

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.09,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 апреля 2019 г. № 18

О присуждении Кудяковой Валерии Сергеевне, гражданство Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка технологии стабилизации кубических модификаций нитрида алюминия» по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов принята к защите 12 февраля 2019 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом Д 212.285.09, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Кудякова Валерия Сергеевна, 1991 года рождения.

В 2014 г. окончила ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 240601 Химическая технология материалов современной энергетики; в 2018 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 специалиста инновационно-внедренческого центра «Электромехтехноком» ФГАОУ ВО «Ураль-

ский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

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.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, **Бекетов Аскольд Рафаилович** (скончался 23 октября 2018 г.), ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Физико-технологический институт, кафедра редких металлов и наноматериалов, профессор.

Официальные оппоненты:

Мельников Владимир Николаевич, доктор технических наук, АО «Опытное конструкторское бюро «Новатор», г. Екатеринбург, советник генерального конструктора по науке;

Михайлов Юрий Иванович, доктор химических наук, профессор, Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», г. Новосибирск, Инновационный центр, главный научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск – в своем положительном отзыве, подписанном Немудрым Александром Петровичем, доктором химических наук, заведующим лабораторией химического материаловедения, и Карагедовым Гарегином Раймондовичем, кандидатом химических наук, старшим научным сотрудником лаборатории химического материаловедения, руководителем группы тонкой керамики, указала, что диссертационная работа Кудяковой В.С. удовлетворяет требованиям пп. 9-13 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к

кандидатским диссертациям, как научно-квалификационная работа, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития базовых представлений об особенностях получения метастабильных нитридных материалов. Автор работы, Кудякова Валерия Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликована 21 работа, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ.

Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 2 патентов РФ на изобретения, 14 тезисов докладов, опубликованных в сборниках материалов российских (11) и международных (3) научных конференций. Общий объём опубликованных работ – 2,18 п.л., авторский вклад – 1,24 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

статьи в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК:

1. **Kudyakova V.S.** Gas-phase synthesis of hexagonal and cubic phases of aluminum nitride: A method and its advantages [Текст] / V.S. Kudyakova, V.V. Bannikov, A.A. Elagin, R.A. Shishkin, M.V. Baranov, A.R. Beketov // Technical Physics Letters. – 2016. – Vol. 42– P. 260–262; 0,21 п.л./ 0,13 п.л. (Scopus, Web of Science).

2. **Kudyakova V.S.** Aluminium nitride cubic modifications synthesis methods and its features. Review [Текст] / V.S. Kudyakova, R.A. Shishkin, A.A. Elagin, M.V. Baranov, A.R. Beketov // Journal of the European Ceramic Society. – 2017. – Vol. 37, № 4. – P. 1143-1156; 0,85 п.л. / 0,60 п.л. (Scopus, Web of Science).

3. **Kudyakova V.S.** Thermodynamic evaluation of nucleation as a method for selection of aluminium nitride modifications [Текст] / V.S. Kudyakova, R.A. Shishkin, F.M. Zykov, K.V. Zvonarev, A.V. Chukin, E.V. Polyakov, A.R. Beketov

// Journal of Crystal Growth. – 2018. – Vol. 486 – P. 111-116; 0,31 п.л. / 0,21 п.л. (Scopus, Web of Science).

4. **Kudyakova V.S.** Electronic structure and magnetic properties of doped $Al_{1-x}Ti_x N$ ($x = 0.03, 0.25$) compositions based on cubic aluminum nitride from ab initio simulation data [Текст] / V.V. Bannikov, A.R. Beketov, M.V. Baranov, A.A. Elagin, V.S. Kudyakova, R.A. Shishkin // Physics of the Solid State. – 2016. – Vol. 58 – P. 924–932; 0,5 п.л. / 0,2 п.л. (Scopus, Web of Science).

5. **Kudyakova V.S.** Electronic structure and magnetic properties of hexagonal and cubic forms of aluminum nitride doped with sp-impurities (B, C, O) [Текст] / V.V. Bannikov, V.S. Kudyakova, A.A. Elagin, A.R. Beketov, M.V. Baranov // Journal of Structural Chemistry. – 2016. – Vol. 42 – P. 1539-1544; 0,31 п.л. / 0,1 п.л. (Scopus, Web of Science).

Патенты РФ:

6. Пат. 2638975 Российская Федерация МПК C01B 21/072 (2006.01) Способ получения дисперсного нитрида алюминия, установка и реакционная камера для его осуществления / А. А. Елагин, А. Р. Бекетов, М. В. Баранов, Р. А. Шишкин, **В. С. Кудякова**: заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU). - 2015152708 : заявл. 08.12.2015 ; опубл. 19.12.2017, Бюл. № 35.

7. Пат. 26310076 Российская Федерация МПК C01B 21/072 (2006.01) Реакционная камера установки для получения дисперсного нитрида алюминия / А. Р. Бекетов, М. В. Баранов, А. А. Елагин, Р. А. Шишкин, **В. С. Кудякова**, Ю. Д. Афонин: заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU). - 2014139238 : заявл. 29.09.2014 ; опубл. 18.09.2017, Бюл. № 26.

На автореферат поступило 5 положительных отзывов от:

1. **Набойченко Станислава Степановича**, д-ра техн. наук, проф., чл.-корр. РАН, профессора кафедры металлургии цветных металлов Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург. Содержит вопросы об экономических показателях разработанной технологии; внутридиффузионных осложнениях в процессе синтеза; испытаниях реальных изделий.

2. **Антонова Владимира Евгеньевича**, д-ра физ.-мат. наук, заведующего лабораторией физики высоких давлений ФГБУН Институт физики твердого тела Российской академии наук, г. Москва. Без замечаний.

3. **Журавлева Виктора Дмитриевича**, канд. хим. наук, заведующего лабораторией химии соединений редкоземельных элементов ФГБУН Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Содержит вопросы о выборе допанта для стабилизации кубической фазы нитрида алюминия; о пределе растворимости нитрида титана в нитриде алюминия; о стабилизации твердого раствора $Al_xTi_{1-x}N$ при возрастании ковалентности.

4. **Ильина Александра Петровича**, д-ра физ.-мат. наук, профессора Школы базовой инженерной подготовки ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск. Содержит вопросы о цели работы, научной новизне полученных результатов и теплопроводности полученных материалов.

5. **Абзальдинова Хайдара Сафовича**, канд. хим. наук, доцента кафедры технологии пластических масс ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань. Содержит вопросы об электронейтральности моделируемых соединений на основе кубического нитрида алюминия.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области технологии создания новых керамических материалов, химии твер-

дого тела, изучения особенностей зависимостей функциональных свойств от структуры веществ, что подтверждается публикациями в высокорейтинговых научных журналах. Выбор ведущей организации обосновывается широкой известностью научных достижений учёных в области физико-химических основ синтеза керамических материалов, физической химии, химии твердого тела.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработан** новый экспериментальный метод стабилизации кубических структур AlN, позволивший выявить новые особенности получения нитридных материалов;

– **предложена** технология получения кубической модификации алюминия на основе газофазного синтеза из фторидов и термобарической обработки смеси AlN/TiN;

– **доказано** наличие зависимости микротвердости и теплопроводности керамических материалов на основе кубического нитрида алюминия от их микроструктуры и фазового состава.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **доказано, что**, воздействуя на параметры технологического процесса, возможно осуществлять направленный синтез модификаций нитрида алюминия из фторидов за счет изменения условий зародышеобразования. Определено взаимное влияние парциальных давлений компонентов газовой смеси, участвующей в газофазном синтезе нитрида алюминия из фторидов, на модификацию получаемого AlN;

– **применительно к проблематике диссертации результативно использован** метод квантово-химических расчетов, результаты которого показали принципиальную возможность образования соединений на основе кубического нитрида алюминия, моделирующих кубическую фазу $Al_{1-x}Ti_xN$ допированные титаном при $x \sim 0.03$;

– **изложены** технологические условия синтеза, позволяющие стабилизировать кубическую модификацию нитрида алюминия за счет введения нитрида титана и создания высоких степеней пересыщения газовой фазы;

– **раскрыто**, что химическая связь в идеальном кубическом нитриде алюминия носит выраженный ионный характер, однако с увеличением содержания титана в твердом растворе $Al_{1-x}Ti_xN$ возрастает роль ковалентной составляющей, что объясняет его стабилизацию при $x \sim 0.25$;

– **изучены** закономерности изменения свойств керамических материалов на основе нитрида алюминия, допированных титаном, от их структуры;

– **проведена модернизация** газофазной технологии синтеза нитрида алюминия из фторидов, позволившая получить нитрид алюминия с содержанием кубической фазы до 25%.

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

– **разработана** технологическая схема газофазного синтеза нитридного материала на основе нитрида алюминия и титана, содержащего 20-25 % нитрида алюминия кубической структуры;

– **определены** технологические параметры получения модификаций нитрида алюминия и перспективы практического использования материалов, полученных термобарической обработкой смеси AlN/TiN для производства изделий с высокой износостойкостью и теплопроводностью;

– **созданы** новые тугоплавкие керамические материалы на основе нитрида алюминия, обладающие одновременно высокой твердостью (до $31,9 \pm 0,7$ ГПа) и теплопроводностью (до 95 ± 5 Вт/(м*К));

– **представлены** рекомендации по адаптации разработанной технологии газофазного синтеза для получения нитиевидного кремния.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– достоверность базируется на использовании современных методов физико-химических исследований, современного калиброванного оборудования, специальных пакетов прикладных программ для первопринципного и

термодинамического моделирования, а также подтверждается промышленной реализацией представленных технологических решений;

– **теоретический анализ результатов** основан на известных и доказанных положениях и согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными данными;

– **идея базируется** на обобщении имеющихся в литературе данных, их анализе и сопоставлении с полученными данными;

– **установлена** согласованность полученных соискателем результатов, качественное и количественное совпадение с результатами, представленными ранее в литературе по свойствам близких по составу материалов на основе нитрида алюминия.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели исследования, анализе литературных сведений, касающихся современного состояния исследований по тематике работы, проведении экспериментальных исследований, обработке и интерпретации полученных результатов, обобщении и сравнении с имеющимися литературными данными, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа Кудяковой В.С. соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки технологии стабилизации кубических модификаций нитрида алюминия, имеющей значение для развития технологий производства модифицированного нитрида алюминия, обладающего новыми функциональными свойствами.

На заседании 16 апреля 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Кудяковой В.С. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человека, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 29 человек, входящих в состав

