

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.13 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 19.12.19 г. № 3

О присуждении Черкасовой Нине Юрьевне, гражданство Российская Федерация, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Фазовый состав, структура и свойства композиционных керамических материалов на основе оксида алюминия и диоксида циркония с включениями гексаалюмината стронция» по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении) принята к защите 17 октября 2019 г., протокол № 6 диссертационным советом Д 212.173.13 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, Приказ 2151-1573 от 26 декабря 2008 г.

Соискатель Черкасова Нина Юрьевна 1990 года рождения. В 2015 году соискатель с отличием окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО НГТУ). В августе 2019 г. окончила очную аспирантуру на кафедре материаловедения в машиностроении ФГБОУ ВО Новосибирского государственного технического университета, Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения в машиностроении ФГБОУ ВО Новосибирского государственного технического университета.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Батаев Анатолий Андреевич, гражданин РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский

государственный технический университет», профессор кафедры материаловедения в машиностроении, ректор.

**Официальные оппоненты:**

Савченко Николай Леонидович, доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории контроля качества материалов и конструкций;

Кульметьева Валентина Борисовна, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Пермский национальный исследовательский политехнический университет, доцент кафедры механики композиционных материалов и конструкций,

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, **в своем положительном заключении**, подписанном Хасановым Олегом Леонидовичем, доктором технических наук, профессором, директором научно-образовательного инновационного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» указал, что диссертация Н.Ю. Черкасовой представляет собой научно-квалификационную работу, удовлетворяющую критериям Положения о присуждении ученых степеней (п. 9). В работе изложены новые научно обоснованные технические решения по повышению трещиностойкости керамических материалов на основе оксида алюминия и диоксида циркония, основанные на формировании в спеченном материале пластин гексаалюмината стронция. Автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении).

**Соискатель имеет** 54 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 20 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 8. Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде трудов и материалов международных и всероссийских научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 5,43 п.л., авторский вклад – 2,23 п.л. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Структура и трещиностойкость керамики на основе  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZrO}_2$  с добавкой  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$  / Н. Ю. Черкасова, А. А. Батаев, С. В. Веселов, Р. И. Кузьмин, Н. С. Стукачева, Т. А. Зимоглядова // Письма о материалах. – 2019. – Т.9. – №2. – С. 179–184.

2. Влияние процентного содержания  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$  на трещиностойкость алюмоциркониевой керамики / Н. Ю. Черкасова, А. А. Батаев, С. В. Веселов, Р. И. Кузьмин, А. В. Фелюфьянова, Л. С. Чемерис // Огнеупоры и техническая керамика. – 2019. – № 4-5. – С. 18–23.

3. Change of the phase composition and strength of  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{ZrO}_2$ -ceramic after hydrothermal aging / S. Veselov, R. Kuzmin, N. Cherkasova, N. Stukacheva, Y. Malyutina, V. Skiba // Glass and Ceramics. – 2018. – Vol. 74. – № 11–12. – P. 415–419.

**На диссертацию и автореферат поступило 16 отзывов**, все они положительные: отзыв от ведущего научного сотрудника Института проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук, Заслуженного изобретателя Республики Башкортостан, д-ра техн. наук Валитова В. А. (без замечаний); отзыв от профессора кафедры технологических машин и оборудования Уфимского государственного нефтяного технического университета д-ра техн. наук Кузеева И. Р. (замечания о влиянии свободной внутренней поверхности на механические свойства керамики; о механизме, способствующем снижению размеров зерен алюмооксидной составляющей при увеличении содержания гексаалюмината стронция); отзыв от старшего научного сотрудника, заведующего кафедрой материаловедения и композиционных материалов Волгоградского государственного технического университета д-ра техн. наук, доцента Гуревича Л. М. (замечание об отсутствии методики оценки распределения размеров зерен оксида алюминия в материалах с различным содержанием гексаалюмината стронция); отзыв от главного научного сотрудника лаборатории высокотемпературных углеродных материалов Института углекислоты и химического материаловедения Федерального исследовательского центра угля и углекислоты СО РАН д-ра хим. наук Барнакова Ч. Н. (замечания о формуле для расчета трещиностойкости; о возможности использования гексаалюмината бария для повышения трещиностойкости алюмоциркониевой керамики); отзыв от

профессора, заведующего кафедрой материаловедения и технологии конструкционных материалов Тюменского индустриального университета д-ра техн. наук Ковенского И. М. (без замечаний); отзыв от профессора кафедры металлургии черных металлов Сибирского государственного индустриального университета д-ра техн. наук Рожихиной И.Д. и профессора, д-ра техн. наук Нохриной О.И. (замечания о содержании гексаалюмината стронция в спеченных материалах; об отсутствии объяснения закономерности снижения размеров зерен алюмооксидной при увеличении содержания гексаалюмината стронция); отзыв от профессора-консультанта кафедры машиностроения и металлургии Комсомольского-на-Амуре государственного университета д-ра техн. наук Муравьева В.И. (без замечаний); отзыв от научного сотрудника Федерального исследовательского центра института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН канд. техн. наук Петрова Р.В. (замечания об отсутствии количественных данных увеличения точек контакта частиц при консолидации материалов; об отсутствии данных по дисперсности исходных материалов); отзыв от главного научного сотрудника, заведующего лабораторией физики наноструктурных биокomпозитов д-ра физ.-мат. наук Шаркеева Ю.П. (замечание об отсутствии в автореферате ПЭМ изображения тонкой структуры исследуемых материалов); отзыв от начальника аналитической лаборатории Международного научного центра по теплофизике и энергетике канд. техн. наук Шинкарева В.В. (замечания по объяснению эффекта снижения прочности при введении оксида стронция; о значениях трещиностойкости, зафиксированных с использованием различных методик испытаний); отзыв от заведующего кафедрой металлургической технологии Нижнетагильского технологического института филиала Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина д-ра техн. наук Шевченко О.И. и старшего научного сотрудника центра научных исследований и инноваций канд. техн. наук Трекина Г.Е. (без замечаний); отзыв от профессора кафедры технологии машиностроения Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева д-ра техн. наук Смирнова А.Н. и доцента, канд. техн. наук Абабкова Н.В. (замечание об отсутствии сведений о проведении статистической обработки результатов исследований); отзыв от заведующего кафедрой материалов и технологий Тамбовского государственного технического

университета д-ра техн. наук Мордасова Д.М. (замечания о методике расчета изменения размеров оксида алюминия; об отсутствии численных значений микротвердости материалов; об обосновании выбора оксида стронция в качестве исходного порошка); отзыв от директора производственного внедренческого комплекса прикладных исследований и разработок Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, д-ра техн. наук Ситникова А.А. и заведующего лабораторией самораспространяющегося высокотемпературного синтеза канд. техн. наук Яковлева В.И. (замечания о механизме снижения среднего размера зерен оксида алюминия при введении в порошковую смесь диоксида циркония; о причинах увеличения пористости с ростом содержания диоксида циркония); отзыв от заведующего кафедрой машиностроения и материаловедения Поволжского государственного технологического университета д-ра хим. наук Алибекова С.Я. (без замечаний); отзыв от декана электротехнического факультета Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления д-ра техн. наук Хараева Ю. П. (без замечаний).

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** близостью решаемых ими научных задач к тематике диссертационной работы Черкасовой Н.Ю., компетентностью специалистов в области современного материаловедения, наличием публикаций по конструкционным керамическим материалам, в том числе по керамике на основе оксида алюминия и диоксида циркония.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** научная идея о двухступенчатом механизме формирования гексаалюмината стронция в субмикронной оксидной матрице и влиянии диоксида циркония на температурный диапазон интенсивного образования гексаалюмината стронция;

**предложены** оригинальные суждения о влиянии структурных особенностей гексаалюмината стронция на траекторию распространения трещин, возникающих при индентировании субмикронных керамических материалов на основе оксида алюминия и диоксида циркония;

**доказана** эффективность малых добавок гексаалюмината стронция в керамических материалах на основе оксида алюминия и диоксида циркония при свободном спекании для повышения их трещиностойкости;

**введены** – новые понятия и термины не вводились.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения о последовательности фазовых превращений, развивающихся при нагреве порошковых смесей  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-SrO}$  и приводящих к синтезу гексаалюмината стронция, и об особенностях образования соединения  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$ , что расширяет представления о механизме формирования структуры при спекании субмикронных керамических материалов;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован** комплекс базовых методов исследования в области материаловедения, в том числе методы растровой и трансмиссионной электронной микроскопии, рентгенофазового анализа и механических испытаний;

**изложены** доказательства влияния оксида стронция, вводимого в порошковую смесь, и образующегося на его основе гексаалюмината стронция на снижение размеров зерен оксида алюминия в керамических материалах;

**раскрыты** особенности формирования структуры кристаллов гексаалюмината стронция при нагреве порошковых смесей оксида алюминия, диоксида циркония и оксида стронция;

**изучены** структурные параметры, определяющие прочность, твердость и трещиностойкость композиционных керамических материалов на основе оксида алюминия и диоксида циркония с включениями гексаалюмината стронция;

**модернизация** существующих математических моделей, алгоритмов и/или численных методов не проводилась.

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

**разработан** способ получения плотных керамических материалов на основе оксида алюминия с высокими физико-механическими характеристиками, подтвержденный патентом РФ; результаты исследований **внедрены** в учебный процесс при подготовке бакалавров и магистров по направлениям «Материаловедение и

технологии материалов» и «Наноинженерия» в НГТУ; на предприятиях ООО ИХ «ЭкоНова» и в ООО «Гло-Бел лаб» **апробированы** состав и технология получения керамических изделий, отличающихся высокими механическими свойствами;

**определены** перспективы практического применения результатов экспериментальных и теоретических исследований при разработке керамических материалов для изготовления изделий ответственного назначения;

**создана** система практических рекомендаций по технологическим режимам получения высокоплотных высокопрочных керамических материалов на основе оксида алюминия и диоксида циркония, технология производства которых включает в себя стадии холодного изостатического прессования предварительно гранулированного порошка с последующим спеканием;

**представлены** предложения по перспективам дальнейшей разработки темы, к которым относятся поиск новых метастабильных фаз и модифицирование известных, а также получение многокомпонентных материалов, содержащих слоистые соединения.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ:** результаты получены с использованием сертифицированного аналитического и испытательного оборудования, уровень которого соответствует передовым лабораториям в области материаловедения, использован широкий спектр методов исследования, применены методы статистической обработки результатов экспериментальных измерений, показана воспроизводимость результатов исследований, полученных различными методами;

**теория** построена на проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертационного исследования;

**идея** повышения трещиностойкости керамических материалов на основе оксида алюминия и диоксида циркония за счет формирования в материалах малых количеств гексаалюмината стронция **базируется** на обобщении передового отечественного и зарубежного опыта в области создания конструкционных композиционных керамических материалов;

**использованы** экспериментальные данные по изучению структуры и свойств композиционных керамических материалов на основе оксида алюминия и

диоксида циркония и литературные данные по получению керамических материалов с применением различных технологических решений.

**установлено** отсутствие противоречий авторских результатов, полученных при исследовании структуры и свойств керамических материалов на основе  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-SrAl}_{12}\text{O}_{19}$ , с данными, представленными в независимых литературных источниках по проблеме повышения трещиностойкости керамических материалов; **использованы** база данных ICDD PDF-4+ при анализе рентгеновских дифрактограмм; программное обеспечение Bluehill 3 при анализе механических свойств материалов; программные пакеты Python 3.7.4 и JMicroVision для статистической обработки полученных результатов измерений.

**Личный вклад соискателя состоит в:** подготовке литературного обзора по тематике диссертации, постановке задач исследования (совместно с д.т.н., профессором Батаевым А. А.), разработке режимов изготовления керамических образцов (совместно с к.т.н., доцентом Веселовым С. В.), проведении рентгенофазовых исследований, электронно-микроскопическом исследовании структуры полученных материалов, выполнении механических испытаний (совместно с к.т.н., доцентом Попелюхом А. И.), апробации результатов исследования, обобщении полученных результатов, формулировании выводов и положений, выносимых на защиту и в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

На заседании 19 декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Черкасовой Н. Ю. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 9 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета

Н. В. Пустовой

Ученый секретарь диссертационного с

А. Г. Тюрин

«19» декабря 2019 г.