

Протокол № 125 от 14 декабря 2016 г.
заседания диссертационного совета Д212.132.05

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 28 человек.

Присутствуют на заседании 20 человек

В связи с тем, что председатель диссертационного совета докт. техн. наук Левашов Е. А. является руководителем диссертационной работы соискателя **Сентюриной Жанны Александровны**, по его поручению вел заседание совета заместитель председателя докт. техн. наук Тарасов В. П.

Присутствуют: докт. техн. наук Левашов Е. А. (председатель, 05.16.06); докт. техн. наук Тарасов В. П. (заместитель председателя, 05.16.02); докт. техн. наук Лобова Т. А. (ученый секретарь, 05.16.06); докт. техн. наук Абрамов А. А. (25.00.13); докт. техн. наук Богатырева Е. В. (05.16.02); докт. техн. наук Бочаров В. А. (25.00.13); докт. техн. наук Брюквин В. А. (05.16.02); докт. техн. наук Еремеева Ж. В. (05.16.06); докт. техн. наук Игнаткина В. А. (25.00.13); докт. техн. наук Левина В. В. (05.16.06); докт. техн. наук Медведев А. С. (05.16.02); докт. техн. наук Морозов В. В. (25.00.13); докт. техн. наук Москвитин В. И. (05.16.02); докт. техн. наук Ножкина А. В. (05.16.06); докт. техн. наук Павлов А. В. (05.16.02); докт. техн. наук Панов В. С. (05.16.06); докт. техн. наук Самыгин В. Д. (25.00.13); докт. техн. наук Чижевская С.В. (05.16.02); докт. техн. наук Чантурия Е. Л. (25.00.13); докт. физ.-мат. наук Штанский Д. В. (05.16.06)

Кворум имеется, по специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы» присутствуют 7 членов совета.

На повестке дня защита диссертации **Сентюриной Жанной Александровной** на тему «Получение сферических порошков из сплавов на основе алюминидов никеля NiAl для аддитивных технологий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы». Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Научный руководитель:

Левашов Евгений Александрович – докт. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой порошковой металлургии и функциональных покрытий

Официальные оппоненты:

Карпов Михаил Иванович - член-корреспондент РАН, докт. техн. наук, профессор, 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», Институт физики твердого тела РАН, заведующий лабораторией материаловедения – отсутствует в связи с болезнью.

Шляпин Сергей Дмитриевич - докт. техн. наук, профессор, 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы», ФГБОУВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры материаловедения и технологии обработки материалов - присутствует

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет», отзыв имеется

1. Слушали:

- доклад **Сентюриной Жанны Александровны** об основных положениях диссертации;
- вопросы соискателю и её ответы;
- выступление научного руководителя соискателя;
- ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась диссертационная работа, отзыв ведущей организации, а также отзывы, поступившие в диссертационный совет на диссертацию и автореферат;
- ответы соискателя на замечания, содержащиеся в заключении и отзывах;
- выступление официального оппонента Шляпина С.Д.;
- ученый секретарь оглашает отзыв оппонента Карпова М.И., отсутствующего в связи с болезнью;
- ответы соискателя на замечания оппонентов;
- выступления присутствующих на защите диссертации в общей дискуссии по рассматриваемой работе: докт. техн. наук Медведев А.С., докт. техн. наук Еремеева Ж. В., докт. техн. наук Тарасов В. П.
- заключительное слово соискателя.

2. Для проведения тайного голосования избрана счетная комиссия в составе: председатель - докт. техн. наук Еремеева Ж.В, члены комиссии - докт. техн. наук. Богатырева Е. В., докт. техн. наук Чантурия Е. Л.

В тайном голосовании приняли участие 20 членов совета. «За» проголосовали 20, «против» - нет, «недействительных» - нет.

На основании результатов тайного голосования членов совета **Сентюриной Жанне Александровне** присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы», т.к. диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842)

3. Рассмотрение и принятие открытым голосованием заключения диссертационного совета по диссертации **Сентюриной Жанны Александровны**. Заключение совета принято единогласно.

Председатель
диссертационного совета
Ученый секретарь
диссертационного совета



Е. А. Левашов

Т.А. Лобова

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д.212.132.05 НА БАЗЕ Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Минобрнауки РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14.12.2016 № 125

О присуждении Сентюриной Жанне Александровне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Получение сферических порошков из сплавов на основе алюминидов никеля NiAl для аддитивных технологий» по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

принята к защите 07.10.2016, протокол № 117

диссертационным советом Д.212.132.05 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Минобрнауки РФ, 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4, созданным в соответствии с приказом Минобрнауки РФ № 717/нк от 09.11.2012.

Соискатель Сентюрина Жанна Александровна 1989 года рождения,

в 2013 году окончила Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»).

С 2013 и по настоящее время (приказ №1319 ст. от 17.07.2013 г.) является аспирантом НИТУ «МИСиС» по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»,

работает инженером в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре порошковой металлургии и функциональных покрытий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный

исследовательский технологический университет «МИСиС», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук Левашов Евгений Александрович, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий (ПМиФП), заведующий кафедрой; научно-учебный центр самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (НУЦ СВС), директор.

Официальные оппоненты:

1. Карпов Михаил Иванович – доктор технических наук, профессор, Институт физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН), заведующий лабораторией материаловедения;

2. Шляпин Сергей Дмитриевич – доктор технических наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) МАИ (НИУ), профессор кафедры материаловедения и технологии обработки материалов;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет» (СамГТУ), г. Самара в своем положительном заключении, подписанном Амосовым Александром Петровичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой металловедения, порошковой металлургии, наноматериалов, директором Инженерного центра СВС Самарского государственного технического университета и Кузнец Еленой Анатольевной, кандидатом технических наук, доцентом, ученым секретарем той же кафедры, указала, что

диссертационная работа Сентюриной Ж.А. представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком профессиональном уровне, отвечает критериям, предъявляемым к диссертациям в соответствии с п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 и соответствует специальности

05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы». На основании результатов экспериментальных исследований получены новые научные данные: установлен экстремальный характер зависимости механических свойств от соотношения Cr/Co в сплавах на основе системы NiAl-Cr-Co-Hf; предложен механизм растворения включений на основе хрома в интерметаллидной матрице NiAl; обнаружен эффект измельчения фазы (Mo,Cr)B в сплаве системы NiAl-Mo-Cr-B-Mn-Hf. Разработан способ получения сферических гранул из сплавов на основе NiAl, включающий в себя центробежную CBC- металлургию, индукционный переплав и плазменное центробежное распыление. Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы к использованию в научных и промышленных предприятиях, занимающихся получением порошковых материалов для аддитивного производства и технологиями послойного синтеза сложнопрофильных изделий.

Соискатель имеет 40 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 4, в которых приведены результаты исследований фазо- и структурообразования, а также механических свойств сплавов на основе систем NiAl-Mo-Cr-B-Mn-Hf, NiAl-Cr-Co-Hf-B и NiAl-Cr-Co-Hf после центробежной CBC- металлургии, индукционного переплава и центробежного распыления. Авторский вклад 60 %, объем 9 печатных листов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Structure and Properties of NiAl-Cr(Co,Hf) Alloys Prepared by Centrifugal SHS Casting. Part 1 – Room Temperature Investigations / Zaitsev A.A., Sentyurina Zh.A., Levashov E.A. et. al. // Materials Science and Engineering: A. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.msea.2016.09.075>.

2. Fabrication of Cast Electrodes from Nanomodified Nickel Aluminide-Based High-Boron Alloy to Fabricate Spherical Powders Using the Plasma Rotating Electrode Process / Zaitsev A.A., Sentyurina Zh.A., Pogozhev Yu.S. et. al. // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. 2015. Vol. 56. No. 5. pp. 505-515;

3. NiAl-Based electrodes by Combined use of centrifugal SHS and induction remelting / Pogozhev Yu.S., Sanin V.N., Sentyurina Zh.A. et. al. // International Journal

4. Аддитивные технологии производства ответственных изделий из металлов и сплавов (обзор) / Логачева А.И., Сентюрин Ж.А., Логачев И.А. // Перспективные материалы. 2015. №4. С. 5-16.

На диссертацию и автореферат поступило 14 отзывов, все отзывы положительные. В 7 из них имеются замечания.

Замечания кандидата физико-математических наук Смирнова И.А., доктора технических наук Лысака В.И., доктора технических наук Кузьмина С.В. касаются недостаточного обоснования составов сложнолегированных сплавов, выбранных в качестве объектов исследования, а также отсутствия термодинамических расчетов равновесного фазового состава получаемых материалов.

В замечаниях академика, доктора технических наук Гречникова Ф.В., кандидата технических наук Носовой Е.А. указано, что в автореферате отсутствуют критерии, по которым выбиралось оптимальное значение перегрузки в процессе центробежной СВС-металлургии.

Доктор физико-математических наук Громов В.Е., кандидат технических наук Сарычев В.Д. отмечают, что приведенные в автореферате микроструктуры сплавов системы NiAl-Cr-Co-Hf не дают полного представления о толщине хромовых прослоек, в связи с чем трудно оценить степень их влияния на прочностные характеристики полученных материалов.

Во всех отзывах отмечается, что высказанные замечания не снижают общую положительную оценку выполненной работы и не умаляют ее научную и техническую значимость.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются известными специалистами в области порошковой металлургии, материаловедения и термической обработки жаропрочных композиционных материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея о возможности получения гомогенных по составу и структуре сферических порошков из сложнолегированных сплавов на

основе NiAl путем алюмотермического восстановления смеси оксидов в процессе центробежной СВС- металлургии, индукционного переплава слитков и их плазменного центробежного распыления, позволившая выявить качественно новые закономерности фазо- и структурообразования на всех этапах формирования сплавов.

На основе экспериментальных исследований структурных превращений в сплаве $Ni_{41}Al_{41}Cr_{12}Co_6$ в процессе нагрева в интервале температур 20-750°C **предложена научная гипотеза** о механизме растворения включений на основе хрома в интерметаллидной матрице NiAl, заключающаяся в том, что при нагреве выше 500°C происходит фрагментация включений на нанокристаллиты, что увеличивает скорость растворения частиц хрома за счет интенсификации зернограницной диффузии.

Экспериментально доказана перспективность использования разработанной интегральной технологии для получения из сплава $Ni_{41}Al_{41}Cr_{12}Co_6$ качественных гранул с высоким коэффициентом равноосности, низким содержанием газовых примесей и отсутствием дефектов в виде внутренней пористости и налипших частиц.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения об эффективности использования центробежной СВС-металлургии для получения гомогенных по составу и структуре сложнолегированных сплавов систем NiAl-Cr-Co-Hf, NiAl-Cr-Co-Hf-B и NiAl-Mo-Cr-B-Mn-Hf, что позволяет расширить границы применимости метода СВС-металлургии для получения новых сложнолегированных материалов.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования фазового и химического состава, а также свойств разрабатываемых материалов, в том числе сканирующая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, рентгеноструктурный фазовый анализ, метод восстановительного плавления, метод матричного индентирования при малых нагрузках, метод Виккерса определения твёрдости, метод лазерной дифракции, реализованными на сертифицированном оборудовании.

Изложены доказательства наследования двухфазной композиционной структуры сплавов на основе систем NiAl-Cr-Co-Hf и NiAl-Cr-Co-Hf-B, сформированной в процессе центробежной СВС-металлургии, на последующих этапах их получения, что открывает возможность получать сплавы любого состава с заданной структурой путем подбора условий на стадии СВС-литья.

Изучены причинно-следственные связи между прочностными свойствами сплавов системы NiAl-Cr-Co-Hf и соотношением Cr/Co в сплаве, заключающиеся в том, что при увеличении соотношения Cr/Co в сплаве от 0,5 до 2 наблюдается рост предела прочности за счет выделения в интерметаллидной матрице NiAl упрочняющей дисперсной фазы на основе хрома.

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

разработан способ получения сферических гранул из новых жаростойких и жаропрочных сплавов на основе NiAl, включающий в себя центробежную СВС-металлургию, индукционный переплав в инертной атмосфере и плазменное центробежное распыление;

совместно с ОАО «Композит» **разработан** лабораторный регламент на процесс интегральной технологии получения гранул из сплава на основе алюминидов никеля, по которому получена партия гранул, проведена комплексная оценка их свойств и показано, что их характеристики соответствуют требованиям технологий гранульной металлургии и аддитивного производства;

в депозитарии отдела защиты интеллектуальной собственности НИТУ «МИСиС» **зарегистрировано** ноу-хау: «Состав и способ получения электродов из жаропрочного сплава на основе алюминидов никеля для плазменного центробежного распыления гранул правильной сферической формы и регламентированной зернистости для использования в аддитивных 3d-технологиях».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ получена воспроизводимость результатов исследований в различных условиях за счет использования современного сертифицированного оборудования с применением аттестованных методик,

теория построена на проверяемых фактах и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации,

идея базируется на анализе практики и обобщении опыта передовых зарубежных и отечественных исследований в области получения металлических порошков методами диспергирования расплава и методов получения расходуемых заготовок для процесса распыления,

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в следующем: автор лично и в соавторстве получал исходные экспериментальные данные. Основная роль в обработке экспериментальных данных, анализе и обобщении результатов принадлежит автору работы. Обсуждение и интерпретация полученных результатов проводилась совместно с научным руководителем и соавторами публикаций. Основные положения и выводы диссертационной работы сформулированы автором.

На заседании 14.12.2016 диссертационный совет принял решение **присудить Сентюриной Жанне Александровне** ученую степень **кандидата технических наук**, так как диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и по своему содержанию соответствует паспорту специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы. В работе на основе установленных закономерностей эволюции фазо- и структурообразования сплавов на основе NiAl на всех этапах их формирования; выявленного эффекта наследования двухфазной композиционной структуры интерметаллидных сплавов, сформированной в процессе центробежной СВС-металлургии на последующих этапах их получения; установленных зависимостей механических свойств от соотношения легирующих компонентов Cr/Co в сплавах системы NiAl-Cr-Co-Hf разработан способ получения сферических гранул путем алюмотермического восстановления смеси оксидов в процессе центробежной СВС-металлургии, индукционного переплава слитков и последующего плазменного центробежного распыления, обладающих гомогенной структурой, низким

содержанием газовых примесей, высокими показателями текучести и насыпной плотности, что открывает широкие перспективы для их использования в современных аддитивных технологиях; совокупность полученных результатов исследований можно квалифицировать как важное научное и техническое достижение в развитии материаловедения жаропрочных сплавов, а также как новое технологическое решение, имеющее существенное значение для развития отечественной промышленности.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Тарасов В.П.

Лобова Т.А.

14.12.2016