕРЫ КОНГРЕССА



ПАО "Газпром нефть"



ООО "Реолгрейд сервис"

БРОНЗОВЫЕ ПАРТНЕРЫ КОНГРЕССА



ООО «ФИЗЛАБПРИБОР»



ООО "Сервис-центр "ХромоСиб"



ООО "Глювекс"



ООО «Сайтегра»



ООО «НКЦ «ЛАБТЕСТ»



ООО «Сигм плюс инжиниринг»



ООО «ЭЛЕМЕНТ»



ООО «НПФ «Мета-хром»

Информационная поддержка



Журнал
«Кинетика и катализ»



Журнал «Катализ в
промышленности»



Журнал
Прикладной Химии



Журнал
Нефть. Газ. Новации



Научно-технический журнал
Мир Нефтепродуктов



Информационное агентство
«Девон»



Научно-технический журнал
«Лаборатория и производство»

ПРЕДСЕДАТЕЛИ:

Пармон Валентин Николаевич, Новосибирск
академик РАН, доктор химических наук, профессор, научный руководитель ИК СО РАН,
вице-президент РАН, председатель СО РАН

Гафуров Ильшат Рафкатович, Казань
доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук, профессор,
ректор Казанского (Приволжского) федерального университета

Бухтияров Валерий Иванович, Новосибирск
академик РАН, доктор химических наук, профессор, директор ИК СО РАН

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ:

Алдошин Сергей Михайлович, Москва
академик РАН, доктор химических наук, профессор, научный руководитель ИПХФ РАН

Егоров Михаил Петрович, Москва
академик РАН, доктор химических наук, профессор, директор ИОХ РАН

Калмыков Степан Николаевич, Москва
член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор,
декан химического факультета МГУ

Максимов Антон Львович, Москва
член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, директор ИНХС РАН

Синяшин Олег Герольдович, Казань
академик РАН, доктор химических наук, профессор, научный руководитель направления Химия
ИОФХ им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН

ЧЛЕНЫ КОМИТЕТА

Берлин Александр Александрович, Москва
академик РАН, доктор химических наук, профессор, научный руководитель ИХФ РАН

Дедов Алексей Георгиевич, Москва
академик РАН, доктор химических наук, профессор РГУ нефти и газа, зав. кафедрой,
директор ИННК

Джемилев Усеин Меметович, Уфа
член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, научный руководитель УНЦ РАН,
научный руководитель ИНК РАН

Исмагилов Зинфер Ришатович, Кемерово
академик РАН, доктор химических наук, профессор, научный руководитель ФИЦ УУХ СО РАН

Казаков Юрий Михайлович, Казань
доктор технических наук, врио ректора ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»

Калюжный Сергей Владимирович, Москва

доктор химических наук, профессор, Советник Председателя Правления по науке —
Главный ученый ООО «УК «РОСНАНО»

Капустин Владимир Михайлович, Москва

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии переработки нефти
ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»

Карасик Андрей Анатольевич, Казань

доктор химических наук, профессор, руководитель ИОФХ им. А.Е. Арбузова
обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН

Лавренов Александр Валентинович, Омск

доктор химических наук, директор ЦНХТ ИК СО РАН

Ламберов Александр Адольфович, Казань

доктор технических наук, профессор, заместитель директора по связям с промышленностью и
коммерциализации, КФУ / Химический институт им. А.М. Бутлерова / директорат химического
института им. А.М. Бутлерова

Лихолобов Владимир Александрович, Новосибирск

член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор,
главный научный сотрудник ИК СО РАН

Нурғалиев Данис Карлович, Казань

доктор геолого-минералогических наук, профессор, проректор по научной деятельности КФУ

Стахеев Александр Юрьевич, Москва

доктор химических наук, профессор, заместитель директора ИОХ РАН,
заведующий Лабораторией катализа нанесенными металлами и их оксидами

Степкин Дмитрий Борисович, Москва

ПАО «СИБУР Холдинг», директор блока «Корпоративный НИОКР»

Стороженко Павел Аркадьевич, Москва

академик РАН, доктор химических наук, профессор, научный руководитель – первый
заместитель управляющего директора ГНЦ РФ ФГУП «ГНИИХТЭОС»

Таран Оксана Павловна, Красноярск

доктор химических наук, профессор РАН, директор ИХХТ СО РАН



ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ:

Бухтияров Валерий Иванович

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

ЗАМЕСТИТЕЛИ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

Козлов Денис Владимирович

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Стойков Иван Иванович

Казанский федеральный университет,
Химический институт им. А.М. Бутлерова, Казань

Шляпин Дмитрий Андреевич

Центр новых химических технологий ИК СО РАН, Омск

Карасик Анжелика Игоревна

Институт органической и физической химии им.
А.Е. Арбузова - Обособленное структурное
подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань

ЧЛЕНЫ КОМИТЕТА

научное сопровождение

Адонин Николай Юрьевич

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Алексеева Мария Валерьевна

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Брыляков Константин Петрович

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Бухтиярова Марина Валерьевна

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Ведягин Алексей Анатольевич

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Дубинин Юрий Владимирович

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Загоруйко Андрей Николаевич

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Заикина Олеся Олеговна

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Казачков Максим Олегович

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Каичев Василий Васильевич

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Козлова Екатерина Александровна

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Ощепков Александр Геннадьевич

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Петров Роман Владимирович

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Яковлев Вадим Анатольевич

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

техническое сопровождение:

Ершова Анна Михайловна

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Спиридонов Алексей Алексеевич

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

Суворова Марина Сергеевна

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

СЕКРЕТАРЬ

Логунова Светлана Сергеевна

Институт катализа СО РАН, Новосибирск

СД-II-17 Наночастицы Pt/h-BN(O) для гидрирования CO₂

Волков И.Н.¹, Ковальский А.М.¹, Конопацкий А.С.¹, Евдокименко Н.Д.¹, Кустов А.Л.¹, Штанский Д.В.¹

1 – НИТУ «МИСИС», Москва, Россия

Ilia.volkov@outlook.com

Благородные металлы хорошо известны в качестве эффективных каталитических материалов. Основным их преимуществом является широкая вариативность реакций, в которых они демонстрируют свою эффективность. Одной из важных реакций промышленности является гидрирование диоксида углерода, она встречается в ряде промышленных процессов: Фишера – Тропша, синтезе метана, метанола и др. Для повышения активности катализатора в гетерогенном катализе активная фаза распределена по поверхности носителя. Основными требованиями, предъявляемыми к носителям, являются химическая инертность, термическая стабильность и высокая удельная поверхность материала. Помимо традиционно используемых носителей катализаторов, представленных оксидными керамиками, углеродными частицами и рядом других материалов, последнее время появляются работы, показывающие возможность эффективного применения гексагонального нитрида бора. Соответственно, наиболее эффективным носителем в данном случае будет наноструктурированный h-BN, обладающий способностью формирования частиц с высокой удельной поверхностью [1; 2]. В представленной работе были получены и исследованы гетерогенные нанокатализаторы Pt/h-BN(O), а также определено влияние контролируемого окисления носителя h-BN на активность и селективность катализатора в реакции гидрирования CO₂.

В качестве носителя были использованы наночастицы гексагонального BN, полученные плазмохимическим синтезом и представляющие из себя изогнутые пакеты из 10-15 слоев размером 20-50 нм. Удельная поверхность этих частиц, измеренная методом БЭТ, составила 203 м²/г. Для дополнительного окисления поверхности частицы выдерживались на воздухе при T=1100 °C в течение 2 мин. Наночастицы h-BN и h-BNO суспензировали в воде с помощью погружного ультразвукового генератора при комнатной температуре, затем в суспензию добавляли хлороплатиновую кислоту из расчета 4 масс. % Pt по отношению к нитриду бора. После пропитки наночастицы Pt/h-BN(O) восстанавливались в протоке водорода в течение двух часов при температуре 350 °C.

Полученные гибридные наночастицы исследовались методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, ИК- спектроскопии, ИСП-МС спектроскопии, рентенофазового анализа и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Было показано, что использование предварительно окисленного h-BN способствует формированию более мелких частиц Pt (рис. 1).

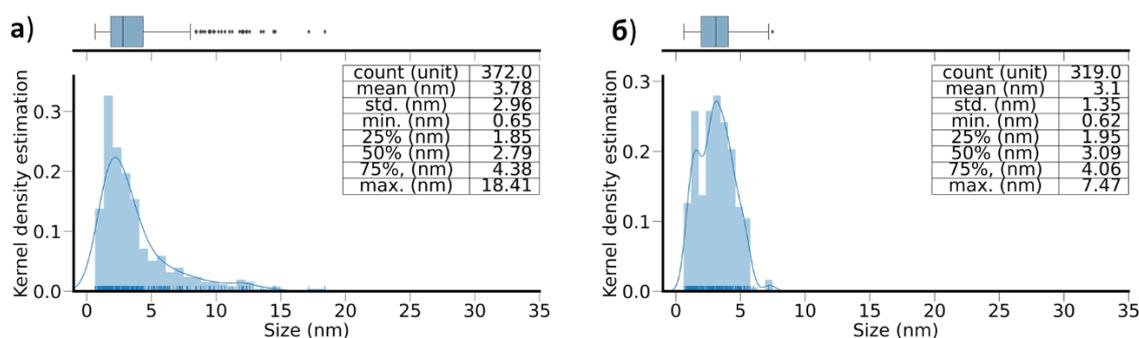


Рис. 1. Распределение наночастиц Pt по размерам в гетерогенных катализаторах (а) Pt/h-BN и (б) Pt/h-BNO

Каталитические исследования полученных материалов проводились в проточной каталитической установке, оснащенной прямым реактором из нержавеющей стали с неподвижным слоем катализатора. Навеска образца смешивалась с кварцем и загружалась в реактор. Перед проведением каталитических испытаний материалы активировались в токе водорода при температуре 500 °С и выдерживались 60 минут при этой температуре. Затем охлаждались в токе водорода до комнатной температуры, при потоках исходных газов – 7 мл/мин CO₂ и 14 мл/мин H₂ и давлении 30 атм. Анализ продуктов катализа проводили хроматографическими методами.

Было выявлено, что контролируемое окисление носителя h-BN повышает активность гибридных наночастиц и селективность по легким углеводородам.

Благодарности: Волков И. Н. благодарит за поддержку РФФИ в части каталитических исследований, проект № 20-33-90070.

Литература:

- [1] Shtansky D.V. Fabrication and application of BN nanoparticles, nanosheets and their nanohybrids / D.V. Shtansky, K.L. Firestein, D.V. Golberg // *Nanoscale*. – 2018. – Vol. 10. – № 37. – P. 17477-17493.
- [2] (Ni,Cu)/hexagonal BN nanohybrids – New efficient catalysts for methanol steam reforming and carbon monoxide oxidation / A.M. Kovalskii [et al.] // *Chemical Engineering Journal*. – 2020. – Vol. 395. – P. 125109.

Бугрова Татьяна Александровна

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

Будаев Жаргал Баирович

Томский государственный университет
Томск, Россия
budaev17@mail.ru

Будкин Игорь Валерьевич

ООО «Сигм плюс инжиниринг»
Москва, Россия
i.budkin@splus.ru

Будникова Юлия Германовна

Институт органической и физической химии
им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН
Казань, Россия
yulia@iopc.ru

Булавченко Ольга Александровна

ФИЦ "Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН"
Новосибирск, Россия
isizy@mail.ru

Бумагин Николай Александрович

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова
Москва, Россия
bna51@mail.ru

Бурueva Дудари Баировна

Институт «Международный томографический
центр» СО РАН
Новосибирск, Россия
burueva@tomo.nsc.ru

Бухтияров Андрей Валерьевич

ФИЦ "Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН"
Новосибирск, Россия
avb@catalysis.ru

Бухтияров Валерий Иванович

ФИЦ "Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН"
Новосибирск, Россия
vib@catalysis.ru

Бухтиярова Галина Александровна

ФИЦ "Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН"
Новосибирск, Россия
gab@catalysis.ru

Бычков Виктор Юрьевич

ФИЦ химической физики им. Н.Н. Семенова РАН
Москва, Россия
bychkov@chph.ras.ru

Валеев Константин Радикович

ФИЦ "Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН"
Новосибирск, Россия
valeev@catalysis.ru

Ван Ячжоу

Новосибирский государственный университет
Новосибирск, Россия
wangyazhou@yandex.ru

Варламова Наталья Ивановна

Центральный институт авиационного
моторостроения им. П.И. Баранова
Москва, Россия
nivarlamova@ciam.ru

Варфоломеев Михаил Алексеевич

Казанский федеральный университет
Казань, Россия
Mikhail.Varfolomeev@kpfu.ru

Васильев Александр Викторович

Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет
Санкт-Петербург, Россия
aleksvasil@mail.ru

Васильева Марина Сергеевна

Дальневосточный Федеральный Университет
Владивосток, Россия
vasileva.ms@dvfu.ru

Васильева Элина Алексеевна

Казанский национальный исследовательский
технологический университет
Казань, Россия
elina.vasiljeva@mail.ru

Васютин Павел Романович

ФИЦ химической физики им. Н.Н. Семенова РАН
Москва, Россия
vasyтинpavel@yandex.ru

Вахин Алексей Владимирович

Казанский федеральный университет
Казань, Россия
vahin-a_v@mail.ru

Ведерников Олег Сергеевич

ПАО «Газпром нефть»
Санкт-Петербург, Россия
VEDERNIKOV.OS@gazprom-neft.ru

Веретельников Кирилл Викторович

ООО "Газпромнефть-Каталитические системы"
Омск, Россия
Veretelnikov.KV@omsk.gazprom-neft.ru

СД-II-13

Борщ В.Н., Быстрова И.М., Жук С.Я., Пугачева Е.В., Готов А.П.,
Смирнова Е.М., Винокуров В.А.

**Синтез в режиме низкотемпературного горения нанесенных катализаторов
глубокого окисления углеводородов и СО и метанирования CO_2 на основе галлузита** 420

СД-II-14

Ботин А.А., Болдушевский Р.Э., Можяев А.В., Никульшин П.А.

**Селективное реакционное адсорбционное обессеривание олефинсодержащего
сырья на Ni-Zn нанесенных системах** 422

СД-II-15

Бугрова Т.А., Филоненко А.В., Савельева А.С., Харламова Т.С., Мамонтов Г.В.

**Pt/CeO₂ катализаторы на основе предвосстановленного CeO₂ для гидрирования
нитробензола в анилин** 424

СД-II-16

Васютин П.Р., Ивакин Ю.Д., Гордиенко Ю.А., Лагунова Е.А., Шашкин Д.П., Синев М.Ю.

**Синтез сложных оксидных катализаторов с использованием обработки
в водных флюидах** 426

СД-II-17

Волков И.Н., Ковальский А.М., Конопацкий А.С., Штанский Д.В.

Наночастицы Pt/h-BN(O) для гидрирования CO_2 428

СД-II-18

Гончарова Д.А., Харламова Т.С., Светличный В.А.

**Влияние состава и морфологии НЧ CuO_x , полученных ИЛА в растворе H_2O_2 ,
на каталитическое и фотокаталитическое разложение органических загрязнителей** 430

СД-II-19

Горбунова А.С., Бондарева В.М., Саланов А.Н., Соболев В.И.

**Окислительное дегидрирование этана в этилен на смешанных оксидах MoVTenb с
модифицирующей добавкой Se** 431

СД-II-20

Саломатина Е.В., Горбунова М.С., Смирнова Л.А.

**Фотокаталитическое разложение фенолов в присутствии
органонеорганических сополимеров, содержащих полититаноксид
и наночастицы Au, Ag** 433

СД-II-21

Горелышева В.Е., Харлампыди Х.Э., Мисбахова Ф.Ф., Бочков М.А., Шинкарев А.А. (мл)

**Физико-химические и каталитические свойства ZrO_2 -носителя
CrO_x-катализатора дегидрирования изопентана** 435

СД-II-22

Гостева А.Н., Куликова М.В., Семушина Ю.П., Чудакова М.В.

**Каталитическая активность продуктов, полученных термолизом $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$
в различных газовых атмосферах, в процессе гидрирования СО** 437