

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.222.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа  
им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук»,  
ведомственная принадлежность Минобрнауки России,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 5 февраля 2025 года № 3

О присуждении Голубеву Ивану Сергеевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Синтез и исследование NiW катализаторов для второй стадии гидрокрекинга» по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ принята к защите 30 октября 2024 г. (протокол заседания № 17) диссертационным советом 24.1.222.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», ведомственная принадлежность Минобрнауки России, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 5, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012.

Соискатель Голубев Иван Сергеевич, 30 ноября 1995 года рождения, в 2019 году окончил с отличием Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет». В 2023 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по направлению подготовки 04.06.01 – «Химические науки». Работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки

«Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», ведомственная принадлежность Минобрнауки России.

Диссертация выполнена в отделе технологии каталитических процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», ведомственная принадлежность Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат химических наук Дик Павел Петрович, научный сотрудник отдела технологии каталитических процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

1. Капустин Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии переработки нефти Российского государственного университета нефти и газа (национального исследовательского университета) имени И.М. Губкина;

2. Дементьев Константин Игоревич, кандидат химических наук, заместитель директора Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, в своём положительном отзыве, подписанном Певневой Галиной Сергеевной, кандидатом химических наук, доцентом, заведующей лабораторией углеводов и высокомолекулярных соединений нефти и Величкиной Людмилой Михайловной, кандидатом химических наук, доцентом, заведующей лабораторией каталитической переработки легких углеводов,

указала, что «Результаты, полученные Голубевым И.С., имеют существенное значение для катализа, нефтепереработки, катализаторной и нефтеперерабатывающей промышленности и могут быть использованы в научно-исследовательских организациях и учебных заведениях, где проводятся работы, посвященные получению, изучению физико-химических и каталитических свойств NiW сульфидных катализаторов гидрокрекинга тяжелых нефтяных фракций. Полученные результаты также могут быть применены на отечественных катализаторных заводах при производстве катализаторов для процесса селективного гидрокрекинга вакуумного газойля. < > Диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», < >, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор диссертации, Голубев Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ».

Соискатель имеет 37 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, опубликовано 3 статьи, также опубликовано 3 патента и 6 тезисов докладов конференций. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Общий объем публикаций соискателя составляет приблизительно 23 печатных листа. Авторский вклад в опубликованных работах составил 70%.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Golubev I.S., Dik P.P., Kazakov M.O., Klimov O.V., Noskov A.S. The Influence of Test Conditions for the Second Hydrocracking Stage Catalysts on the Time to Reach Steady-State Activity // *Catalysis in Industry*. - 2023. - V.15. - N4. - P.434–442.

2. Dik P.P., Golubev I.S., Kazakov M.O., Pereyma V.Y., Smirnova M.Y., Prosvirin I.P., Gerasimov E.Y., Kondrashev D.O., Golovachev V.A., Kleimenov A.V., Vedernikov O.S., Klimov O.V., Noskov A.S. Influence of Zeolite Content in NiW/Y-

ASA-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Catalyst for Second Stage Hydrocracking // Catalysis Today. - 2021. - V.377. - P.50-58.

3. Golubev I.S., Dik P.P., Kazakov M.O., Pereyma V.Y., Klimov O.V., Smirnova M.Y., Prosvirin I.P., Gerasimov E.Y., Kondrashev D.O., Golovachev V.A., Vedernikov O.S., Kleimenov A.V., Noskov A.S. The Effect of Si/Al Ratio of Zeolite Y in NiW Catalyst for Second Stage Hydrocracking // Catalysis Today. - 2021. - V.378. - P.65-74.

4. Пат. 2786516 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> C10G 47/20, B01J 21/04, B01J 29/06, B01J 23/30, B01J 23/755. Способ гидрокрекинга углеводородного сырья / Дик П.П., Голубев И.С., Казаков М.О., Парфенов М.В., Климов О.В., Носков А.С. Заявитель и патентообладатель Акционерное общество "Газпромнефть - Омский НПЗ". - № 2022109389; заявл. 08.04.2022; опубл. 21.12.2022. –12 с.

5. Пат. 2788742 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> B01J 21/04, B01J 21/12, B01J 23/652, B01J 23/755, B01J 29/08, B01J 29/89, B01J 35/10, C10G 47/16. Катализатор гидрокрекинга углеводородного сырья / Дик П.П., Голубев И.С., Казаков М.О., Парфенов М.В., Климов О.В., Носков А.С. Заявитель и патентообладатель Акционерное общество "Газпромнефть - Омский НПЗ". - № 2022109381; заявл. 08.04.2022; опубл. 24.01.2023. –13 с.

6. Пат. 2794727 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> B01J 29/08, B01J 23/888, B01J 35/10, B01J 37/02, B01J 32/00. Способ приготовления катализатора гидрокрекинга углеводородного сырья / Дик П.П., Голубев И.С., Казаков М.О., Парфенов М.В., Климов О.В., Носков А.С. Заявитель и патентообладатель Акционерное общество "Газпромнефть - Омский НПЗ". - № 022109386; заявл. 08.04.2022; опубл. 24.04.2023. –14 с.

На автореферат и диссертацию поступили отзывы:

1. Из Национального исследовательского Томского политехнического университета от доктора технических наук Ивашкиной Елены Николаевны, содержит следующие замечания:

1) В разделе автореферата «Актуальность темы исследования» не до конца раскрыто, почему все-таки недостаточно изученными являются закономерности гидрокрекинга именно на второй стадии реализации процесса. В чем заключается сложность и специфика катализа на этой стадии?

2) По тексту автореферата при описании результатов исследований используется соотношение  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ . При этом не конкретизировано, о каком соотношении идет речь, мольном или каком-то ином.

3) В тексте встречаются сленговые выражения типа «хорошей изученности», «выход фракции падает» и другие. Имеются опечатки, например, «таки» вместо «так и» и другие.

2. Из Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» от доктора химических наук, профессора Кузнецова Петра Николаевича, содержит следующие замечания:

1) В автореферате следовало бы уточнить, по каким показателям оценивалась активность катализаторов и что такое конверсия сырья, как она определялась.

2) В таблице 1 автореферата приведены данные по концентрации БКЦ и ЛКЦ в бифункциональных катализаторах (с разным содержанием цеолита) и в исходных носителях (в цеолите и алюмосиликате). Приведены комментарии по характеру изменения БКЦ в зависимости от содержания цеолитного компонента. Из таблицы видно, что концентрации ЛКЦ в образцах также значительно различаются, однако регулярная зависимость от состава кислотных компонентов не наблюдается, при этом бифункциональные катализаторы имеют более высокую концентрацию ЛКЦ, чем исходные носители. В автореферате отмеченные наблюдения не обсуждаются. С чем могут быть связаны отмеченные особенности изменения концентрации ЛКЦ в образцах и синергизм смеси кислотных компонентов в формировании ЛКЦ?

3) Считаю, что в работе не вполне оправдано применение термина «бицеолитный», поскольку фактически использовался один и тот же цеолит типа Y, только с разным кремнеземным модулем.

3. Из АО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» от доктора химических наук Никульшина Павла Анатольевича, содержит следующие замечания:

- 1) Требуется пояснить причины неаддитивного изменения содержания брэнстедовских кислотных центров при возрастании доли цеолита с 5 до 30% (табл. 1).
- 2) В чем, по мнению автора, могут быть причины преимущественной локализации частиц активной сульфидной фазы на поверхности именно оксида алюминия, и не связаны ли они с особенностями метода измерения или неоднородности образцов?
- 3) Чем обусловлен выбор сырья второй ступени, содержащего 65 ppm азота? Для двухступенчатых промышленных технологий гидрокрекинга содержание азота в сырье второй ступени составляет, как правило, на порядок меньшее значение.
- 4) Оценивалось ли содержание кокса в отработанных катализаторах и что можно сказать о стабильности выбранных каталитических систем?
- 5) И, наконец, насколько характеристика начального состояния цеолитов и катализаторов позволяет спрогнозировать их поведение в гидрокрекинге второй ступени?

4. Из Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» от доктора химических наук Таран Оксаны Павловны, содержит следующие замечания:

- 1) На стр. 11 можно встретить формулировку «наблюдался долгий выход катализатора на стационарный уровень активности». При изложении основного содержания диссертационной работы следовало бы уточнить, что подразумевается под «долгим» и по отношению к чему.
- 2) По тексту автореферата встречается множество сокращений, в частности: ОСПС, КГК и др., однако их расшифровка отсутствует.

5. Из Самарского государственного технического университета от доктора технических наук, профессора Тыщенко Владимира Александровича и доктора химических наук Максимова Николая Михайловича, содержит следующие замечания:

1) Стр. 4. Автор указывает: «вследствие отсутствия ингибирования кислотных центров азотсодержащими органическими молекулами и аммиаком и наличия тяжелых полициклических углеводородов в сырье второй стадии гидрокрекинга, эксплуатация катализаторов первой и второй стадии имеет ряд существенных отличий». Необходимо отметить, что в условиях промышленного процесса гидрокрекинга исчерпывающее гидродеазотирование на первой стадии не происходит, поэтому об отсутствии ингибирования на второй стадии говорить нельзя.

2) Стр. 12. Чем обусловлен выбор разного времени приработки катализатора при разных температурах, и как время приработки определялось?

3) Стр. 14. Таблица 1. Чем обусловлены максимумы концентраций ЛКЦ<sub>150</sub> и ЛКЦ<sub>350</sub> (231 и 132 мкмоль/г для образца NiW/Y36(15)) при увеличении содержания цеолита Y36 в катализаторах? Для образцов NiW/Y36(5) и NiW/Y36(30) данные значения ниже.

4) Общепринятым является термин «стационарный слой катализатора», а не «неподвижный...» (стр. 3, 4, 5, 8).

6. Из ООО «РН-ЦИР» от кандидата химических наук Фадеева Вадима Владимировича, содержит следующие замечания:

1) Необходимо указать на патентоспособность разработанной методики испытаний NiW катализаторов второй стадии гидрокрекинга.

2) Необходимо уточнить формулировки положений, выносимых на защиту. Само по себе влияние параметра не является положением, рекомендуется использовать формулировку «установления влияния содержания и характеристик цеолита на активность и селективность катализатора» с описанием установленной зависимости.

3) Рекомендуется отказаться от использования термина «бицеолитный катализатор» в главе 6 при описании катализаторов, приготовленных на основе цеолита одинакового строения, но разного модуля.

4) Рекомендуется усилить вывод 4 (увеличение выхода дизельных фракций более чем на 1 масс. % при совместном использовании двух высокомодульных цеолитов Y), указав, возможно, на прочие преимущества использования именно смеси цеолитов.

5) В автореферате отсутствуют результаты сравнительных испытаний образца промышленного катализатора, используемого для исследования влияния свойств сульфидирования на активность катализатора, и разработанных образцов катализаторов, в том числе запатентованных, что дополнительно свидетельствовало бы об эффективности предложенной методики.

7. Из АО «Татнефтехиминвест-холдинг» от доктора химических наук Яруллина Рафината Саматовича, содержит следующие замечания:

1) В работе не приводится сравнение полученных катализаторов гидрокрекинга с катализатором, используемым в промышленности, хотя первая часть работы посвящена тестированию именно промышленного образца катализатора гидрокрекинга. Насколько исследуемые катализаторы лучше или хуже промышленного катализатора?

2) В тексте автореферата встречаются пунктуационные и стилистические ошибки.

Все отзывы положительные.

Выбор ведущей организации обосновывается её лидирующей позицией в исследованиях различных областей химии, включая такие разделы, как катализ и нефтепереработка. Выбор в качестве оппонента д.т.н. Капустина Владимира Михайловича обосновывается его высокой квалификацией в области разработки и исследования катализаторов нефтепереработки, в частности катализаторов гидрокрекинга вакуумного газойля, наличием публикаций в соответствующей области исследования и способностью определить научную и практическую



ценность диссертации. Выбор в качестве оппонента к.х.н. Дементьева Константина Игоревича обосновывается его высокой квалификацией в области процессов нефтепереработки и нефтехимии, а также наличием публикаций в соответствующей области исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Впервые предложено два способа проведения лабораторного тестирования NiW катализаторов в условиях второй стадии гидрокрекинга: введение дополнительной стадии при увеличенной скорости подачи сырья и температуре либо использование сульфидирующей смеси без азотсодержащих соединений.

Установлено влияние содержания цеолита Y в носителе на активность и селективность по отношению к дизельной фракции NiW катализаторов в условиях второй стадии гидрокрекинга. Впервые показано, что оптимальное содержание цеолита Y в катализаторе снижается по мере уменьшения содержания азота в сырье: при содержании азота 65 ppm оно составляет около 20 масс. %, а при 11 ppm — около 5 масс. %.

Впервые продемонстрированы зависимости активности и селективности к дизельной фракции NiW катализаторов в условиях второй стадии гидрокрекинга от соотношения  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  в цеолите Y в диапазоне 36÷197. Показано, что изменение соотношения  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  в цеолите Y с 36 до 152 приводит к снижению активности и увеличению селективности к дизельной фракции NiW катализаторов за счет уменьшения концентрации Бренstedовских кислотных центров цеолита Y. Установлено, что активность и селективность по отношению к дизельным фракциям NiW катализаторов на основе цеолитов с соотношением  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  от 81 до 197 зависит не только от концентрации кислотных центров цеолита Y, но и его текстурных характеристик, кристалличности и присутствия внекаркасных форм кремния и алюминия.

Впервые синтезированы бицеолитные NiW катализаторы на основе высокомолекулярных цеолитов Y с различной концентрацией кислотных центров и

изучены их каталитические свойства в условиях второй стадии гидрокрекинга. Показано увеличение выхода дизельных фракций на бицеолитных катализаторах более чем на 1 масс. % по сравнению с моноцеолитными катализаторами без потери их активности.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

В результате выполненной работы получены систематизированные данные о влиянии содержания и соотношения  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  цеолита Y на активность и селективность по отношению к дизельной фракции NiW катализаторов в условиях второй стадии гидрокрекинга сырья с различным содержанием азота. Полученные зависимости могут использоваться при выборе состава катализаторов второй стадии гидрокрекинга в зависимости от условий процесса и целевых продуктов.

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

Разработана методика испытаний катализаторов второй стадии гидрокрекинга в условиях высокой чувствительности цеолитного компонента катализаторов к азотсодержащим молекулам. Предложена оптимальная методика тестирования катализаторов второй стадии гидрокрекинга при проведении как ресурсных, так и скрининговых испытаний. Кроме того, были предложены и запатентованы на территории РФ составы и способы получения высокоэффективных NiW катализаторов второй стадии гидрокрекинга. Синтез носителей и катализаторов производился методами, доступными для масштабирования на существующем технологическом оборудовании российских катализаторных фабрик.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность полученных экспериментальных результатов подтверждается проведением измерений в соответствии со стандартами ASTM и ГОСТ с использованием современных стандартных приборов, аналитического и технологического оборудования и методик. Экспериментальные результаты являются воспроизводимыми и согласуются с данными, представленными в

литературе. Результаты работы были опубликованы в научных журналах, рецензируемых ведущими специалистами в области катализа, что свидетельствует о признании их научным сообществом.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

Автор участвовал в постановке цели и задач, решаемых в рамках исследования, принимал непосредственное участие в синтезе образцов NiW катализаторов и измерении их каталитической активности, самостоятельно анализировал продукты каталитических испытаний с использованием метода газожидкостной хроматографии, принимал участие в обработке и интерпретации данных физико-химических методов исследования, представлял полученные результаты на научных конференциях и готовил к публикации научные статьи.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания и вопросы:

От д.х.н. Тихова Сергея Фёдоровича о том, какие размеры фракций катализатора использовались в пилотных испытаниях, и какие отчисления будет иметь ИК СО РАН с патентов, опубликованных по результатам диссертационной работы.

От д.х.н. Степанова Александра Григорьевича вопросы о том, почему в докладе было специально подчеркнуто снижение концентрации кислотных центров цеолита при увеличении соотношения кремния к алюминию, хотя это является общеизвестным свойством цеолитов, о том, может ли подложка иметь кислотность и влиять на каталитические свойства; о том, как определяли количества внекаркасного кремния и алюминия; о том, коррелирует ли теоретическое содержание кислотных центров и измеренное методом инфракрасной спектроскопии адсорбированного пиридина, и в чем причины различий; о том, измерялось ли соотношение кремния и алюминия методом ядерного магнитного резонанса.

От д.х.н. Талзи Евгения Павловича вопрос о том, что нового вы сделали в этой работе по сравнению с уже существующими исследованиями в данной области, что могло бы заинтересовать специалистов.

От к.х.н. Даниловой Ирины Геннадьевны вопросы о том, что лучше для повышения выхода целевых фракций, когда изменяется содержание алюминия в цеолите или изменяется содержание цеолита в носителе; о том, на основании чего был сделан вывод, что внеклеточная форма алюминия блокирует доступ к активным центрам, если известно, что для ультрастабильных цеолитов, которые используются в работе, примерно 50% алюминия может находиться внутри малых полостей и не блокировать Бренстедовские центры в больших полостях; о том, находится ли активный компонент на поверхности цеолита, а не только на носителе, т.к. близость центров улучшает каталитические свойства.

От д.х.н. Исуповой Любви Александровны вопросы о том, нашли ли оптимальное время выхода катализатора на стационарное состояние, то есть время активации, зависит ли это время от носителя или катализатора, является ли оно одинаковым для всех катализаторов, проверяли ли их с одинаковых стартовых позиций, то есть уже в активном состоянии, и возможно ли, что какой-то катализатор не дошел до этого состояния.

От д.х.н. Толочко Бориса Петровича вопросы о том, почему при изменении соотношения кремния к алюминию в цеолите меняются их текстурные характеристики, что отражено в третьем выводе, и какие значения принимает измеренная кристалличность ваших катализаторов; о том, какой механизм изменения текстуры в цеолитах, и как это подтверждено экспериментально в данной работе.

Соискатель Голубев И.С. согласился с замечаниями, дал ответы на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

По поводу вопросов д.х.н. Тихова Сергея Федоровича пояснил, что для пилотных испытаний использовали гранулы катализатора в форме трилистника

диаметром около 1,3 мм и длиной примерно 3–6 мм и высказал предположение, что ИК СО РАН не будет иметь отчислений с патентов.

По поводу вопросов от д.х.н. Степанова Александра Григорьевича пояснил, что хотя снижение концентрации кислотных центров при увеличении соотношения кремния к алюминию является общеизвестным фактом, в данном исследовании основной целью было изучение того, как изменение этого соотношения влияет на каталитические свойства цеолитов в катализаторах гидрокрекинга. Соотношение кремния к алюминию определяли методом атомной эмиссионной спектроскопии, просто растворяя образец и проводя расчёты. Однако кислотные центры относятся именно к каркасной части цеолита, поэтому снижение их концентрации при изменении соотношения кремния к алюминию не является очевидным. В качестве примера привел коммерческие цеолиты, где при невысоком соотношении кремния к алюминию (66) наблюдается самая низкая концентрация кислотных центров. Таким образом, в исследовании было подтверждено, что уменьшение соотношения кремния к алюминию в данных образцах действительно приводит к изменению кислотных свойств. Содержание внекаркасных форм кремния и алюминия определяли методом ядерного магнитного резонанса на ядрах кремния и алюминия, но при этом соотношение кремния к алюминию не измерялось. Наблюдается тенденция, что общие количества кислотных центров, полученные в расчетах, значительно не совпадают с измеренными значениями, но совпадает при этом тенденция изменения содержания кислотных центров от соотношения кремния к алюминию. В диссертации приведена корреляция между расчетной концентрацией Бренстедовских кислотных центров и определенной методом термопрограммируемой десорбции, и данными, полученными с помощью инфракрасной спектроскопии пиридина. При этом расчетная концентрация кислотных центров оказывается значительно выше, чем те, что были измерены экспериментально. Причины расхождения между расчетной и измеренной концентрацией Бренстедовских центров могут быть следующими. Первая причина — это то, что расчетная концентрация может учитывать все кислотные центры,

которые теоретически могут быть в цеолите, но не все из них доступны для молекулы пиридина, и поэтому их нельзя измерить. Вторая причина заключается в том, что расчетная концентрация предполагает, что весь алюминий в цеолите формирует Бренстедовские центры, однако в реальности существуют такие формы алюминия, которые не формируют кислотные центры и поэтому не могут быть зафиксированы.

По поводу вопроса от д.х.н. Талзи Евгения Павловича пояснил, что основная новизна работы заключается не в исследовании цеолитов, а в том, что это потребовалось для того, чтобы спрогнозировать, точнее перенести корреляции на каталитические свойства. Основная новизна — это то, как эти цеолиты (или другие) будут вести себя в процессе, когда из них приготовят катализатор, и как они будут работать в процессе двухстадийного гидрокрекинга. Процесс имеет свои особенности, такие как низкое содержание азота и более низкая температура. Исследование воспринимается как небольшой шаг к тому, чтобы от физико-химических характеристик цеолитов перейти к прогнозированию поведения катализаторов уже в конкретных процессах.

По поводу вопросов к.х.н. Даниловой Ирины Геннадьевны пояснил, что чем выше соотношение кремния к алюминию и, соответственно, ниже концентрация Бренстедовских кислотных центров, тем цеолит будет более предпочтителен для увеличения выхода дизельной фракции. Потому что, если использовать цеолит с низким соотношением кремния к алюминию, то есть с высокой кислотностью, то на поверхности катализатора будут формироваться очаги с высокой концентрацией кислотных центров, которые приведут к избыточному крекингу молекул. Внерешеточные формы кремния и алюминия часто образуются при постсинтетических модификациях цеолитов, и можно предположить, что эти формы могут быть равномерно распределены как внутри, так и снаружи полостей цеолитов, и поэтому может происходить блокировка кислотных центров цеолитов. Активный сульфидный компонент расположен только на поверхности оксида алюминия.

По поводу вопросов д.х.н. Исуповой Любови Александровны пояснил, что методика разрабатывалась на одном промышленном катализаторе, синтезированные катализаторы уже испытывались по разработанной методике, и что у синтезированных катализаторов время активации было такое же, как и для промышленного катализатора, потому что все они были в прокаленном виде, синтезированы по аналогичным методикам, и, следовательно, время выхода на стационарный режим будет таким же. Кроме того, для всех катализаторов, приведенных здесь, использовались усредненные данные за трое суток, и за это время все катализаторы достигали стационарной активности.

По поводу вопросов д.х.н. Толочко Бориса Петровича пояснил, что используемые цеолиты являются деалюминированными, т. е. получены постсинтетической модификацией цеолита с высоким соотношением кремния к алюминию. В результате такой обработки в цеолите образовались каналы и поры большего размера, чем изначально. Этот процесс привел к уменьшению удельной поверхности и объема микропор, что было показано методом азотной порометрии. Уменьшение соотношения кремния к алюминию в цеолите также приводит к уменьшению их кристалличности, что было экспериментально подтверждено методом рентгенофазового анализа путем измерения соотношения площади пиков и расчета относительной кристалличности каждого образца цеолита.

На заседании 5 февраля 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Голубеву И.С. ученую степень кандидата химических наук за решение задачи синтеза и исследования новых высокоселективных по отношению к дизельной фракции NiW сульфидных катализаторов, предназначенных для использования на второй стадии процесса гидрокрекинга вакуумного газойля. Полученные результаты имеют как фундаментальное, так и прикладное значение. Диссертация Голубева И.С. полностью соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук, изложенным в пункте 9 Положения о присуждении ученых степеней.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 1.4.14. Кинетика и катализ, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали «за» – 17, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Заместитель председателя  
диссертационного совета,  
д.х.н.

Олег Николаевич Мартьянов

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
к.х.н.

Максим Олегович Казаков

5 февраля 2025 г.