

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.6.01.04  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
ДОКТОРА НАУК**

от 06 июня 2023 г. № 11

о присуждении Тягунову Андрею Геннадьевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Влияние структурного состояния жаропрочных никелевых расплавов на технологические параметры производства, структурно-фазовую стабильность и функциональные свойства изделий» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.6.01.04 «01» апреля 2024 г. протокол № 7.

Соискатель, Тягунов Андрей Геннадьевич, 1969 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Влияние высокотемпературной обработки расплава на структуру и свойства жаропрочных никелевых сплавов в литом и термообработанном состоянии» защитил в диссертационном совете Уральского государственного технического университета в 1998 году;

работает в должности доцента департамента информационных технологий и автоматики Института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена в департаменте информационных технологий и автоматики Института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

**Окишев Константин Юрьевич**, доктор физико-математических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра термообработки и физики металлов, профессор;

**Кулешова Евгения Анатольевна**, доктор технических наук, профессор, ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»», г. Москва, Курчатовский комплекс нано- био- инфо- когнитивных и социогуманитарных наук – природоподобных технологий, отделение реакторных материалов и технологий, главный научный сотрудник;

**Шатульский Александр Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», Ярославская обл., г. Рыбинск, кафедра материаловедения, литья и сварки, заведующий кафедрой дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет более 200 научных трудов, в том числе по теме диссертации опубликовано 47 научных работ, из них 37 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, в том числе 16, проиндексированных в международных базах цитирования Scopus и Web of Science; 6 патентов РФ; 2 монографии в соавторстве. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ – 48,5 п.л., авторский вклад – 16,16 п.л.,

Основные публикации по теме диссертации:

*статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:*

1. **Tyagunov A.G.** Thermal stability of the structure of a high-temperature nickel alloy fabricated by two different technologies / **Tyagunov A.G.**, Baryshev E.E., Kostina T.K., Semenova I.P., Lesnikov V.P. // Metal Science and Heat Treatment. 1999. Vol. 41. № 11-12. Pp. 538-541. (0,4 п.л. / 0,02 п.л.)

2. Тягунов Г.В. Измерение удельного электрического сопротивления методом вращающегося магнитного поля / Тягунов Г.В., Баум Б.А., Цепелев В.С., **Тягунов А.Г.**, Влох А.Н. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. №2. С.36. (0,12 п.л. / 0,02 п.л.).

3. **Тягунов А.Г.** Влияние алюминия на электросопротивление никель-алюминиевых сплавов / **Тягунов А.Г.**, Вьюхин В.В., Барышев Е.Е., Тягунов Г.В., Савин О.В. // Вестник ЮрГУ. Серия "Металлургия". 2015. Т.15. №4. С.51-56. (0,6 п.л. / 0,1 п.л.).

4 **Тягунов А.Г.** Влияние микролегирования и температуры выплавки на свойства сплавов ЧС70 и ЧС88 в жидком и твердом состояниях / **Тягунов А.Г.**, Вьюхин В.В., Барышев Е.Е., Тягунов Г.В., Костина Т.К. // Электрометаллургия. 2015. № 6. С. 15-19. (0,4 п.л. / 0,1 п.л.).

5. **Тягунов А.Г.** Структурные изменения расплавов жаропрочных никелевых сплавов / **Тягунов А.Г.** // Вестник ЮрГУ. Серия «Металлургия». 2016. Т.16. №4. С.16-22. (0,5 п.л./ 0,5 п.л.).

6. **Тягунов А.Г.** Политермы физических свойств металлических расплавов / **Тягунов А.Г.**, Барышев Е.Е., Тягунов Г.В., Мушников В.С., Цепелев В.С. // Известия вузов. Черная металлургия. 2017. №4 С.310-317. (0,5 п.л. / 0,1 п.л.).

7. **Andrey Tyagunov.** Deep Learning in Simulation of Nickel-based Superalloys Ultimate Tensile Strength: Accounting the Role of Alloying Elements / **Andrey Tyagunov**, Oleg Milder, Dmitry Tarasov// Wseas transactions on environment and development. Vol.15. 2019. P.340-345. (0,5 п.л. / 0,1 п.л.), (Scopus).

8. **Tyagunov A.** LLT structural changes in metal liquids as a basis for a thermal treatment technology of melts: a review / **Tyagunov A.**, Milder O., Tarasov D., Tyagunov G. // Phase Transitions. 2021. Vol.94. № 1. Pp.1-22. (0,9 п.л. / 0,2 п.л.), (Scopus, WOS).

9. Тарасов Д.А. Точная эмпирическая формула определения плотности жаропрочных никелевых сплавов / Тарасов Д.А., Мильдер О.Б., **Тягунов А.Г.** // Письма о материалах. 2021. Т.11. № 2 (42). С.192-197. (0,5 п.л. / 0,1 п.л.).

10. **Тягунов А.Г.** Метод оценки структурной стабильности жаропрочных никелевых сплавов на основе определения параметра фазовой стабильности  $\rho_s$  / **Тягунов А.Г.**, Тарасов Д.А., Мильдер О.Б., Савин Г.О. //

Металловедение и термическая обработка металлов. 2022. № 2 (800). С. 49-52.  
(0,19 п.л. / 0,05 п.л.)

11. Dmitry Tarasov. BRANN forecast of super-alloy tensile strength versus Larson–Miller parameter relation and its approximation by a sigmoidal function / Dmitry Tarasov, **Andrey Tyagunov**, Oleg Milder // Mathematical Methods in the Applied Sciences. 2023. Vol.46(16). Pp.16401-16414 (0,9 п.л. / 0,2 п.л.), (Scopus, WOS).

*Патенты:*

1. Тягунов Г.В. Устройство оценки равновесности металлических расплавов / Тягунов Г.В., Цепелев В.С., Поводатор А.М., Барышев Е.Е., Вьюхин В.В., Тягунов А.Г., Мушников В.С. // Патент на полезную модель RU 182131 U1, 03.08.2018. Заявка № 2017146061 от 26.12.2017.

2. Тягунов Г.В., Цепелев В.С., Поводатор А.М., Барышев Е.Е., Вьюхин В.В., Тягунов А.Г., Мушников В.С. Способ оценки равновесности металлических расплавов / Тягунов Г.В., Цепелев В.С., Поводатор А.М., Барышев Е.Е., Вьюхин В.В., Тягунов А.Г., Мушников В.С. // Патент на изобретение RU 2680984 C1, 01.03.2019. Заявка № 2017146126 от 26.12.2017.

*Монографии:*

1. Тягунов А.Г. Влияние структуры расплава на свойства жаропрочных никелевых сплавов в твердом состоянии / Тягунов А.Г., Барышев Е.Е., Степанова Н.Н. // НИСО УрО РАН 2010. №2(10)-21. 198с. (15 п.л. / 5 п.л.)

2. Тягунов Г.В. Металлические жидкости. Стали и сплавы: монография. / Тягунов Г.В., Барышев Е.Е., Цепелев В.С., Костина Т.К., Третьякова Е.Е., Колотухин Э.В., Тягунов А.Г., Акшенцев Ю.Н., Павлинич С.П., Попель П.С., Конашков В.В., Вьюхин В.В., Савин О.В., Вандышева И.В., Шмакова К.Ю., Тягунов Г.В. Зайцева Н.А. // Екатеринбург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина". 2016. 268с. (16 п.л. / 1 п.л.).

На автореферат поступили отзывы:

1. Ри Эрнста Хосеновича, доктора технических наук, профессора, руководителя Высшей школы промышленной инженерии ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск. Содержит вопросы об исследованных физических свойствах расплавов и угаре легирующих элементов.

2. Голанова Сергея Петровича, главного металлурга АО «Уральский завод гражданской авиации», г. Екатеринбург. Содержит вопрос о стабильности химических составов жаропрочных сплавов на никелевой основе (ЖНС).

3. Семеновой Ирины Петровны, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории многофункциональных материалов ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». Содержит вопросы о перераспределении легирующих элементов и химическом составе избыточных фаз.

4. Неустроева Виктора Степановича, доктора технических наук, профессора, старшего научного сотрудника, главного научного сотрудника АО «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов», г. Димитровград Ульяновской обл. Без замечаний.

5. Дуба Алексея Владимировича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Москва. Содержит вопрос о влиянии содержания рения и рутения на структурные изменения расплавов.

6. Ковенского Ильи Моисеевича, доктора технических наук, профессора кафедры материаловедения и технологии новых материалов ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет». Без замечаний.

7. Сона Леонида Дмитриевича, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника Научно-образовательного центра «Расплав» ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический

университет», г. Екатеринбург. Содержит замечания, касающиеся раздела «Степень разработанности» и о переходе второго рода.

8. Павлинич Сергей Петрович, доктора технических наук, директора филиала АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» «Научно-исследовательский институт технологии организации и производства двигателей», г. Москва. Содержит вопросы о дисперсности дендритной структуры и карбидных эвтектиках.

9. Потехина Бориса Алексеевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Технологические машины и технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их широкой известностью своими достижениями и исследованиями в области металлургии и металловедения жаропрочных никелевых сплавов, а также применения современных информационных технологий, наличием публикаций в ведущих рецензируемых изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, а именно, теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение целесообразности высокотемпературной обработки расплавов на основе никеля для получения максимальной жаропрочности и структурно-фазовой стабильности металлопродукции.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Обоснована целесообразность применения высокотемпературной обработки расплава жаропрочных никелевых сплавов на основе собственных

экспериментальных и теоретических исследований, а также литературных источников.

2. Разработана модель формирования и эволюции метастабильных кластерных образований в жаропрочных никелевых расплавах при нагреве и изотермической выдержке, заключающаяся в следующем: нагрев метастабильных расплавов на основе никеля до определенных температур или изотермическая выдержка приводят к фазовому переходу второго рода, сопровождающемуся изменением размеров атомных кластеров до нескольких межатомных расстояний.

3. Установлено влияние структурных состояний жаропрочного никелевого расплава на термокинетические закономерности кристаллизации: наименьший интервал кристаллизации и наибольшая степень переохлаждения жаропрочного никелевого сплава возникают при нагреве его расплава до температур конца превращений в жидком состоянии.

4. Создана компьютерная модель, включающая базу данных и методику расчетов, позволяющая прогнозировать ранее не известные значения жаропрочности никелевых сплавов по их химическому составу.

5. Предложен новый метод расчета структурно-фазовой стабильности жаропрочных никелевых сплавов, основанный на математической обработке зависимостей изменения жаропрочности никелевых сплавов от параметра Ларсена-Миллера.

6. Показано, что высокотемпературная обработка расплава способствует получению металлопродукции с максимальными значениями жаропрочности и структурно-фазовой стабильностью.

Практическая ценность полученных результатов подтверждается актом использования в научно-исследовательской деятельности стратегического проекта «Высшая инженерная школа аэрокосмических технологий» в рамках программы Университет 2030, а также в учебном процессе подготовки магистрантов образовательной программы «Сварочные и литейные технологии в авиадвигателестроении» направления 15.04.01 ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». По результатам модернизации

исследовательского оборудования получено шесть патентов РФ на изобретения и полезную модель.

На заседании 06 июня 2024 г. диссертационный совет УрФУ 2.6.01.04 принял решение присудить Тягунову А.Г. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.6.01.04 в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя

диссертационного совета

УрФУ 2.6.01.04



Лобанов Михаил Львович

Ученый секретарь

диссертационного совета

УрФУ 2.6.01.04



Селиванова Ольга Владимировна

06.06.2024 г.