

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 74.1.001.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ АО «ГНИИХТЭОС», ГК «Ростехнологии», ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело N ____
решение диссертационного совета от 21 мая 2025г пр. N 1

О присуждении Князеву Кириллу Андреевичу, гражданину РФ ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Технологические основы формирования карбонитридокремниевых волокон» по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ принята к защите 10 февраля 2025г пр. № 2 советом 74.1.001.01, созданным на базе Акционерного общества «Государственный Орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений» ГК «Ростехнологии» (АО «ГНИИХТЭОС»), 105118, Россия, г. Москва, Шоссе Энтузиастов 38, созданного в соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ №105 н/к от 11.04.2012г.

Соискатель Князев Кирилл Андреевич 16 сентября 1993 года рождения . В 2015 году окончил Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, кафедру Химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов по специальности Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов.

В 2022 г окончил очную аспирантуру при ГБОУ Технологического университета имени дважды Героя Советского Союза, летчика космонавта А.А. Леонова по специальности 15.06.01 Машиностроение (направленность «Стандартизация и управление качеством продукции»), с мая 2017г работает в АО «Композит» ГК «Ростехнологии» в отделе керамоматричных композиционных материалов. С 2020г и по настоящее время работает

начальником группы разработки волокнистых армирующих наполнителей в АО «Композит» ГК «Роскосмос».

Диссертация выполнена в отделе керамоматричных композиционных материалов Акционерного общества «Композит» ГК «Роскосмос».

Научный руководитель – доктор технических наук, заместитель генерального директора по научной работе Тимофеев Анатолий Николаевич.

Официальные оппоненты:

Бухаров Сергей Викторович доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технологии композиционных материалов, конструкций и микросистем» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт»

(национальный исследовательский университет) и Куличихин Валерий Григорьевич, доктор химических наук, профессор, руководитель научного направления «Реология полимеров и формирование волокон», главный научный сотрудник Лаборатории реологии полимеров, ИНХС РАН дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация АО «НПО Стеклопластик имени Н.Н. Трофимова» . Московская область, г. Солнечногорск в своем положительном отзыве , подписанном доктором технических наук по специальности 2.6.11.

Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов Деминой Натальей Михайловной указала, что в связи с отсутствием отечественных разработок в области создания SiCN-волокон с целью частичной замены используемых в МКМ волокон SiC, возникла необходимость в разработке технологических основ создания перспективных компонентов высокотермостойких композиционных материалов, работающих в окислительных средах под воздействием тепловых и механических нагрузок.

Таким образом, выбранная тематика диссертационного исследования Князева К.А. в области разработки технологии внедрения отечественных керамических SiCN- волокон, а также металлических композиционных

материалов на их основе является актуальной и перспективной для развития отечественных авиационной и ракетно-космической промышленности, а диссертационная работа Князева К.А. на тему «Технологические основы формирования карбонитридокремниевых волокон» полностью соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, и паспорту заявленной специальности 2.6.7. Технология неорганических соединений. Автор диссертационной работы Князев Кирилл Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических соединений.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

В этих публикациях основное содержание работы отражено в полном объеме, поскольку в них описана технология основ получения керамических SiCN-волокон для новых конструкционных материалов, исследовано влияние параметров процесса получения SiCN-волокон на их свойства, исследована структура и физико-механические характеристики SiCN-волокон, определены требования к исходному прекурсор, смоделировано формообразование волокна из фильеры в процессе формования, разработана и изготовлена установка расплавного формования полимерных волокон. Весь список научных публикаций, приведенных в диссертационной работе соответствует ее теме, материалу и выводам. В диссертационной работе отсутствуют какие-либо недостоверные сведения об опубликованных научных работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв АО «ЦНИИСМ» (Центральный НИИ специального машиностроения) :

1. На стр. 8 указано, что разрабатываемые волокна обладают окислительной стойкостью до 1400°C, при этом в экспериментальной части исследуются

прочностные свойства полученных волокон при 1000°C. Проводились ли исследования температурно-прочностных свойств волокон при более высокитх температурах?

2. Из автореферата не ясно моделирование формообразования волокна из фильеры осуществляется под собственным весом или с принудительной вытяжкой?

3. Средняя прочность волокон, сшитых на воздухе, составила 1450 Мпа, тогда как при облучении электронами 1270 Мпа. С чем связана меньшая прочность волокна,сшитого электронным способом?

Отзыв АО «Юматекс» (Композитный дивизион Госкорпорации «Росатом»)

1. Одной из целей работы было заявлено определение требований к исходному прекурзору, однако в автореферате в явном виде не представлены данные требования ни в тексте, ни в выводах.

2. Из текста автореферата не ясно, осуществлялось ли моделирование температурного поля и течения расплава полимера в установке формования до ее создания и использовались ли эти данные для выбора технических решений, или же эти исследования были проведены для подтверждения штатной работы оборудования в условиях работы с исследуемым материалом?

3. На рисунке 6 автореферата представлены расчетные и определенные экспериментально величины диаметров полимерных и керамических волокон. Требует ли пояснений вопрос, почему диаметры разных типов волокон отличаются друг от друга? В данном эксперименте расход материала был одинаковым?

Отзыв ИСПМ РАН им. Н.С. Ениколопова (Ин-т синтетических полимерных материалов). Полностью положительный.

Отзыв РХТУ им.Д.И. Менделеева

1. Не представлены схемы химических првращений модифицированных полисилазанов и их количественные взаимосвязи со свойством получаемых SiCN-волокон.

2. Указано, что учитывалась зависимость вязкости от температуры, однако не ясно учитывалась ли в математической модели и при гидродинамическом моделировании зависимость вязкости расплава полимера от скорости сдвига и вязкоупругость.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что их область научных исследований близка к теме диссертационной работы, они известны своими достижениями и широким спектром научных трудов по данной тематике, имеют многочисленные публикации в высокорейтинговых журналах.

Наиболее значительные работы:

1.Князев, К.А. Исследование зависимости прочности высокотемпературных керамических SiCN волокон от технологических параметров их производства / К.А. Князев // Химическая промышленность сегодня. – 2024. – № 1 (74). – С. 61-66.

2.Князев, К.А. Исследование жаропрочных свойств высокотемпературных керамических SiCN волокон для их применения в металломатричных композиционных материалах / К.А. Князев, П.А. Стороженко, А.Н. Тимофеев, С.В. Жукова, М.А. Венков // Неорганические материалы. – 2024. – Т 60, № 1. – DOI: 10.31857/S00002337X24010097.

3.Князев, К.А. Определение технологических параметров, влияющих на качество керамических карбонитридокремниевых волокон на основе прекурсоров отечественного производства / К.А. Князев, П.А. Тимофеев, А.Н. Тимофеев, О.Г. Рыжова // Технология машиностроения. – 2021. – № 11. – С. 5-12. – DOI: 10.34641.TM.2021.233.11.041.

4.Князев, К.А. Исследование зависимости влияния технологических параметров на прочность керамических карбонитридокремниевых волокон / К.А. Князев // Информационно-технологический вестник. – 2022. – № 1 (31). – С. 182-188.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны режимы получения отечественных высокопрочных керамических SiCN-волокон, установлена математическая зависимость прочности керамических SiCN-волокон от основных технологических параметров процесса их получения, разработаны технологические основы производства SiCN-волокон;

разработаны рекомендации по технологическим режимам изготовления керамических SiCN-волокон на основе существующих отечественных прекурсоров, с прочностью более 1,5 ГПа;

предложена математическая модель, описывающая зависимость диаметра волокна из расплава олигосилазана от расстояния выходного капилляра фильеры при его вытяжке;

предложена математическая модель, позволяющая прогнозировать прочность керамических SiCN-волокон от технологических характеристик исходного сырья и режимов производства волокон;

доказана перспективность внедрения разработанных керамических SiCN-волокон в производство новых композиционных материалов для конструкций перспективных изделий энергетической отрасли машиностроения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны механизмы окислительной и электронной межмолекулярной сшивки олигосилазанового волокна, доказано влияние температуры расплава олигосилазана, температуры пиролиза SiCN-волокна и его диаметра на прочность при растяжении;

использованы новые подходы и методики синтеза исходных волокнообразующих олигосилазанов;

использованы комплексы существующих базовых методов исследования, а также математические модели при конструировании оборудования, отработки режимов получения SiCN-волокон и исследование зависимостей влияния параметров их получения на конечные свойства;

изложены режимы получения отечественных высокопрочных SiCN-волокон, зависимости прочности SiCN-волокон от параметров процесса их получения, зависимости элементного состава SiCN-волокон от параметров процесса их получения, результаты испытаний SiCN-волокон;

раскрыты условия структурообразования волокна из расплава олигосилазана, воспроизводимые в реальном эксперименте;

изучены механизмы окислительной и электронной межмолекулярной сшивки олигосилазанового волокна.

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

разработана и внедрена технология получения текстилепригодных керамических SiCN-волокон (100%);

определены высокие перспективы практического внедрения полученных в диссертационной работе SiCN-волокон в производство новых МКМ типа SiCN_f/Al и SiCN_f/Ti ;

создана опытная установка расплавного формования полимерных волокон;

представлены рекомендации по технологическим режимам изготовления керамических SiCN-волокон на основе существующих отечественных прекурсоров, с прочностью более 1,5 ГПа.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ образцы керамических SiCN-волокон получены с применением современного оборудования. Воспроизводимость и достоверность результатов исследования подтверждена их многократным повторением и использованием для изготовления различных материалов;

теория построена на основе современных методов исследования структуры и свойств материалов: микрорентгеноспектральный анализ, сканирующая электронная микроскопия, термогравиметрический анализ;

идея базируется на анализе литературных данных и обобщении передового опыта по синтезу поли(олиго)силазанов и получению из них керамических SiCN-волокон с высокими эксплуатационными свойствами;

использованы данные других работ по получению керамических SiCN-волокон. На основе разработанных в диссертационной работе новых подходов и методик была решена основная проблема, связанная с отсутствием комплексного исследования зависимостей влияния технологических параметров производства на конечные свойства волокон; **установлено**, что результаты диссертационной работы полностью подтверждают и оправдывают выводы и прогнозы работ других авторов об основных направлениях получения бескерновых высокотемпературных керамических волокон с требуемой структурой и фазовым составом; **использованы** экспериментальные данные, полученные с помощью современных физико-химических методов (термогравиметрический анализ, микрорентгеноспектральный анализ, сканирующая электронная микроскопия, вискозиметрия, гельпроникающая хроматография), а также с помощью физико-механических методов измерения диаметра и предела прочности при растяжении.

Личный вклад соискателя состоит в: участии в проведении исследований по входному контролю волокнообразующего полисилазана, разработке методики степени отверждения прекурсора и полимерного волокна, в разработке и изготовлении лабораторной и опытной установок расплавного формования полимерных волокон, в отработке режимов и изготовлении образцов полимерных волокон из расплава, в отработке режимов окислительного и электронного отверждения полимерных волокон, в отработке режимов высокотемпературной обработки и получении образцов керамических SiCN-волокон, в исследованиях полученных образцов SiCN-волокон, в выводе математической зависимости прочности SiCN-волокон от основных технологических параметров их получения, в разработке рекомендаций по диапазонам технологических режимов изготовления SiCN-волокон, в формулировке выводов диссертации, в написании публикаций по теме диссертации, в выступлениях на конференциях.

Полученные диссертантом результаты имеют практическую и научную значимость и могут быть использованы при проведении научных исследований в ряде организаций: "ОКБ им. А. Люльки", ОДК "Сатурн", РХТУ им.Д.И. Менделеева, АО ТВЭЛ, АО ГНИИХТЭОС.

Соискатель Князев К.А. ответил на задаваемые в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 21 мая 2025г диссертационный совет принял решение: за новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны присудить Князеву К.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по теме рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 14, против - нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета

Стороженко Павел Аркадьевич

Ученый секретарь
диссертационного совета



Кирилина Надежда Ивановна

22. мая 2025г