

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**  
**Ордена Трудового Красного Знамени**  
**Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова**  
**Российской академии наук**  
**(ИХС РАН)**

199034, Санкт-Петербург  
наб. Макарова, д. 2  
тел.: (812) 328-07-02  
факс: (812) 328-22-41  
E-mail: [ichsran@isc.nw.ru](mailto:ichsran@isc.nw.ru)

ИНН 7801019101  
КПП 780101001  
ОГРН 1037800041399

*19.11.2021* №12205-*02/621.5/727*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор ИХС РАН,  
д.т.н. И.Ю.Кручинина



*[Signature]*  
« *19* » *ноября* 2021 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Тагандурдыевой Нурджахан Акмурадовны «Разработка технологии получения гранулированного алюмооксидного носителя для катализаторов изомеризации углеводородов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ

**Актуальность темы диссертации.** Диссертация Тагандурдыевой Н.А. посвящена актуальной проблеме разработки отечественных импортозамещающих технологий производства катализаторов изомеризации углеводородов и их носителей. Процессы изомеризации имеют приоритетное значение в решении задачи повышения качества современных автомобильных бензинов. В качестве носителей катализаторов низкотемпературной изомеризации применяют преимущественно метастабильные модификации оксида алюминия ( $\gamma$ - и  $\eta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). В настоящее время  $\eta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  в промышленном масштабе в России не производится. В то же время именно эта форма

$\text{Al}_2\text{O}_3$  вызывает значительный интерес, так как она должна обладать повышенной кислотностью поверхности по сравнению с  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ , что является безусловным преимуществом для носителей катализаторов изомеризации. Единственным мировым производителем  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ , удовлетворяющих всем требованиям, предъявляемым к носителям катализаторов изомеризации, является немецкая компания. Решение проблем импортозамещения в области катализа, очень важны для нашей страны, так как без отечественных катализаторов невозможно сделать экономику независимой и эффективно развивать промышленность. Тематика диссертации отвечает приоритетному направлению развития науки, технологии и техники в РФ “Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика”, а также соответствует направлению “17. “Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов” из Перечня критических технологий Российской Федерации Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899). Таким образом, актуальность темы диссертации и ее значимость сомнений не вызывает.

**Структура и содержание работы.** Диссертация изложена на 165 страницах, включает 52 рисунка, 16 таблиц. Диссертация состоит из четырёх глав, заключения, списка цитируемой литературы и двух приложений, содержащих акты о наработке опытных партий алюмооксидных носителей и технологическую инструкцию на процесс изготовления опытных партий алюмооксидных носителей. Список литературы содержит 191 наименование. Диссертация и автореферат оформлены по требованиям ГОСТа Р 7.0.11-2011.

Первая глава представляет собой литературный обзор, посвященный физико-химическим основам процесса изомеризации углеводородов, описанию структуры и свойств носителей, а также описанию структур и методов получения оксида алюминия. В конце литературного обзора приведено заключение, описывающее предпосылки для проведения диссертационного исследования. В главе 2 приведено описание используемых методик получения образцов, приготовления гранулированных образцов носителей, а также применяемых методов исследования физико-химических свойств образцов. В главах 3 и 4 представлены экспериментальные результаты, полученные автором. Глава 3 посвящена обоснованию выбора условий осаждения гидроксида алюминия-байерита из водного раствора нитрата алюминия. Представлены результаты анализа влияния условий синтеза на фазовый и химический составы осажденного гидроксида алюминия и получаемого из него оксида алюминия, приведены результаты ИК-спектроскопических исследований, анализ дисперсного состава порошков. В главе 4 представлены экспериментальные результаты разработки способов формования байерита и



регулирования текстуры и прочности экструдатов, в частности – представлены результаты изучения реологических свойств формовочных паст, анализ влияния условий приготовления гранулированного  $\eta\text{-Al}_2\text{O}_3$  носителя на его кислотно-основные и структурно-прочностные свойства. Представлена принципиальная технологическая схема получения гранулированного алюмооксидного носителя и оценка эффективности разработанной технологии. В конце диссертации приводится заключение, отражающее основные полученные автором результаты.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.

**Научная новизна.** Все выводы, представленные в работе в форме заключения, можно признать новыми. Впервые изучено влияние поливинилового спирта в формовочных пастах из байерита на их реологические характеристики и свойства получаемых гранулированных носителей, исследовано влияние введения в формовочные пасты из байерита инертной добавки ( $\eta\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) на текстуру гранулированных носителей, изучено влияние введения гидроксида алюминия – псевдобемита в состав паст из байерита и  $\eta\text{-Al}_2\text{O}_3$  на характер их течения при экструдировании. Новизна подтверждается, в том числе, и публикациями в российских журналах и поданной заявкой на патент на изобретение.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** На защиту выносятся семь положений, отражающих основные достижения автора в области разработки научных основ технологии получения гранулированного  $\eta\text{-Al}_2\text{O}_3$  – носителя для катализаторов процесса изомеризации углеводородов. Работу завершает “Заключение” из 9 пунктов, отражающее общее содержание диссертации и выводы по работе. Защищаемые положения и заключение по работе соответствуют приведенному в диссертации экспериментальному материалу. Подробное, логичное и убедительно проиллюстрированное изложение содержания диссертации позволяет однозначно оценить соответствие положений, выносимых на защиту, и сделанных по работе заключений заявленной цели и конкретным задачам работы. Результаты работы полностью отражены в публикациях. Основные результаты работы опубликованы автором в 11 работах, 3 из которых - статьи в журналах, входящих в утвержденный перечень ВАК. Результаты прошли апробацию на 8 российских и международных научных конференциях. Исследование выполнено с использованием аттестованного оборудования кафедры “Общей химической технологии и катализа” и Инжинирингового центра Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) с использованием современных

стандартизированных физико-химических методов исследования. С учетом вышеизложенного результаты работы представляются достоверными, а сформулированные автором выводы и заключения – обоснованными.

**Практическая значимость работы.** Практическая значимость работы заключается в разработке принципиальной технологической схемы и технологической инструкции получения гранулированного  $\eta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ -носителя для катализаторов процесса низкотемпературной изомеризации углеводов. Разработанный технологический подход является экономически более выигрышным, чем использование импортных носителей, так как, по расчетам автора, отпускная цена гранулированного  $\eta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ -носителя будет составлять около 8 тыс.руб./кг, что более чем в два раза дешевле импортных аналогов. Таким образом, результаты данной работы имеют большое значение для решения проблемы импортозамещения и развития отечественных технологий и промышленности.

Результаты исследования могут быть использованы в организациях, занимающихся разработкой катализаторов и их носителей, в частности в Федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования: Московском государственном университете, Санкт-Петербургском государственном университете, Санкт-Петербургском государственном технологическом университете, Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева, в Федеральных государственных бюджетных учреждениях науки: Институте катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук, Институте Нефтехимии и Катализа Российской Академии Наук, а также на предприятиях реального сектора экономики, занимающихся переработкой углеводородного сырья.

**Соответствие диссертации паспорту специальности.** Диссертация отвечает специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ, так как полученные результаты и положения, выносимые на защиту, посвящены исследованиям химических и физико-химических основ технологического процесса получения  $\eta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ -носителя для катализаторов низкотемпературной изомеризации углеводов, а также изучению технологических процессов изменения состава и свойств сырья в его производстве. Работа отвечает пунктам специальности 1, 2 и 4.

По работе можно высказать следующие замечания и вопросы:

1. Автореферат напечатан очень мелким шрифтом, что затрудняет его прочтение.
2. В диссертации отсутствует список обозначений и сокращений, что несколько затрудняет восприятие экспериментальных данных, особенно таблиц, так как



присутствует достаточно большое количество аббревиатур (например, ПВС, ПБ, Ба, Ба(п) и т.д.)

3. На стр. 45 автором приводится не вполне корректная фраза:

“Для получения гранул носителей использовали как свежесажженные осадки гидроксида алюминия-байерита, так и его порошки...” Правильнее было бы написать: использовали как свежесажженные осадки гидроксида алюминия-байерита, так и порошки, полученные высушиванием этих осадков.”

4. Одним из параметров, влияние которых на свойства формовочных паст изучалось автором, являлась их влажность. Каким образом оценивалась влажность?

5. В диссертации автор отмечает, что  $\eta$ -форма  $Al_2O_3$  должна обладать большей кислотностью поверхности по сравнению с  $\gamma$ -формой. Кислотность поверхности полученных автором образцов, содержащих  $\eta-Al_2O_3$ , приведена в диссертации. Проводилось ли автором сравнение кислотности  $\eta$ - и  $\gamma-Al_2O_3$  и подтвердилась ли большая степень кислотности у  $\eta-Al_2O_3$ ? Если да – то с чем это может быть связано.

6. На стр. 104 диссертации обсуждаются результаты исследования пористо-текстурных характеристик образцов носителей, полученных из формовочных паст различного состава. Автор анализирует формы петель гистерезиса на изотермах адсорбции-десорбции азота образцов. В результате анализа автор делает вывод, что для образцов носителей из формовочных паст без добавления псевдобемита характерна щелевидная микропористость. А для образцов, полученных из формовочных паст с добавлением псевдобемита форма петель, по мнению автора, свидетельствует о наличии щелевидных пор с почти плоскопараллельными стенками. В чем разница в характере пористости этих двух групп образцов, если в обоих случаях наблюдаются щелевидные поры? Каким образом форма пор влияет на свойства синтезируемых образцов  $\eta-Al_2O_3$ ?

7. В продолжение предыдущего вопроса – в пункте 6 заключений по диссертации автор отмечает, что добавка псевдобемита в формовочные пасты позволяет изменять геометрические параметры пор в носителях. Что подразумевается автором под “геометрическими параметрами пор”, каким образом они меняются и как это сказывается на свойствах конечного продукта?

8. На основании заключения по диссертации, можно сделать вывод, что увеличение объема пор образца сопровождается увеличением прочности носителя. В чём причина положительного влияния увеличения объема пор на прочность?

9. С технологической точки зрения интересно, насколько стабильной является изучаемая автором  $\eta$ -форма  $Al_2O_3$  во времени и с температурой? Достаточно ли высокой будет ее стабильность для проведения каталитических процессов изомеризации

углеводородов и можно ли будет осуществлять регенерацию катализаторов на данном носителе?

Приведенные вопросы и замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Тагандурдыевой Н.А.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

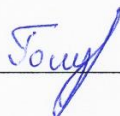
По актуальности, новизне, практической значимости и уровню проведенных исследований работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации «О порядке присуждения ученых степеней» от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018 г., с изм. от 11.09.2021), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор *заслуживает* присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании лаборатории исследования наноструктур с присутствием представителей лаборатории неорганического синтеза и членов научно-методического совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук, протокол № 11 от 11.11.2021.

Отзыв ведущей организации о диссертации Тагандурдыевой Нурджахан Акмурадовны подготовлен ведущим научным сотрудником лаборатории исследования наноструктур, доктором химических наук Голубевой Ольгой Юрьевной и главным научным сотрудником лаборатории неорганического синтеза, профессором, доктором химических наук Шиловой Ольгой Алексеевной.

ведущий научный сотрудник  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Ордена Трудового Красного  
Знамени Института химии силикатов  
им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук  
доктор химических наук (специальность 02.00.04-  
физическая химия)

Голубева Ольга Юрьевна



19.11.2021



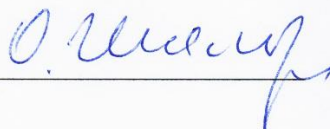
Почтовый адрес: 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д.2

Телефон: (812)325-21-11

E-mail: olga\_isc@mail.ru

главный научный сотрудник  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Ордена Трудового Красного  
Знамени Института химии силикатов  
им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук  
доктор химических наук (специальность 05.17.11-  
технология силикатных и тугоплавких неметаллических  
материалов), профессор

Шилова Ольга Алексеевна



19.11.2021

Почтовый адрес: 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д.2

Телефон: (812)325-21-13

E-mail: olgashilova@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии силикатов  
имени И.В. Гребенщикова Российской академии наук

199034, Санкт-Петербург наб. Макарова, д. 2, тел.: +7(812) 328-07-02; E-mail:  
ichsran@isc.nw.ru

Сайт: <http://www.iscras.ru/>

## **СВЕДЕНИЯ О ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

по диссертационной работе Тагандурдыевой Нурджахан Акмурадовны на тему «Разработка технологии получения гранулированного алюмооксидного носителя для катализаторов изомеризации углеводородов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена  
Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов  
им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук  
(сокращенное название ИХС РАН)**

Место нахождения: г. Санкт-Петербург

Почтовый адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 2

Телефон: +7 (812) 328-07-02

E-mail: ichsran@isc.nw.ru

Адрес официального сайта в сети «Интернет»: <https://www.iscras.ru>

Название структурного подразделения, составляющего отзыв: Лаборатория неорганического синтеза, Лаборатория исследования наноструктур

ФИО (полностью), ученые степени, ученые звания, должности лиц, утверждающего и подписывающих отзыв:

Шилова Ольга Алексеевна, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории неорганического синтеза ИХС РАН

Голубева Ольга Юрьевна, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории исследования наноструктур ИХС РАН

Перечень основных публикаций в соответствующей научной области в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Шилова О.А., Панова Г.Г., Коваленко А.С., Николаев А.М., Челибанов И.В., Ясенко Е.А., Корнохиг Д.Л., Артемьева А.М., Журавлева А.С., Удалова О.Р., Баранчиков А.Е., Хамова Т.В. Структура, свойства и фитопротекторные функции нанопорошков диоксида титана и водных суспензий на их основе // Журнал неорганической химии. 2021. Т. 66. № 5. С.669-677.
2. Иванова А.Г., Губанова Н.Н., Загребельный О.А., Краснопеева Е.Л., Кручинина И.Ю., Шилова О.А. Разработка функционального композитного



каталитического материала на основе Pt@C для электродов твердополимерного топливного элемента // Журнал неорганической химии. 2021. Т. 66. № 5. С. 678-681.

3. Дабижа О.Н., Дербенева Т.В., Хамова Т.В., Шилова О.А. Механическая активация клиноптилолитов как регулятор их сорбционной активности // Журнал неорганической химии. 2021. Т. 57. № 4. С. 419-428.

4. Калинина М.В., Симоненко Т.Л., Арсентьев М.Ю., Федоренко Н.Ю., Тихонов П.А., Шилова О.А. Протонпроводящая керамика на основе гафната и церата бария, легированных оксидами циркония, иттрия и иттербия для электролитов топливных элементов // Перспективные материалы. 2021. №2. С. 41-51.

5. Лёзова О.С., Загребельный О.А., Шилова О.А., Иванова А.Г. Разработка ионопроводящих гибридных мембран на основе сшитого поливинилового спирта с использованием латинского квадрата // Физика и химия стекла. 2021. Т. 47. №1. С. 78-85.

6. Аликина Ю.А., Калашникова Т.А., Голубева О.Ю. Сорбционная способность алюмосиликатов группы каолинита различной морфологии // Физика и химия стекла. 2021. Т.47. С. 54-64.

7. Golubeva O.Yu., Alikina Yu.A., Kalashnikova T.A. Influence of hydrothermal synthesis conditions on the morphology and sorption properties of porous aluminosilicates with kaolinite and halloysite structures // Applied Clay Science. 2020. V.199. P. 1-12.

8. Brazovskaya E.Yu., Golubeva O.Yu. Development of Magnetic Nanocomposites Based on Beta Zeolites and Study of Their Sorption Properties // Petroleum Chemistry. 2020. V.60. P. 857-963.

9. Бразовская Е.Ю., Голубева О.Ю. Синтез и исследование цеолитов Beta с иерархической структурой пор // Физика и химия стекла. 2020. Т.46. С. 74-81.

10. Голубева О.Ю., Бразовская Е.Ю., Аликина Ю.А., Дьяченко С.В., Жерновой А.И. Синтез и исследование нанокмозитов на основе цеолита Beta и магнетита для адресной доставки лекарственных препаратов // Физика и химия стекла. 2019. Т.45. С. 74-87

11. Ульянова Н.Ю., Куриленко Л.Н., Шамова О.В., Орлов Д.С., Голубева О.Ю. Гемолитическая активность и сорбционная способность наночастиц цеолита Beta // Физика и химия стекла. 2020. Т.46. С. 174-183.

12. Голубева О.Ю. Особенности гидротермального синтеза монтмориллонита в кислой среде // Физика и химия стекла. 2018. Т.44. С. 63-69.

13. Golubeva O.Yu., Brazovskaya E.Yu., Shamova O.V. Biological activity and sorption ability of synthetic montmorillonite modified by silver/lysozyme nanoparticles // Applied Clay Science. 2018. V.163. P. 56-62.

14. Ульянова Н.Ю., Голубева О.Ю. Синтез и исследование цеолитов, модифицированных наночастицами и кластерами серебра. I. Каталитическая активность в реакциях окисления  $H_2$  и  $CO$  // Физика и химия стекла. 2018. Т.44. С 479-485.

15. Бразовская Е.Ю., Голубева О.Ю. Исследование влияния изоморфных замещений в каркасе цеолитов со структурой Beta на их пористо-текстурные и сорбционные характеристики // Физика и химия стекла. 2017. Т. 43 . С. 57-64.

Основание: Приказ Минобрнауки РФ №326 от 16 апреля 2014 года, п.10

Директор ИХС РАН



Кручинина Ирина Юрьевна

21.10.2021