

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.6.02.07
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «25» ноября 2022 г. № 17

о присуждении Жиренкиной Нине Валерьевне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Технология синтеза порошков на основе диоксида циркония для изготовления высокоплотной керамики» по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.6.02.07 «27» сентября 2022 г. протокол № 11.

Соискатель, Жиренкина Нина Валерьевна, 1994 года рождения, в 2017 г. окончила ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов;

в 2021 г. окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология (Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов);

работает в должности инженера-исследователя научной лаборатории перспективных функциональных неорганических материалов Физико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена на кафедре редких металлов и наноматериалов Физико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научные руководители – доктор технических наук, доцент, **Обабков Николай Васильевич**, доктор технических наук, **Карташов Вадим Викторович**,

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Физико-технологический институт, кафедра редких металлов и наноматериалов, профессор.

Официальные оппоненты:

Кашеев Иван Дмитриевич – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, кафедра химической технологии керамики и огнеупоров, профессор;

Верещагин Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера, профессор-консультант;

Комоликов Юрий Иванович – кандидат технических наук, ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория комплексных методов контроля, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 19 работ, из них 12 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ и входящих в международные реферативные базы данных Scopus и Web of Science, 1 патент РФ на изобретение. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 5,82 п.л., авторский вклад – 1,44 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ

1. **Zhirenkina, N.V.** A study of the effect of specific surface area of zirconium dioxide powder on density of sintered material / D.O. Polivoda, K.A. Kharisova, **N.V. Zhirenkina**, S.V. Buinachev, E.V. Gordeev, A.N. Zhesteva // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2466. – P. 060010. (0,2 п.л./0,05 п.л.) (Scopus, WoS).

2. **Zhirenkina, N.V.** Influence of the initial solution of zirconium oxonitrate on hydrous zirconia properties / A.N. Zhesteva, **N.V. Zhirenkina**, K.A. Kharisova, D.O. Polivoda, S.V. Buinachev, V.V. Kartashov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – V. 2466. – P. 050045. (0,25 п.л./0,10 п.л.) (Scopus, WoS).

3. **Zhirenkina, N.V.** Synthesis of YSZ powders with controlled properties by the CDJP method / S. Buinachev, M. Mashkovtsev, **N. Zhirenkina**, A. Dankova, K. Kharisova // Powder Technology. – 2022. – V. 399. – P. 117201. (0,9 п.л./0,2 п.л.) (Scopus, WoS).

4. **Zhirenkina, N.V.** A new approach for the synthesis of monodisperse zirconia powders with controlled particle size / S. Buinachev, M.A. Mashkovtsev, **N. Zhirenkina**, D. Aleshin, A. Dankova // International Journal of Hydrogen Energy. – 2021. – V. 46, Is. 32. – P. 16878-16887. (0,85 п.л./0,17 п.л.) (Scopus, WoS).

5. **Zhirenkina, N.V.** Effect of anion nature and precipitation pH value on size and morphology of partially stabilized zirconium dioxide particles / A.S. Kosykh, S.V. Buinachev, M.A. Mashkovtsev, **N.V. Zhirenkina** // AIP Conference Proceedings. – 2020. – V. 2313. – P. 050043. (0,2 п.л./0,05 п.л.) (Scopus, WoS).

6. **Zhirenkina, N.V.** The effect of the SOL hydrolysis conditions on the properties of $ZrO_2-7\% Y_2O_3$ powders / **N.V. Zhirenkina**, M.A. Mashkovtsev, V.V. Kartashov, S.V. Buynachev, E.V. Gordeev, A.S. Kosykh // AIP Conference Proceedings. – 2020. – V. 2313. – P. 050040. (0,2 п.л./0,08 п.л.) (Scopus, WoS).

7. **Zhirenkina, N.V.** Evolution of layered yttrium hydroxide nitrate particles during controlled double-jet precipitation / D.K. Aleshin, M.A. Mashkovtsev, V.N. Rychkov, G.M. Bunkov, E.O. Baksheev, **N.V. Zhirenkina** // Powder Technology. – 2020. – V. 376. – P. 12-21. (1,05 п.л./0,17 п.л.) (Scopus, WoS).

8. **Zhirenkina, N.V.** Investigation of the effect of preliminary modification of solutions on the properties of precipitated hydrated zirconium oxides / **N.V. Zhirenkina**, M.A. Mashkovtsev, N.V. Obabkov, S.V. Buynachev, A.S. Kosykh, D.K. Aleshin, A.O. Vereshchagin, A.S. Kononenko // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – V. 1347, Is. – P. 012010. (0,35 п.л./0,11 п.л.) (Scopus).

9. **Zhirenkina, N.V.** Investigation of yttrium deposition on hydrated zirconium dioxide / S.V. Buinachev, M.A. Mashkovtsev, D.K. Aleshin, E.V. Gordeev, **N.V.**

Zhirenkina, E.O. Baksheev // AIP Conference Proceedings. – 2019. – V. 2174. – P. 020014. (0,25 п.л./0,04 п.л.) (Scopus, WoS).

10. **Zhirenkina, N.V.** The effect of addition of SO_4^{2-} ions on the properties of ZrO_2 –7% Y_2O_3 powders obtained by hydroxide precipitation / **N.V. Zhirenkina, M.A. Mashkovtsev, N.V. Obabkov, E.V. Gordeev, S.V. Bujnachev, E.O. Baksheev, A.O. Vereshchagin** // AIP Conference Proceedings. – 2018. – V. 2015. – P. 020125. (0,3 п.л./0,1 п.л.) (Scopus, WoS).

11. **Zhirenkina, N.V.** The effect of preliminary hydrolysis on the properties of ZrO_2 –7% Y_2O_3 powders prepared by hydroxide precipitation / **N.V. Zhirenkina, M.A. Mashkovtsev, P.A. Bereskina, I.F. Zakirov, E.O. Baksheev, S.V. Bujnachev, A.O. Vereshchagin** // AIP Conference Proceedings. – 2017. – V. 1886. – P. 020047. (0,2 п.л./0,05 п.л.) (Scopus, WoS).

12. **Zhirenkina, N.V.** Production of thick-layered heat-resistant ZrO_2 – Y_2O_3 coatings for the protection of structural alloys / **I.F. Zakirov, N.V. Zhirenkina, I.A. Mustaeva, N.V. Obabkov, L.S. Pashkov, D.V. Yurin** // AIP Conference Proceedings. – 2017. – V. 1886. – P. 020046. (0,25 п.л./0,04 п.л.) (Scopus, WoS).

Патент РФ:

13. **Жиренкина, Н.В.** Патент № 2765924 Российская Федерация: МПК C01G 25/02, B01J 20/06, B01J 37/03. 129. Способ получения порошков гидратированного циркония, обладающих высокой удельной поверхностью: опубликовано 04.02.2022 / **Н.В. Жиренкина, М.А. Машковцев, С.В. Буйначев, К.А. Харисова, Д.О. Поливода** ; № 2021109100; заявл. 02.04.2021.

На автореферат поступили отзывы:

1. **Штуцы Михаила Георгиевича**, доктора технических наук, заместителя технического директора – руководителя проекта по перспективной продукции, **Зиганшина Александра Гусмановича**, кандидата технических наук, начальника цеха № 07 (ЦНИЛ), и **Копарулина Игоря Геннадьевича**, кандидата технических наук, главного инженера по керамике АО «Чепецкий механический завод», г. Глазов. Содержит замечания, связанные с отсутствием указания происхождения прекурсора для приготовления азотнокислого раствора цирко-

ния, а также с проведением сравнительных испытаний на керамических брусках, а не на более сложных керамических изделиях.

2. **Бамбурова Виталия Григорьевича**, доктора химических наук, члена-корреспондента РАН, главного научного сотрудника лаборатории химии соединений редкоземельных элементов, и **Журавлева Виктора Дмитриевича**, кандидата химических наук, заведующего лабораторией химии соединений редкоземельных элементов ФГБУН Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит вопросы о контроле содержания оксида иттрия в прекурсоре и получаемом порошке, проведении корректировки состава прекурсора перед термообработкой, а также о возможности наличия остаточного содержания сульфат-ионов в порошке сульфата циркония и корреляции значения pH с количеством вводимой серной кислоты.

3. **Власова Александра Викторовича**, кандидата технических наук, ведущего инженера-конструктора конструкторского отдела неметаллических материалов АО «Опытное конструкторское бюро «НОВАТОР», г. Екатеринбург. Содержит вопросы, связанные с причиной выбора для сравнительных испытаний порошка фирмы Tosoh и готовностью перехода технологии от лабораторного к промышленному производству.

4. **Сунцова Алексея Юрьевича**, кандидата химических наук, заведующего лабораторией ионики твердого тела, ведущего научного сотрудника, и **Шишкина Романа Александровича**, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника лаборатории ионики твердого тела ФГБУН Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит замечания, связанные с поздней расшифровкой аббревиатуры $\text{pH}_{\text{ТНЗ}}$, использованием для обозначения твердости чисел Виккерса, вместо общепринятых системой СИ Гпа, и не приведенного количества Y_2O_3 , вводимого в ZrO_2 , в тексте автореферата. Содержит вопросы об изменении концентрации Y_2O_3 в получаемых образцах в случае введения оксида иттрия на стадии помола, а также о температуре эксплуатации полученной керамики и фазовой стабильности YSZ.

5. **Конькова Дмитрий Дмитриевича**, директора ООО Научно-Производственное предприятие «Керамические системы», г. Новоуральск, Свердловская обл. Содержит вопросы о возможности расширения технологии получения керамики для высокотемпературного применения из синтезированных порошков, а также о роли стадии нагрева исходного раствора оксонитрата циркония в разработанной технологии.

6. **Дунюшкиной Лилии Адиевны**, доктора химических наук, заведующей лабораторией электрохимического материаловедения ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит вопросы о наличии или отсутствии контроля содержания иттрия и его распределении в синтезированных порошках и в полученной керамике, а также о характере влияния свойств порошков на распределение зерен по размеру в керамических образцах. Имеется замечание, связанное с отсутствием указания ошибок определения величин в таблицах 1-4.

7. **Шаяхметова Ульфата Шайхизамановича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой инженерной физики и физики материалов ФГБОУ «Башкирский государственный университет», г. Уфа. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, что подтверждается соответствующими публикациями в российских и зарубежных рецензируемых научных изданиях. Кашеев И.Д. является известным специалистом в области получения оксидных порошков и огнеупорных керамических материалов, в том числе на основе диоксида циркония, автор ряда монографий и учебников по технологии керамики, главный редактор журнала «Новые огнеупоры»; область научных интересов Верещагина В.И. связана с исследованиями в области химии и технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, он руководит сложившейся в Томске Сибирской научной школой в области химии и технологии силикатов, является автором многих научных работ по химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов; Комоликов Ю.И. специализируется на получении порошков и практическом применении керамики из диоксида циркония,

имеет большой опыт научной и практической работы в области керамической технологии.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение научной задачи разработки технологии синтеза порошков на основе диоксида циркония для изготовления высокоплотной керамики, имеющей важное значение для развития отечественных технологий получения функциональных материалов с целью снижения зависимости от импорта.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- впервые установлено, что формирование сульфатированных гидроксокомплексов при введении сульфат-ионов в раствор с последующим осаждением гидратированного оксида циркония, промывкой, гидротермальной обработкой и сушкой полученных осадков приводит к увеличению удельной поверхности порошков диоксида циркония, снижению среднего диаметра частиц и уменьшению значения рН точки нулевого заряда за счет адсорбции сульфат-ионов на поверхности частиц ксерогелей, препятствующих плотной агрегации и способствующих повышению дефектности структуры диоксида циркония;

- определены причинно-следственные связи: наличие сульфат-ионов в порошках диоксида циркония при помоле в водной среде снижает значение рН шликера, что вызывает частичное растворение оксида иттрия и его более равномерное распределение в порошках диоксида циркония, что, в свою очередь, способствует увеличению содержания тетрагональной модификации диоксида циркония в керамике, приводящему к повышению её плотности и предела прочности при изгибе;

- выявлено, что увеличение температуры термической обработки стабилизированных оксидом иттрия порошков сульфатированного диоксида циркония до 1100 °С приводит к снижению содержания сульфат-ионов, стабилизирующих тетрагональную модификацию диоксида циркония, и, следовательно, повышает долю моноклинной фазы в порошках, что вызывает увеличение объема элементарной ячейки кристаллической решетки диоксида циркония и агрегацию частиц до микронных размеров.

Разработана технологическая блок-схема синтеза порошков на основе оксида циркония для изготовления высокоплотной и прочной керамики при пониженной температуре спекания. Перспективу практического использования синтезированных порошков на основе диоксида циркония для изготовления высокоплотной керамики на предприятиях России подтверждают акты сравнительных испытаний керамики из порошков марки TZ-3Y-E производства фирмы Tosoh (Япония), ДЦИ-3 (АО «Чепецкий механический завод», г. Глазов).

На заседании 25 ноября 2022 г. диссертационный совет УрФУ 2.6.02.07 принял решение присудить Жиренкиной Н.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.6.02.07 в количестве 22 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 22, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
УрФУ 2.6.02.07

Ученый секретарь
диссертационного совета
УрФУ 2.6.02.07



Рычков Владимир Николаевич

Семенщев Владимир Сергеевич

25.11.2022 г.