

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.04 (Д 212.125.15)

Соискатель: Ярошенко Александр Сергеевич

Тема диссертации: «Волокна из кобальтовых высоколегированных сплавов, полученные методом экстракции висящей капли расплава, для применения в щеточных уплотнениях» выполнена в лаборатории № 635 «Специальные металлические материалы и магниты» федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» и на кафедре 1101 «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Специальность: 2.6.5. «Порошковая металлургия и композиционные материалы» (технические науки)

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации: на заседании 12 декабря 2024 года, протокол № 253/24, диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению она удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Ярошенко Александру Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук

Присутствовали:

Мамонов А.М. – председатель диссертационного совета;

Скворцова С.В. – ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета:

д.т.н. Андрианова Н.Н., д.т.н. Бабаевский П.Г., д.т.н. Бецофен С.Я., д.т.н. Бухаров С.В., д.т.н. Гусев Д.Е., д.т.н. Егорова Ю.Б., д.т.н. Жуков А.А., д.т.н. Иванов Д.А., д.т.н. Коллеров М.Ю., д.т.н. Костина М.В., д.т.н. Лозован А.А., д.т.н. Никитина Е.В., д.т.н. Серов М.М., д.т.н. Слепцов В.В., д.т.н. Терентьева В.С., д.т.н. Чекалова Е.А., д.т.н. Шефтель Е.Н., д.т.н. Шляпин С.Д.,

Ученый секретарь
диссертационного совета

С.В. Скворцова

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.04 (Д.212.125.15),
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 12 декабря 2024 года №253/24

О присуждении Ярошенко Александру Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Волокна из кобальтовых высоколегированных сплавов, полученные методом экстракции висящей капли расплава, для применения в щеточных уплотнениях» по специальности 2.6.5. «Порошковая металлургия и композиционные материалы» (технические науки) принята к защите 03 октября 2024 г., протокол № 231/24 диссертационным советом 24.2.327.04 (Д 212.125.15), созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, приказ о создании совета № 129/нк от 22.02.2017 г. и приказ о внесении изменений в состав совета № 692/нк от 18.11.2020 г.

Соискатель Ярошенко Александр Сергеевич, 08 февраля 1994 года рождения, в 2018 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», в 2023 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», работает инженером в Федеральном государственном унитарном предприятии «Всероссийском научно-исследовательском центре авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Диссертация выполнена на кафедре «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и в лаборатории № 635 «Специальные металлические материалы и магниты» Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийского научно-исследовательского центра авиационных материалов» национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Научный руководитель:

доктор технических наук Серов Михаил Михайлович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», профессор; Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийского научно-исследовательского центра авиационных материалов» национального исследовательского центра «Курчатовский институт»», лаборатория № 635 «Специальные металлические материалы и магниты», исполняющий обязанности главного научного сотрудника (по совместительству).

Официальные оппоненты:

Задорожный Владислав Юрьевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», кафедра физического материаловедения, научный сотрудник.

Басков Федор Алексеевич, кандидат технических наук, Акционерное общество «Композит», отдел металлических порошковых материалов и аддитивных технологий, начальник сектора аддитивных технологий.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Объединенная двигателестроительная корпорация», г. Москва, в своем положительном

отзыве, подписанном А.И. Евдокимовым, главным специалистом филиала Акционерного общества «Объединенной двигателестроительной корпорации» «Научного исследовательский институт технологии и организации производства двигателей», доктором технических наук и Е.В. Родиным, руководителем группы перспективных методов создания неразъемных соединений Акционерного общества «Объединённая двигателестроительная корпорация», утвержденным Бакрадзе М.М., заместителем генерального директора – руководителем приоритетного технологического направления «Технологии двигателестроения», кандидатом технических наук, указала, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5. «Порошковая металлургия и композиционные материалы» (технические науки).

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации 21 работа, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Pozhoga, O.Z. Study of mechanical properties of rapidly quenched fiber from orthorombic alloy based on Ti_2AlNb / Pozhoga O.Z., Serov M.M., Yaroshenko A.S., Senkevich K.S., // Journal of Physics: Conference Series. 16th International Scientific and Technical Conference Rapid Solidification Materials and Coatings. 2019. С. 012033.

2. Фарафонов, Д.П. Металлические волокна для новых материалов авиационных двигателей / Фарафонов Д.П., Серов М.М., Патрушев А.Ю., Лещев Н.Е., Ярошенко А.С.// Труды ВИАМ. 2020. № 12 (94). С. 23-34, DOI: 10.18577/2307-6046-2020-0-12-23-34.

3. Скугорев А.В., Мельникова Д.А., Столянков Ю.В., Ярошенко А.С., Жаростойкость и технологическая пластичность сплава системы Fe-Cr-Al-Y для сотовых уплотнений проточной части газотурбинных двигателей // Труды ВИАМ. 2022. № 10 (116). С. 3-12, DOI: 10.18577/2307-6046-2022-0-10-3-12.

4. Ярошенко, А.С. Применение металлических волокон в перспективных щеточных уплотнениях ГТД / Ярошенко А.С., Серов М.М. // В книге: 18-я Международная конференция "Авиация и космонавтика - 2019". Тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2019. С. 254-255.

5. Ярошенко А.С., Способ изготовления металлических волокон для щеточных уплотнений / Патрушев А.Ю., Ярошенко А.С. // В книге: 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика». Тезисы 19-ой Международной конференции. Москва, 2020. С. 700-701..

6. Ярошенко А.С., Применение материалов на основе сложнолегированных кобальтовых сплавов в составе щеточных уплотнений газотурбинных двигателей / Патрушев А.Ю., Ярошенко А.С., Серов М.М // В сборнике: Быстрозакаленные материалы и покрытия. Материалы XX Международной научно-технической конференции. Москва, 2023. С. 40-42.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных Ярошенко А.С. работах.

На автореферат поступило 8 отзывов: от ООО «Валтар» за подписью технического директора, к.т.н. Скуридина А.А.; от ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного морского технического университета» за подписью руководителя отделения исследований материалов, к.т.н. Клиомовой-Корсмик О.Г.; от Некоммерческого партнерства «ЭнергоЭффект» за подписью президента, академика Российской академии естественных наук, профессора, д.т.н. Мохова А.И; от ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) за подписью заведующего кафедры информационно-измерительной техники, профессора, к.т.н. Самодуровой М.Н.; от Акционерного общества «Композит», за подписью начальника отделения композиционных материалов и специальных покрытий, к.т.н. Ленковца А.С.; от ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» за подписью старшего преподавателя кафедры металловедения цветных металлов, к.т.н. Базлов А.И.; от АО «Гиредмет» за подписью научного руководителя лаборатории металлургических процессов, к.ф.м.н. Мельникова С.А.; от ФГБОУ ВО

«Самарский государственный технический университет» за подписью заведующего кафедрой «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы», д.ф-м.н. Амосова А.П.

Все отзывы положительные, в них отражена научная новизна, актуальность и практическая значимость работы, некоторые отзывы содержат замечания, например:

- В качестве замечания можно отметить, что в тексте автореферата указано, что оптимальная скорость подачи прутка до 10 мм/мин, в таблице на стр. 11 во всех режимах указана скорость подачи прутка до 15 мм/мин, какая причина разных данных, а также можно ли указать более конкретное значение, а не более 10 или менее 15 мм/мин?
- В качестве замечания можно отметить, что наличие аморфной фазы в структуре сплавов после закалки подтверждено только косвенными методами, такими как дифференциальная сканирующая калориметрия и механические испытания. В автореферате отсутствуют результаты структурных исследований методом просвечивающей электронной микроскопии, являющейся одним из основных для исследования аморфных сплавов, а представленные в тексте диссертации изображения структуры не содержат картин модификаций, позволявших бы более точно идентифицировать наличие аморфной составляющей.
- Несмотря на изучение микроволокон, в автореферате нет ни одной микрофотографии со сканирующего и просвечивающего электронных микроскопов, при этом эти методы исследования указаны в автореферате, чем это обоснованно?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области данной диссертационной работы, подтвержденной наличием у них соответствующих публикаций, а также их согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

доказано, что волокна из износостойких жаростойких кобальтовых сплавов системы Co–Cr–W–(Ni, Fe, V, Zr, Ti), полученные методом экстракции

висящей капли расплава, обладают повышенными прочностными характеристиками при незначительном снижении нормального модуля упругости, что обусловлено содержанием около 60% аморфной фазы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказано, что высокоскоростная закалка расплава сплавов системы Co–Cr–W, дополнительно легированных Ni, Fe, V, Zr, Ti, приводит к образованию аморфных фаз и пересыщенных твёрдых растворов на основе α - и ϵ -Co. Соотношение кристаллической и аморфной фаз зависит от типа дополнительного легирующего элемента.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования состава, структуры и механических свойств материалов, в том числе: электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, механические испытания и определение эксплуатационных характеристик;

изложены результаты исследования структурных, механических и эксплуатационных характеристик волокон из сплавов на основе системы Co–Cr–W, полученных методом высокоскоростного затвердевания расплава

изучено влияние параметров процесса экстракции висящей капли расплава на формообразование волокон, а также последующего отжига на структуру и механические свойства высоколегированных кобальтовых сплавов на основе системы Co–Cr–W.

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

Разработан технологический процесс получения волокон для применения в составе щеточных уплотнений для авиационных и наземных ГТД и ГТУ. Показано, что волокна из сплава ВЗК можно рекомендовать для изделий, работающих при температурах до 600°C, а волокна из сплава В5К - при температурах до 700°C.

Во ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» НИЦ «Курчатовский институт» введена в эксплуатацию установка экстракции висящей капли расплава с резистивным нагревом – ЭВКР-РН, позволяющая за счет применения бестигельной плавки, получать волокна практически из любых материалов, подвергающихся плавлению. При этом проведение процесса возможно как в вакууме, так и в

среде инертных газов, что позволяет получать волокна из химически активных материалов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с применением современных методов исследования, показана воспроизводимость результатов измерения механических свойств;

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта применения методов закалки расплава для получения быстрозатвердевших волокон высоколегированных износостойких кобальтовых сплавов системы Co-Cr-W

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном и активном участии в формировании цели и задач исследования, в модернизации экспериментальной установки, в проведении теоретических и экспериментальных исследований, анализе и обработке полученных результатов, их обобщении, формулировке рекомендаций и выводов по диссертации, в подготовке основных публикаций по теме диссертации, личном участии автора в апробации результатов исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- В работе говорится о присутствии аморфной фазы в образцах из кобальтовых сплавов системы Co-Cr-W, однако до конца не ясно, каким образом проводилось подтверждение наличия аморфной фазы? Каким образом проводилась оценка соотношения содержания аморфной и кристаллической фаз в структуре?

- В работе приведены результаты определения жаростойкости исследуемых образцов, при этом показано, что после 20 часов выдержки при температуре 700°C прирост удельной массы образцов выходит на так называемое «плато», однако не объяснено с чем это связано? Исследовались ли механизмы окисления, происходящие на поверхности волокна?

- Из приведенных данных, не ясно проводились ли в рамках данной работы сравнительные исследования характеристик полученных образцов и проволоки из сплава Haynes 25 в рамках разработанной методики? По каким

характеристикам полученные вами образцы превосходят зарубежный сплав?

Соискатель Ярошенко А.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

- Присутствие рентгеноаморфной фазы в исследуемых образцах подтверждается наличием хорошо различимой широкой полосы на рентгенограммах, которая налагается на пики, соответствующие кристаллической решетке. Дополнительно наличие аморфной фазы подтверждено по результатам исследования тонкой структуры полученных образцов методами просвечивающей электронной микроскопии. Соотношение аморфной и кристаллической фазы оценивали непосредственно по рентгенограмме сплава. Для этого устанавливали количественное соотношение между рассеянием от кристаллических областей и рассеянием от аморфных областей. Измеряя площади под соответствующими кривыми, можно оценить весовое соотношение аморфных и кристаллических областей исследуемого вещества.

- Под жаростойкостью в общем случае понимается сопротивление металла окислению при высоких температурах, в данной работе жаростойкость определяли по соотношению удельной поверхности образцов волокон к изменению их массы. Образование так называемого плато на графике кинетики изотермического окисления на воздухе при температуре 700°C образцов волокон из кобальтовых высоколегированных сплавов объясняется образованием пленок из окислов на поверхности волокон, что препятствует дальнейшему окислению при указанной температуре. При этом механизмы окисления, происходящие на поверхности волокна, оценивались визуально регистрацией наличия цветов побежалости на поверхности волокна.

- Оценка эксплуатационных характеристик проволоки из сплава Haynes 25, распространённого за рубежом для применения в составе контактного материала щеточного уплотнения в рамках данной работы не проводилась, косвенно о характеристиках проволоки из данного сплава можно судить из литературных данных. Оценка прочностных характеристик показала, что прочность образцов волокон из сплава В5К в неотожжённом состоянии близка к прочности микропроволок из сплава Haynes 25, по мере увеличения

температуры отжига происходит снижение прочности исследуемых образцов, однако для сплава В5К прочность после отжига при 800°C превышает прочность образцов из сплава Наупес 25.

На заседании 12 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение: за новые научно обоснованные технические и технологические решения по формированию нового научного подхода к разработке металлических волокон для щеточных уплотнений из высоколегированных кобальтовых сплавов, полученных методом экстракции висящей капли расплава, имеющего существенное значение для развития страны, присудить Ярошенко А.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.6.5. «Порошковая металлургия и композиционные материалы» (технические науки), участвовавших в заседании; из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Мамонов Андрей Михайлович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Скворцова Светлана Владимировна

12 декабря 2024 года

Проректор по научной работе



Иванов Андрей Владимирович