

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.092.02
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА
ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Н.Д. ЗЕЛИНСКОГО РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 26.11.2024 г. № 17

О присуждении Ботину Андрею Арсеньевичу (гражданину Российской Федерации) ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Реакционно-адсорбционное обессеривание бензина каталитического крекинга на биметаллических Ni-Zn нанесенных системах» по специальности 1.4.12. Нефтехимия принята к защите 17 сентября 2024 г., протокол № 15, диссертационным советом 24.1.092.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института органической химии им. Н. Д. Зелинского Российской академии наук (ИОХ РАН). Диссертационный совет создан в соответствии с приказом ВАК №105/нк от 11.04.2012 (о создании совета) и № 516 от 26 мая 2017 года (о внесении изменений в составы советов). Состав диссертационного совета Д 002.222.02 утвержден в количестве 22 человек на период действия номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России № 59 от 25.02.2009 г. Переименован в 24.01.092.02 в соответствии с номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом № 118 от 24 февраля 2021 года. В соответствии с приказом № 2153/нк от 27 ноября 2023 года (о внесении изменений в составы советов) состав совета утвержден в количестве 24 человек.

Соискатель Ботин Андрей Арсеньевич 1996 года рождения, в 2020 году окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» по специальности 18.04.01 Химическая технология, диплом магистра с отличием № 107724 5113196. Проходил обучение в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» с 01 ноября 2020 года по 31 октября 2024 года. Справка о периоде обучения № СП-948-134629 и справка о сдаче кандидатских экзаменов № СП-948-132747 выданы в 2024 году Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Научный руководитель — Никульшин Павел Анатольевич, доктор химических наук (02.00.15 «Кинетика и катализ», 02.00.13 «Нефтехимия») заместитель генерального директора по науке АО «ВНИИ НП», профессор кафедры технологии переработки нефти федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Официальные оппоненты:

Максимов Николай Михайлович, доктор химических наук, доцент, профессор кафедры химической технологии переработки нефти и газа

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет»;

Князева Мария Игоревна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории №4 «Химии углеводов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», г. Санкт-Петербург, в своем **положительном заключении**, подписанном доктором технических наук, Научным руководителем Научного центра «Проблем переработки минеральных и техногенных ресурсов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Пягай Игорем Николаевичем и кандидатом технических наук, Исполнительным директором Научного центра «Проблем переработки минеральных и техногенных ресурсов» Рудко Вячеславом Алексеевичем (диссертация и отзыв обсуждены и одобрены на заседании Научного центра «Проблем переработки минеральных и техногенных ресурсов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», протокол №19 от 18 октября 2024 г.), указала, что диссертационная работа Ботина Андрея Арсеньевича выполнена на актуальную тему, является завершённой научно-квалификационной работой, по критериям научной новизны, практической значимости полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 14.06.2013 № 527-ПП).

федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции)), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.12. Нефтехимия.

Соискатель имеет **10 опубликованных работ по теме диссертации**, из которых **3 статей** – в изданиях, включенных в наукометрические базы данных Scopus и Web of Science.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Ботин, А. А.** Исследование влияния состава носителя ZnO-Al₂O₃ при реакционном адсорбционном обессеривании олефинсодержащего сырья на сорбенте Ni/ZnO-Al₂O₃/ А. А. Ботин, А. В. Можаяев, Ю. А. Хамзин, Р. Э. Болдушевский, П. А. Никульшин // Нефтехимия. – 2022. – Т. 62. – №. 4. – С. 501-509.

2. **Ботин, А. А.** Влияние поверхностной концентрации никеля на активность и селективность сорбентов Ni/ZnO-Al₂O₃ в реакционно-адсорбционном обессеривании олефинсодержащего сырья/ А. А. Ботин, А. В. Можаяев, Ю. А. Хамзин, Р. Э. Болдушевский, П. А. Никульшин // Химия и технология топлив и масел. – 2022. – №. 2. – С. 14-20.

3. **Botin, A. A.** Reactive Adsorption Desulfurization of Model FCC Gasoline on Ni-based Adsorbents: Effect of Active Phase Dispersion on Activity and HDS/HYD Selectivity / A. A. Botin, R. E. Boldushevskii, A. V. Mozhaev, M. Ghambarian, M. Balar, M. Ghashghaee, P. A. Nikulshin // Applied Catalysis B: Environmental. – 2023. – V. 337 – P. 122946.

На автореферат поступило **4 положительных отзыва**.

В них отмечены актуальность, новизна и практическая значимость диссертационной работы. Отзывы прислали: 1) к.х.н., Заместитель директора по научной работе Телин А.Г. (Общество с ограниченной ответственностью «Уфимский Научно-Технический Центр»); 2) д.т.н., профессор, заведующий

кафедрой химической технологии переработки нефти и газа, директор института нефти, химии и нанотехнологии Башкирцева Н.Ю. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»); 3) к.х.н., главный специалист отдела оценки качества нефти и нефтепродуктов – ИЦ «ННиХ» Бабинцева М.В. (Акционерное общество «Средневожский научно-исследовательский институт по нефтепереработке» (АО «СвНИИНИП)); 4) д.х.н., профессор, профессор кафедры технологии нефте- и углехимических производств Гайле А.А. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)).

Изложенные замечания по работе не носят принципиального характера, все недостающие в автореферате сведения содержатся в тексте диссертации и публикациях по теме диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов обосновывается близостью тематик научных работ, их компетентностью в области нефтехимии, а также наличием значительного количества публикаций по данной тематике; **ведущей организации** – широкой известностью своими научными достижениями в области нефтехимии.

В дискуссии приняли участие:

д.х.н., доцент Веденяпина Марина Дмитриевна (заведующий Группой жидкофазных каталитических и электрокаталитических процессов № 34 ИОХ РАН), д.х.н. Богдан Виктор Игнатьевич (заведующий Лабораторией гетерогенного катализа и процессов в сверхкритических средах № 15), член-корр. РАН Джемилев Усеин Меметович (главный научный сотрудник Лаборатории химии карбенов и других нестабильных молекул №1 ИОХ РАН), д.х.н. Коган Виктор Миронович (заведующий Лабораторией катализа переходными металлами и их соединениями №38), д.х.н. Сахаров Алексей Михайлович (Заведующий лабораторией химии полимеров №16 ИОХ РАН),

д.х.н. Третьяков Евгений Викторович (заведующий Лабораторией гетероциклических соединений им. академика А.Е. Чичибабина №3 ИОХ РАН), д.х.н. Елисеев Олег Леонидович (заведующий Лабораторией каталитических реакций оксидов углерода №40 ИОХ РАН), д.х.н., проф. Грейш Александр Авраамович (ведущий научный сотрудник Лаборатории разработки и исследования полифункциональных катализаторов № 14 ИОХ РАН).

ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

синтезирован и охарактеризован ряд новых нанесенных Ni-Zn адсорбционно-каталитических систем. Установлено, что синтезированные системы позволяют проводить обессеривание высокосернистого бензина каталитического крекинга со степенью удаления сернистых соединений более 95 % для модельного сырья и более 85 % для реального бензина каталитического крекинга при однократном обессеривании с высоким уровнем селективности;

найденны основные физико-химические характеристики адсорбционно-каталитических систем, оказывающие существенное влияние на селективность процесса обессеривания, а именно средний размер частиц активной фазы и присутствие несвязанного с носителем оксида цинка. Показано, что при увеличении среднего размера частиц селективный фактор возрастает линейно.

изучено влияние сильного Ni-Zn взаимодействия на гидрирующую функцию никеля и селективный фактора в процессе реакционно-адсорбционного обессеривания. Для Ni/ZnO-SiO₂-систем сильное Ni-Zn взаимодействие приводит к подавлению гидрирующей функции никеля и росту селективного фактора в процессе реакционно-адсорбционного обессеривания модельного бензина каталитического крекинга с 2,37 для 8-Ni/SiO₂ до 5,66 для 8-Ni/ZnO-SiO₂;

установлены закономерности изменения обессеривающей и гидрирующей активности адсорбционно-каталитических систем при переходе от реакционно-адсорбционного режима к каталитическому. Для Ni/SiO₂ и Ni/Al₂O₃ систем снижение обессеривающей и гидрирующей активности при переходе от реакционно-адсорбционного режима к каталитическому коррелирует со средним размером частиц активной фазы, тогда как сильное никель-цинковое взаимодействие препятствует сульфидированию никеля и селективный фактор при переходе между режимами не увеличивается;

показана возможность многократной регенерации адсорбента, что делает возможным применение таких систем в промышленности для эффективного обессеривания тяжелого бензина каталитического крекинга с сохранением октанового числа;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установлены закономерности влияния физико-химических характеристик адсорбционно-каталитических систем на обессеривающую активность и селективность в процессе реакционно-адсорбционного обессеривания. Показано решающее влияние размера частиц активной фазы, присутствия и химического состояния оксида цинка;

предложены основные способы управления селективностью процесса реакционно-адсорбционного обессеривания бензина каталитического крекинга;

показаны основные характеристики адсорбционно-каталитических систем, определяющие особенности сульфидирования никеля и изменение характеристик процесса при переходе от реакционно-адсорбционного режима к каталитическому.

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы:

- температурно-программируемое восстановление
- рентгеновская дифрактометрия;

- просвечивающая электронная спектроскопия;
- газовая хроматография;
- традиционные экспериментальные методы химии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

установленные закономерности могут быть использованы для направленного синтеза адсорбционно-каталитических систем с заданными характеристиками;

выявленные зависимости между составом Ni-Zn систем и реакционно-адсорбционными и каталитическими характеристиками могут быть использованы при разработке составов, способов синтеза и первичной активации металлических и сульфидных катализаторов гидропереработки олефинсодержащего высокосернистого углеводородного сырья;

предложенные способ и порядок синтеза высокоактивной и селективной Ni/ZnO-SiO₂ адсорбционно-каталитической системы, а также режимы процесса обессеривания позволяют получить низкосернистый бензин каталитического крекинга с минимальной потерей октанового числа (до 2,5 пунктов).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

достоверность результатов базируется на большом объеме последовательных экспериментальных исследований, воспроизводимости полученных результатов, применении современных, взаимодополняемых и надежных инструментальных методов анализа, отсутствии противоречий между результатами физико-химических исследований разными методами и испытаниями как на модельном сырье, так и реальном бензине каталитического крекинга. Также достоверность обеспечивается независимой экспертизой опубликованных материалов в рецензируемых научных изданиях и апробацией на российских и международных научных конференциях;

теоретическая интерпретация полученных экспериментальных данных, научные положения и выводы, сформулированные в работе, согласуются с современными представлениями в области каталитических и адсорбционных процессов, а также селективного обессеривания;

идея базируется на комплексном анализе и систематизации передового опыта российских и зарубежных исследований в области реакционно-адсорбционного обессеривания;

использованы современные системы сбора и обработки научно-технической информации: электронные базы данных SciFinder (Chemical Abstracts Service), Web of Science (Clarivate Analytics) и Scopus (Elsevier), а также полные тексты опубликованных статей, монографий и книг.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном выполнении синтеза носителей и адсорбционно-каталитических систем, непосредственном определении ряда физико-химических и адсорбционно-каталитических свойств синтезированных систем, обработке данных физико-химических методов анализа, обобщении и анализе полученных данных и подготовке публикаций по теме работы.

Опубликованные работы и автореферат отражают основное содержание диссертационной работы.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена научная задача, имеющая важное значение для современной нефтехимии, а именно: определены закономерности химических реакций, протекающих при обессеривании бензина каталитического крекинга (БКК) на Ni-Zn адсорбционно-каталитических системах и основные характеристики адсорбентов, влияющие на ДСГИД селективный фактор процесса реакционно-адсорбционного обессеривания.

Таким образом, диссертационная работа соответствует критериям, установленным в п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24

сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), и диссертационный совет принял решение присудить **Ботину Андрею Арсеньевичу** учёную степень кандидата химических наук по специальности 1.4.12 — Нефтехимия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.4.12 – Нефтехимия рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 15, против присуждения учёной степени – 1, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя

диссертационного совета д.х.н.

Заместитель директора ИОХ РАН

и.о. Ученого секретаря

диссертационного совета, д.х.н.



 О.Л. Елисеев

 В.И. Исаева

26 ноября 2024 г.