

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.078.04  
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской  
академии наук (ИМЕТ РАН)  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 21 декабря 2023 г. № 16-2023

О присуждении КОЛОМИЙЦУ ТИМОФЕЮ ЮРЬЕВИЧУ, гражданство РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Прозрачная керамика на основе иттрий-алюминиевого граната состава  $(Y,Nd)_3Al_5O_{12}$  и  $(Y,Nd)_3ScAl_4O_{12}$ , полученная карбонатным методом» по специальности 2.6.14 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» принята к защите 18 октября 2023 года, протокол № 9-2023, диссертационным советом 24.1.078.04 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН), 119334, ГСП-1, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49, созданным приказом Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель, Коломиец Тимофей Юрьевич, 1988 года рождения, в 2011 г. завершил обучение на кафедре общей ядерной физики физического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (МГУ им. М.В. Ломоносова) с присвоением квалификации «Физик» по специальности «Физика атомного ядра и частиц». С 2011 по 2013 гг. обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки ИМЕТ РАН по направлению 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов». С 2011 года Коломиец Тимофей Юрьевич работает в лаборатории новых

технологий металлических и керамических материалов ИМЕТ РАН в настоящее время в должности научного сотрудника.

Диссертация Коломийца Т.Ю. выполнена в лаборатории новых технологий металлических и керамических материалов Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук.

**Научный руководитель** – д.х.н., профессор, академик РАН **Солнцев Константин Александрович**, научный руководитель ИМЕТ РАН, заведующий лабораторией новых технологий металлических и керамических материалов ИМЕТ РАН.

**Официальные оппоненты:**

1) **Иванов Дмитрий Алексеевич**, д.т.н., доцент, профессор кафедры 1102 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»;

2) **Харитонов Дмитрий Викторович**, д.т.н., заместитель директора научно-производственного комплекса по производственной деятельности – начальник цеха Государственного научного центра Российской Федерации Акционерного общества «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина»

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН (ИОНХ РАН), в своем положительном заключении, составленном д.х.н. Фомичевым С.В., главным научным сотрудником лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН и утвержденном директором ИОНХ РАН Ивановым В.К., д.х.н., чл.-корр. РАН отмечают, что степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается высоким теоритическим,

экспериментальным и аналитическим уровнем исследований при выполнении поставленных задач и целей работы. Практическая значимость, подтверждается актом внедрения созданного автором керамического материала в качестве активной среды твердотельного лазера либо высокотемпературных оптических окон в ООО «Аврора Бореалис». По актуальности, новизне и научно-техническому уровню, а также практической значимости диссертационная работа Коломийца Т.Ю. «Прозрачная керамика на основе иттрий-алюминиевого граната состава  $(Y,Nd)_3Al_5O_{12}$  и  $(Y,Nd)_3ScAl_4O_{12}$ , полученная карбонатным методом», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14 - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, полностью соответствует паспорту специальности и пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (в актуальной редакции), а ее автор заслуживает присуждения искомой степени. Отзыв обсужден и одобрен на заседании секции «Неорганическое материаловедение» Ученого совета ИОНХ РАН (протокол №6 от 23.11.2023).

Ведущая организация ИОНХ РАН, г. Москва, в своем положительном заключении задает соискателю следующие вопросы:

1. В диссертации приводятся обозначения для состава ИАГ:  $Nd_{0,03}Y_{2,97}Al_5O_{12}$  и  $(Y,Nd)_3Al_5O_{12}$ . Следовало бы придерживаться одной из выбранных формул, либо разъяснить в тексте, в чем различие между ними.
2. Как учитывались потери на отражение при исследовании светопропускания синтезированной автором прозрачной керамики?
3. Чем обусловлен выбор режима термоудара от 420 до 20 °С?
4. Автор утверждает, что модификация керамики скандием приводит к повышению ее механических свойств. Однако известно, что модифицированная скандием керамика, синтезированная из хлоридов, действительно показывает более высокие значения механических свойств, но эти значения сопоставимы с лучшими результатами не модифицированной

керамики, синтезированной из нитратов. - Почему эксперимент с добавлением скандия был сделан не по режимам, обеспечивающим максимальные значения прочностных характеристик без добавления скандия?

5. Производились ли исследования термостойкости керамики, модифицированной скандием?

Сделанные замечания являются частными и не влияют на общую положительную оценку работы.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован** тем, что они обладают высоким уровнем компетенции в области технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, наличием публикаций в рецензируемых научных журналах и достижений в области разработки и применения функциональных керамических материалов. Высокая научная квалификация и авторитет официальных оппонентов и ведущей организации позволяет им объективно оценить научную и практическую значимость представленной диссертационной работы.

По материалам диссертационного исследования Коломийца Т.Ю. опубликованы 4 научные статьи в рецензированных научных изданиях, рекомендованных ВАК, в тезисах 22 докладов на международных и всероссийских научных конференциях и подана заявка на патент РФ.

#### **Основные публикации по теме диссертации:**

1. Фазовые превращения при синтезе  $Y_3Al_5O_{12}:Nd$  Тельнова, Г. Б., Коломиец, Т. Ю., Коновалов, А. А., Ашмарин, А. А., Дуденков, И. В., Солнцев, К. А. //Журнал неорганической химии. – 2015. – Т. 60. – №. 2. – С. 163-163. – DOI: 10.7868/S0044457X15020191 (переводная версия: Phase transformations upon the synthesis of  $Y_3Al_5O_{12}:Nd$  Tel'Nova G.B., Kolomiets T.Yu., Konovalov A.A., Ashmarin A.A., Dudenkov I.V., Solntsev K.A. //Russian Journal of Inorganic Chemistry. – 2015. – Т. 60. – № 2. – С. 127-136. – DOI: 10.1134/S0036023615020187)

*Соискателем изучены фазовые превращения при синтезе порошков ИАГ, полученных из синтезированных карбонатных осадков, а также закономерности в процессе синтеза из полученных порошков прозрачной керамики.*

2. Влияние условий синтеза карбонатных прекурсоров на процесс формирования монодисперсных нанопорошков ИАГ:Nd<sup>3+</sup> / Тельнова, Г. Б., Коломиец, Т. Ю., Ситников, А. И., Солнцев, К. А. // Неорганические материалы. – 2015. – Т. 51. – №. 2. – С. 184 – DOI: 10.7868/S0002337X15020165 (Переводная версия: Effect of carbonate precursor synthesis conditions on the formation of monodisperse Nd:YAG nanopowders / G. B. Tel'nova, T. Y. Kolomiets, A. I. Sitnikov, K. A. Solntsev // Inorganic Materials. – 2015. – Vol. 51, No. 2. – P. 142-151. – DOI 10.1134/S0020168515020168.)

*Соискателем изучено влияние параметров синтеза карбонатных осадков на формирование монодисперсных слабо агломерированных нанопорошков карбонатных прекурсоров и оксидных порошков ИАГ.*

3. Синтез и спекание субмикронных частиц ИАГ:Nd, полученных из карбонатных прекурсоров / Т. Ю. Коломиец, Г. Б. Тельнова, А. А. Ашмарин, Челпанов В.И., Солнцев К.А. // Неорганические материалы. – 2017. – Т. 53, № 8. – С. 890-899. – DOI 10.7868/S0002337X17080152 (Переводная версия: Synthesis and sintering of submicron Nd:YAG particles prepared from carbonate precursors / T. Y. Kolomiets, G. B. Tel'nova, A. A. Ashmarin Chelpanov V.I., Solntsev K.A. // Inorganic Materials. – 2017. – Vol. 53, No. 8. – P. 874-882. – DOI 10.1134/S0020168517080076.)

*Соискателем исследованы закономерности формирования микроструктуры, оптические и прочностные характеристики прозрачной керамики, полученной из синтезированных карбонатов.*

4. Синтез и свойства прозрачной керамики ИАГ:Nd, модифицированной оксидом скандия / Т. Ю. Коломиец, Г. Б. Тельнова, А. А. Ашмарин, К. А. Солнцев // Неорганические материалы. – 2023. – Т. 59, № 5. – С. 552-558. – DOI 10.31857/S0002337X2305007X

*Соискателем изучено влияние добавки оксида скандия в процессе синтеза прозрачной ИАГ керамики на закономерности формирования карбонатных*

*осадков, фазовые превращения в процессе термического разложения полученных осадков, микроструктуру, прочностные и оптические характеристики прозрачной керамики.*

На автореферат диссертационной работы Коломийца Т.Ю. поступило **7 отзывов**. Все отзывы положительные, часть отзывов содержит вопросы, рекомендации и замечания:

1. **Отзыв** ректора ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», д.х.н., профессора Румянцева Е.В. содержит следующее замечание:

– На стр. 20 автореферата приведен некорректный термин «площадь удельной поверхности». В следующем абзаце автор исправляется и приводит корректный термин «удельная поверхность».

2. **Отзыв** доцента, профессора кафедры междисциплинарного материаловедения факультета наук о материалах ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В. Ломоносова», д.х.н. Кнотько А.В. содержит следующие замечания:

– В автореферате не приведена информация по полноте осаждения катионов (соответствие катионного состава осадков и исходных растворов по соотношению Al и Y и содержанию Nd и Sc).

– Также в автореферате отсутствует информация по возможному присутствию хлорид-ионов в получаемых из хлоридных растворов осадках.

– Имеет место нечеткое графическое оформление ряда результатов (например, рис. 5, 7, 10).

3. **Отзыв** доцента кафедры химической технологии керамики и огнеупоров РХТУ им. Д. И. Менделеева, к.т.н., доцента Вартанян М.А. содержит следующие замечания:

– Каков механизм действия поливинилпирролидона как ПАВ.

– Имеются ли различия технологических параметров синтеза целевых фаз (температура термообработки, скорость нагревания, продолжительность выдержки и др.) при использовании ПАВ по сравнению с традиционным карбонатным методом?

4. **Отзыв** заведующего кафедрой общей технологии силикатов, Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева, д.т.н., доцента Захарова А.И. содержит следующие замечания:

– Следует отметить, что в автореферате не приведены для сравнения характеристики монокристаллов ИАГ, а также прозрачной керамики, полученной другими методами.

– Из текста автореферата не до конца ясна методика приготовления керамических образцов и характеристики синтезированного порошка, в частности его насыпная плотность.

5. **Отзыв** главного научного сотрудника лаборатории СВС ИСМАН РАН, д.т.н., Лоряна В.Э. содержит следующие замечания:

– В автореферате не приведены значения светопропускания, прочности и термостойкости керамики на основе иттрий-алюминиевого граната, полученной другими методами.

6. **Отзыв** профессора кафедры наноматериалов, заместителя декана по научной работе факультета наук материалах Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», д.х.н., чл.-корр. РАН, Лукашина А.В. содержит следующие замечания:

– Удельная площадь поверхности образцов в автореферате приводится до десятых долей кв. метра на грамм (например, см. таблица 3), в то время как экспериментальные возможности метода низкотемпературной адсорбции азота не имеют такой высокой точности. Аналогично, рассчитанный из этих показателей средний размер частиц не может быть определен до десятых долей нанометра.

7. **Отзыв** и.о. руководителя лаборатории No 346. доцента отделения Ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ, к.т.н. Шорникова Д.П. содержит следующее замечание:

– Нечеткое графическое оформление ряда результатов (например, рис. 5, 7).

8. Отзыв ведущего научного сотрудника ВНИИНМ им. А.А.Бочвара, к.т.н. Киреева Г.А. содержит следующее замечание:

– не приведены данные о термостойкости керамики после ее модификации оксидом скандия.

**В дискуссии по диссертационной работе приняли участие:** д.х.н., Казин П.Е. (МГУ им. М.В.Ломоносова); д.х.н. Падалко А.Г. (ИМЕТ РАН); д.х.н. Беляков А.В. (РХТУ им. Менделеева); д.т.н., член-корр. РАН Комлев В.С. (директор ИМЕТ РАН); д.т.н., член-корр. РАН Алымов М.И. (ИСМАН); д.ф.-м.н. Белоусов В.В. (ИМЕТ РАН); Кецко В.А. (ИОНХ РАН);

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

- **разработана** методика совместного осаждения карбонатных соединений иттрия, алюминия и неодима заданных катионных составов с контролируемыми размерами и морфологией частиц в растворах ПАВ для получения прозрачной керамики на основе иттрий-алюминиевого граната (ИАГ:Nd<sup>3+</sup>) без использования помола и спекающих добавок;
- **изучено** влияние pH, состава среды осаждения и времени старения на размерные и морфологические характеристики осадков и синтезированных из них нанопорошков ИАГ:Nd<sup>3+</sup>;
- **установлена** особенность фазовых превращений в процессе термического разложения синтезированных карбонатных соединений с образованием орторомбического  $k\text{-Al}_2\text{O}_3$ , и метастабильных нестехиометрических алюминатов  $(\text{Y,Nd})_{1-x}\text{Al}_{1+x}\text{O}_3$  и  $(\text{Y,Nd})_{1+x}\text{Sc}_y\text{Al}_{(1-x-y)}\text{O}_3$  с гранатоподобной структурой, при взаимодействии которых с орторомбическим оксидом алюминия ( $k\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) образуется ИАГ заданного состава;

- **исследовано** влияние температурно-временных режимов спекания на формирование микроструктуры, а также конечные физико-механические и оптико-спектроскопические свойства прозрачной керамики.

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

- **установлены** условия совместного осаждения гидрокарбонатных соединений Y, Nd, Al, Sc в присутствии поливинилпирролидона (ПВП) с различной молекулярной массой, ведущие к формированию монофазных порошков с контролируемыми устойчивыми размерами частиц, из которых без помола и внесения спекающих добавок синтезирована высоко прозрачная керамика (светопропускание до 79 %) ИАГ:Nd<sup>3+</sup> с повышенными механическими свойствами;

- **установлена** последовательность фазовых превращений при термическом разложении слабо закристаллизованных карбонатных прекурсоров для синтеза прозрачной керамики на основе ИАГ легированных Nd и Sc. Показано, что процесс разложения протекает в несколько этапов с образованием *k*-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> орторомбической симметрии и метастабильных нестехиометрических алюминатов: (Y,Nd)<sub>1-x</sub>Al<sub>1+x</sub>O<sub>3</sub> и (Y,Nd)<sub>1+x</sub>Sc<sub>y</sub>Al<sub>(1-x-y)</sub>O<sub>3</sub> с гранатоподобной структурой, при взаимодействии которых с *k*-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при температуре 1000–1150 °С образуется ИАГ заданного состава.

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

- **предложен** метод создания оптически-прозрачных керамических материалов на основе ИАГ состава (Y,Nd)<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> и (Y,Nd)<sub>3</sub>ScAl<sub>4</sub>O<sub>12</sub> с высокими оптическими, механическими и термомеханическими свойствами для применения в качестве активной среды твердотельных лазеров либо высокотемпературных оптических окон;

- **подготовлен** эскиз технологического регламента синтеза прозрачных керамических материалов, подана заявка на патент;

- результаты проведенных исследований **внедрены** в производство и используются в ООО «Аврора Бореалис» при высокотемпературной утилизации отходов в качестве высокотемпературного оптического окна, обеспечивающего сохранение прозрачности при высоких температурах, а также в условиях воздействия паров фтористого водорода и абразивных продуктов, присутствующих в потоке отходящих газов.

**Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

Достоверность, оригинальность и научная новизна результатов работы подтверждены применением комплекса современных методов исследования, большим объемом полученных экспериментальных данных, воспроизводимостью и согласованностью полученных результатов с литературными данными, публикациями в рецензируемых научных изданиях и участием на конференциях всероссийского и международного уровня.

**Личный вклад автора:**

заключается в постановке цели и задач, систематизации теоретических данных по теме исследования, планировании, подготовке экспериментов, разработке экспериментальных методик, непосредственном проведении экспериментов, обработке, анализе и обобщении полученных результатов, а также подготовке публикаций по теме исследования.

**Диссертационный совет констатирует**, что диссертация Коломийца Т.Ю. является законченной научно-квалификационной работой, направленной на решение важной научно-технической и практической задачи – получения прозрачного керамического материала на основе иттрий-алюминиевого граната, легированного неодимом и скандием, из карбонатных соединений без использования помола и спекающих добавок. По своему содержанию диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.14 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

**На заседании 21.12.2023 г. диссертационный совет 24.1.078.04 пришел к выводу о том**, что диссертация Коломийца Т.Ю. по своей

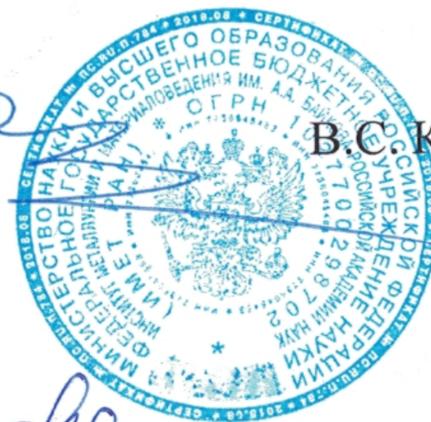
актуальности и практической значимости соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Коломиец Тимофей Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности 2.6.14 и технической отрасли наук, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 14, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Зам председателя  
диссертационного совета 24.1.078.04,  
член-корр. РАН, д.т.н.

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.1.078.04,  
к.г.-м.н.

21.12.2023 г.



В.С. Комлев

С.Н. Ивичева