

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.136.01 (Д 002.100.02),
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА ИМЕНИ Ю.А.
ОСИПЬЯНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 4 апреля 2023 г. № 3

О присуждении Стрюкову Дмитрию Олеговичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование процесса выращивания из расплава монокристаллических и эвтектических оксидных волокон» по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния принята к защите 23 января 2023 года (протокол заседания № 2) диссертационным советом 24.1.136.01 (Д 002.100.02), созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук, 142432, г. Черноголовка, Московская область, ул. Академика Осипьяна, д. 2, приказ Минобрнауки от 17.10.2019 № 965/нк.

Соискатель Стрюков Дмитрий Олегович, 03.06.1987 года рождения, в 2010 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Получен диплом инженера по специальности «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика». В 2013 году окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук. Справка об обучении № 417 выдана в 2022 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН). С 2010 года Стрюков Дмитрий Олегович работает младшим научным сотрудником ИФТТ РАН. Диссертация выполнена в лаборатории профилированных кристаллов ИФТТ РАН.

Научный руководитель - доктор технических наук Курлов Владимир Николаевич, работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки

Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипяна Российской академии наук, заведующий лабораторией профилированных кристаллов, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Ивлева Людмила Ивановна, доктор технических наук (05.27.06 – технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, главный научный сотрудник отдела лазерных материалов и фотоники Научного центра лазерных материалов и технологий,

Бабашов Владимир Георгиевич, кандидат технических наук (05.16.09 – «Материаловедение» (Машиностроение)), ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», начальник лаборатории № 629 "Волокна тугоплавких соединений, волокнистые высокотемпературные теплоизоляционные, теплозащитные и керамические композиционные материалы",

На диссертацию поступили только положительные отзывы. Официальные оппоненты высказали ряд замечаний, при этом оппоненты отмечают, что высказанные замечания не снижают общей высокой положительной оценки диссертационной работы.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), г. Санкт-Петербург, **в своем положительном заключении**, подписанным Николаевым Владимиром Ивановичем, кандидатом физико-математических наук по специальности физика твердого тела (01.04.07), заведующим лабораторией физики профилированных кристаллов ФТИ им. А.Ф. Иоффе, и утвержденным заместителем директора по научной работе ФТИ им. А.Ф. Иоффе, доктором физико-математических наук Брунковым Павлом Николаевичем, **указала**, что работа является законченным научным исследованием и выполнена автором на высоком методическом уровне.

Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для дальнейшего развития методик получения монокристаллических и эвтектических волокон на основе оксида алюминия и изделий из них. Работа свидетельствует о широкой научной эрудиции соискателя и его высоких навыках исследователя.

В качестве замечаний было отмечено:

1. В работе выполнен анализ и проведены расчеты поведения профильных кривых менисков расплава применительно к стержням малого диаметра, то есть к волокнам. Учитывая, что подобные расчеты проводились ранее для кристаллов большого диаметра, было бы желательно сформулировать критерий перехода к «малому» диаметру и показать специфику и отличия расчетов для выращивания волокон.
2. Разработанная автоматизированная система управления выращиванием волокон с учетом уровня расплава и реального радиуса кристалла, судя по практическим результатам, весьма эффективна. Однако в диссертации отсутствуют конкретные примеры изменения параметров в процессе роста. Также же для лучшего понимания алгоритма управления было бы желательно привести блок-схему АСУ.
3. Предложенная и реализованная система стабилизации диаметра волокна дает значительное уменьшение шероховатости. В работе показано устройство для случая роста одного волокна. Неясно, применялось ли аналогичное устройство при выращивании волокон групповым методом.

Соискатель имеет 8 работ по теме диссертации, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, им опубликовано 3 главы монографий, а также получено 3 патента РФ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Rossolenko, S.N. Estimating the real crystal radius from the weight signal in a course of growth process by the Stepanov (EFG) technique / S.N. Rossolenko, D.O. Stryukov, V.N. Kurlov // *Crystal Research and Technology*. – 2015. – Vol.50, Iss.8. – P.641–644.
 2. Kurlov, V.N. Growth of sapphire and oxide eutectic fibers by the EFG technique / V.N. Kurlov, D.O. Stryukov, I.A. Shikunova // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2016. – Vol.673. – P.12017.
 3. Стрюков, Д.О. Исследование капиллярных и волоконных менисков. / Д.О. Стрюков, С.Н. Россоленко // *Материаловедение*. – 2012. – № 9. – С. 32-37.
 4. Россоленко, С.Н. Определение уровня расплава из реального весового сигнала в автоматизированном процессе выращивания кристаллов по способу Степанова (EFG) и использование перемещения тигля в качестве управляющего воздействия / С.Н. Россоленко, Д.О. Стрюков, В.Н. Курлов // *Журнал Технической Физики*. – 2015. – Т.85, №6. – С.34–39.
- Rossolenko, S.N. Determination of the melt level from a real weight signal during computer-assisted crystal growth by the Stepanov (EFG) technique and the use of crucible motion as a control action / S.N. Rossolenko, D.O. Stryukov, V.N. Kurlov // *Technical Physics*. – 2015. – Vol.60, Iss.6. – P.820–825.

5. Россоленко, С.Н. Определение реального радиуса кристалла из весового сигнала в процессе выращивания способом Степанова (EFG)» / С.Н. Россоленко, Д.О. Стрюков, В.Н. Курлов // Журнал Технической Физики. – 2015. – Т.85, №6. – С.87–89. Rossolenko, S.N. Determination of the real crystal radius from a weight signal during growth by the Stepanov (EFG) technique / S.N. Rossolenko, D.O. Stryukov, V.N. Kurlov // Technical Physics. – 2015. – Vol. 60, Iss. 6. – P. 873–876.
6. Коржов, В.П. Разработка (Nb-Al)-композита с оксидными волокнами / В.П. Коржов, В.Н. Курлов, Д.О. Стрюков, В.М. Кийко // Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. – 2018. – Т.23, №123. – С.427–431.
7. Стрюков, Д.О. Исследование зависимости прочности при изгибе от длины и диаметра сапфировых волокон, полученных методом Степанова / Д.О. Стрюков, В.М. Кийко // Физика и химия обработки материалов. – 2022. – № 5. – P. 47 – 52. DOI: 10.30791/0015-3214-2022-5-47-52
8. Монокристаллические волокна оксида алюминия: получение, структура, свойства / Б.В. Щетанов, Д.О. Стрюков, С.Г. Кольшев, В.В. Мурашева // Все Материалы. Энциклопедический Справочник. – 2014. – № 4. – С. 14–18.
9. Rossolenko, S.N. Numerical analysis of liquid menisci in the EFG technique / S.N. Rossolenko, G.M. Katyba, I.N. Dolganova, I.A. Shikunova, D.O. Stryukov, K.I. Zaytsev, V.N. Kurlov // Crystal Growth. – London : IntechOpen, 2019. – Ch. 3. – P. 1–21. – ISBN: 978-953-51-6326-8.
10. Klassen, N.V. Nanostructured materials and shaped solids for essential improvement of energetic effectiveness and safety of nuclear reactors and radioactive wastes / N.V. Klassen, A.E. Ershov, V.V. Kedrov, V.N. Kurlov, S.Z. Shmurak, I.M. Shmytko., O.A. Shakhray, D.O. Stryukov // in: Current Research in Nuclear Reactor Technology in Brazil and Worldwide, Ed. by A. Z. Mesquita. – London : IntechOpen, 2013. – Chapter 11. – P. 251–278. – ISBN 978-953-51-0967-9.
11. Кийко, В. М. Оксидные волокна для армирования жаропрочных композитов / В.М. Кийко, В.Н. Курлов, Д.О. Стрюков // Актуальные проблемы прочности. – Минск : УП"ИВЦ Минфина", 2022 . – Гл. 7. – С. 85–98. – ISBN: 978-985-880-240-0.
12. Пат. 138570 Российская Федерация, МПК G 02 В 6/26. Устройство ввода излучения в сапфировое волокно / Д.О. Стрюков, И.А. Шикунова, В.Н. Курлов; заявитель и патентообладатель Институт физики твердого тела РАН (ИФТТ РАН). – № 2013149749/28; заявл. 06.11.2012; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 8. – 1 с.:3 ил.
13. Пат. 2751062 Российская Федерация, МПК С 22 С 49/02, С 22 С 49/12. Высокотемпературный слоисто-волоконистый композит, армированный оксидными волокнами, и способ его получения / В.М. Кийко, В.П. Коржов, Д.О. Стрюков, С.Л. Шикунов, И.А. Шикунова, В.Н. Курлов; заявитель и патентообладатель

Институт физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН). – № 2020137869; заявл. 17.11.2020; опубл. 07.07.2021, Бюл. № 19. – 13 с. : 6 ил.

14. Пат. 2552436 Российская Федерация, МПК С 30 В 15/24, С 30 В 15/34, С 30 В 29/62.

Устройство для выращивания из расплава тугоплавких волокон со стабилизацией их диаметра / В.Н. Курлов, И.А. Шикунова, Д.О. Стрюков; заявитель и патентообладатель Институт физики твердого тела РАН (ИФТТ РАН). – № 2014106723/05; заявл. 21.02.2014; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16. – 1 с.: 4 ил.

На диссертацию и автореферат поступило три положительных отзыва, в которых отмечается, что представляемая работа является законченным исследованием, выполненным по актуальному направлению, в также характеризуется высоким экспериментальным уровнем, имеет большое научное и практическое значение, по своей новизне и актуальности соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии. В отзывах имеются замечания.

Замечания

Ковалев Михаил Сергеевич, доцент кафедры лазерных и оптико-электронных систем Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, кандидат технических наук [шифр специальности 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы]:

1. Так как работа защищается по техническим наукам, хотелось бы видеть и техническую характеристику получаемых волокон (примесно-дефектная структура, получаемая шероховатость в различных технологиях исполнения, разброс диаметра)
2. Проводился ли рентгеноструктурный анализ получаемых волокон (ЭДРС)?
3. С точки зрения представления материала, в автореферате мне не хватило схемы процесса роста волокон, и в то же время излишне было показывать рис. 2 и 7, а рис. 1 и 3 можно было объединить (корректно подставив подписи к кривым)

Вагин Вячеслав Петрович, начальник отдела исследования свойств материалов и покрытий Акционерного общества «Композит», кандидат физико-математических наук [шифр специальности – 05.13.16 Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях]:

1. Применение композитов на основе оксидных волокон зависит от полноты исследования их физико-механических и теплофизических свойств. Было бы интересным провести более широкий анализ этих свойств в зависимости от структуры волокон, их диаметра и их объемной доли в композите.
2. Большую ценность представляют зависимости этих свойств от температуры, которая в объеме данной работы осталась не исследованной.

3. Весьма интересно получить данные о стабильности свойств композитов на основе таких волокон в условиях их применения, от этого также будет зависеть практическая ценность разработанных композитов.
4. Без получения этих данных будет весьма трудно продвигать композиты на основе полученных нитей промышленному потребителю.

Юдин Михаил Викторович, начальник отдела технологий роста кристаллов и новых материалов АО «Экспериментальный завод научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро Российской академии наук», кандидат физико-математических наук [шифр специальности 01.04.07 – «физика конденсированного состояния»]:

1. Описанный в работе групповой метод выращивания волокон имеет высокую производительность, но этого недостаточно для промышленной технологии производства волокон, т.к. одна установка может давать не более 20 метров волокна за один процесс.
2. Получаемые в работе волокна являются перспективными изделиями для различных средств доставки излучения и высокотемпературных датчиков. Но автор не приводит анализ оптических характеристик полученных изделий.
3. Автор не приводит сводную сравнительную таблицу механических свойств для сапфировых волокон, получаемых мировыми производителями – компаниями Photran LCC (США), MicroMaterials Inc (США) и Fibercryst (Франция).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются ведущими специалистами в области физики конденсированного состояния и материаловедения, а также имеют значительное число опубликованных работ в областях, общих по тематике с диссертацией и, соответственно, обладают способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Ивлева Людмила Ивановна является ведущим специалистом по выращиванию из расплава и исследованию высокотемпературных монокристаллов методом Чохральского и модифицированным способом Степанова. Бабашов Владимир Георгиевич является ведущим специалистом в области волокон тугоплавких оксидов, теплозащитных, теплоизоляционных, керамических композиционных материалов. Ведущая организация – один из крупных и наиболее авторитетных в России исследовательских центров, где проводятся экспериментальные и теоретические исследования по физике профилированных кристаллов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана автоматизированная система управления выращиванием волокон с использованием датчика веса с учетом поведения профильных кривых менисков, и в автоматическом режиме методом Степанова/EFG получены монокристаллические (сапфир, иттрий-алюминиевый гранат), а также эвтектические гранат-содержащие (Al_2O_3 - $Y_3Al_5O_{12}$, Al_2O_3 - $Er_3Al_5O_{12}$) и перовскит-содержащие (Al_2O_3 - $GdAlO_3$) волокна.

Разработана и запатентована система механической стабилизации диаметра монокристаллических и эвтектических волокон, позволяющая существенно снизить шероховатость их поверхности.

Разработаны технологические приемы управления микроструктурой эвтектических волокон, как непрерывно, так и дискретно, за счет условий кристаллизации.

Проведены механические испытания монокристаллических и эвтектических волокон при температурах 20°C и 1400°C.

Также при выполнении работы был разработан и запатентован способ получения высокотемпературных слоисто-волоконистых композитов с матрицей на основе ниобия и молибдена, а также их твердых растворов и интерметаллидов с алюминием, армированных сапфировыми волокнами. Деформационные зависимости, полученные в ходе механических испытаний, свидетельствуют о квазипластическом поведении материала под нагрузкой.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что впервые на основе численного решения уравнения Лапласа исследованы профильные кривые менисков расплава, характерные для процессов выращивания волокон методом Степанова/EFG. Также, впервые на основе измеряемого сигнала датчика веса растущего кристалла проведен расчет реального уровня расплава в тигле и реального (эквивалентного) радиуса кристалла.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные подходы позволяют получать монокристаллические и эвтектические оксидные волокна и открывают новые возможности для применения полученных волокон в качестве наполнителя волоконистых композиционных материалов. Важность полученных практических результатов также подтверждается получением трех патентов РФ.

Достоверность полученных результатов диссертационной работы подтверждается использованием современного оборудования и методик исследований,

достаточным количеством экспериментальных данных и сопоставлением полученных данных с результатами других авторов.

Личный вклад соискателя.

Представленные результаты получены лично автором или при его непосредственном участии. Автор лично занимался постановкой задач и реализацией экспериментов, проводил обработку и анализ полученных данных и участвовал в обсуждении и формировании итоговых выводов по результатам работы. Автор лично принимал участие в подготовке научных публикаций и патентов, а также представлял полученные результаты работы на научных конференциях, а том числе международных.

Диссертационный совет заключает, что диссертация Д.О. Стрюкова является самостоятельной научно-квалификационной работой. По объему выполненных задач, актуальности исследования и практической значимости полученных результатов работа Д.О. Стрюкова полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует паспорту специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния» и отвечает требованиям п.п. 2, 4, 5, 9, 11 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Недостоверные сведения об опубликованных работах, в которых изложены основные научные результаты, в диссертации отсутствуют.

На заседании 04 апреля 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Д.О. Стрюкову ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 22 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

«за» - 22, «против» - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель

диссертационного совета
чл.-корр. РАН



Левченко Александр Алексеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета
доктор технических наук

Курлов Владимир Николаевич

05.04.2023г.