

Протокол № 151 от 20 июня 2018 г.
заседания диссертационного совета Д212.132.05

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 28 человек.

Присутствуют на заседании 20 человек.

Председатель: докт. техн. наук, профессор Левашов Евгений Александрович

Присутствуют: докт. техн. наук Левашов Е. А. (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 Блинков И.В. (05.16.06); докт. техн. наук Богатырева Е.В. (05.16.02); докт. техн. наук Бочаров В.А. (25.00.13); докт. техн. наук Горячев Б.Е. (25.00.13); докт. техн. наук Еремеева Ж.В. (05.16.06); докт. техн. наук Игнаткина (25.00.13); докт. техн. наук Левина В.В.(05.16.06); докт. техн. наук Матвеева Т.Н. (25.00.13); докт. техн. наук Медведев А.С. (05.16.02); докт. техн. наук Морозов В.В. (25.00.13); 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 Парецкий В.М. (05.16.02); докт. техн. наук Чантурия Е.Л.(25.00.13); докт. техн. наук Шляпин С.Д. (05.16.06); докт. физ-мат. наук Штанский Д.В. (05.16.06)

Кворум имеется, по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов» присутствуют 5 членов совета.

На повестке дня защита диссертации **Игнатовым Андреем Сергеевичем** на тему «Исследование и разработка способа получения гибких магнитных материалов на основе системы Nd-Fe-B», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Тарасов Вадим Петрович, заведующий кафедрой цветных металлов и золота НИТУ «МИСиС»

Официальные оппоненты:

Дьяченко Александр Николаевич - доктор технических наук, профессор, специальность 05.17.02 - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов, Общество с ограниченной ответственностью «Институт легких металлов и технологий», (ООО «ИЛМИТ»), г. Москва, генеральный директор

Мельников Сергей Александрович - кандидат физико-математических наук, специальность 01.04.07 -Физика конденсированного состояния, Акционерное общество «Ведущий научно-

исследовательский институт химической технологии» АО ВНИИХТ, г. Москва, начальник лаборатории высокотемпературных процессов **присутствуют**

Ведущая организация – АО «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет», г. Москва – **отзыв имеется.**

1. Слушали:

- доклад Игнатова Андрея Сергеевича об основных положениях диссертации;
- вопросы соискателю и его 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 официальных оппонентов;
- 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 Левашов Е.А.
- заключительное слово соискателя.

2. Для проведения тайного голосования избрана счетная комиссия в составе: председатель - докт. техн. наук Павлов А.В., члены комиссии - докт. техн. наук Игнаткина В. А., докт. техн. наук Панов В.С.

В тайном голосовании приняли участие 20 членов совета. «За» проголосовали 17, «против» - 1, «недействительных» - 2.

На основании результатов тайного голосования членов совета Игнатову Андрею Сергеевичу присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов», 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 Игнатова Андрея Сергеевича. 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 « 20 » июня 2018 г. № 151

О присуждении Игнатову Андрею Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование и разработка способа получения гибких магнитных материалов на основе системы Nd-Fe-B» по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

принята к защите 21 марта 2018 г., протокол № 144

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 Игнатов Андрей Сергеевич 1985 года рождения, в 2008 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по профилю «Экономика и управление промышленными предприятиями цветной металлургии»,

с 2011 г. по 2015 г. (приказ о зачислении № 1449ст от 19.07.2011) являлся аспирантом Федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов», работает старшим преподавателем на кафедре цветных металлов и золота.

Диссертация выполнена на кафедре цветных металлов и золота Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Научный руководитель – Тарасов Вадим Петрович, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», заведующий кафедрой цветных металлов и золота, директор центра инжиниринга промышленных технологий.

Официальные оппоненты:

1. Дьяченко Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор, специальность 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов, Общество с ограниченной ответственностью «Институт легких металлов и технологий» (ООО «ИЛМИТ»), г. Москва, генеральный директор;

2. Мельников Сергей Александрович – кандидат физико-математических наук, специальность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, Акционерное общество «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии», г. Москва, начальник лаборатории высокотемпературных процессов.

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – АО «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» (АО «Гиредмет» ГНЦ РФ), г. Москва в своем положительном заключении, подписанном Гасановым Ахмедали Амиралы

оглы, кандидатом химических наук, руководителем отделения особо чистых веществ, редких и редкоземельных металлов и Юрасовой Ольгой Викторовной, кандидатом технических наук, секретарем научно-технического совета «Металлургия, материаловедение и технология редких и благородных металлов. Технологическая минералогия и обогащение», указала, что по актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований, практической значимости полученных результатов диссертация Игнатова Андрея Сергеевича соответствует требованиям п.п. 9 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Игнатов Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов». На основании результатов термодинамического анализа и экспериментальных исследований взаимодействия компонентов в системе $\text{Nd}_2\text{O}_3 - \text{Fe} - \text{Fe}_2\text{B}(\text{B}) - \text{Ca}$ в интервале температур 25 – 1100° определены условия преимущественного образования соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$; установлено, что для получения материала заданного состава необходимо использовать бор в виде лигатуры на основе эвтектики $\alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_2\text{B}$. Изучена кинетика и предложен механизм образования фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ при восстановлении смесей $\text{Me}_x\text{O} + \text{Me}_y$ кальцием, заключающийся в растворении эвтектики $\alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_2\text{B}$ в жидком кальции при температуре выше 900°С с последующим выделением $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ в соответствии с количественным соотношением металлов в исходной смеси. Предложены технологические принципы формирования магнитной ткани с наноразмерным магнитным наполнителем $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, на основе которых разработан новый класс гибких магнитных материалов на биосовместимой тканой основе, обладающих высокими магнитными и прочностными характеристиками, что подтверждено их опытно-промышленными

испытаниями на ПАО НПО «Магнетрон», г. Владимир и рекомендовано их производство на этом предприятии.

По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК и входящих в базы данных Scopus и Web of Science, в которых приведены результаты исследований закономерностей влияния легирующих добавок на магнитные характеристики магнитотвердых материалов Nd-Fe-B, а также физико-механических свойств полученных гибких магнитных материалов. Авторский вклад 80%, объем 6 печатных листов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Тарасов В.П., Игнатов А.С., Дубынина Л.В., «Функциональные свойства тканевых магнитных материалов с наполнителями на основе частиц феррита стронция», Цветные металлы.- 2015.- № 3. - с. 27-29.

2. Тарасов В.П., Игнатов А.С., «Исследование и выбор наиболее эффективных легирующих добавок для повышения магнитных характеристик магнитотвердых материалов Nd-Fe-B», Цветные металлы.- 2015.-№ 3. - с. 24-26.

На диссертацию и автореферат поступили 12 отзывов, все отзывы положительные. В 8 из них имеются замечания.

В качестве замечаний в отзывах кандидата технических наук Мезенина А.О., кандидата химических наук Добрынкина Н.М., доктора технических наук Немчиновой Н.В. и доктора химических наук Гречникова Ф.В. указывается на то, что из автореферата не ясно являются ли представленная схема кальциетермического восстановления и соотношение компонентов оптимальными, каким должно быть остаточное содержание кальция в полученном соединении, не указано оптимальное время диффузионного отжига, какие типы «магнитной вязкости» имеются в виду.

Замечания кандидата физико-математических наук Любашевской И.В., кандидата технических наук Сайкова И.В., доктора технических наук Дудиной Д.В. и доктора технических наук Воропановой Л.А. касаются

отсутствия в автореферате экспериментальных данных, подтверждающих получение соединения состава $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ и механизм его образования; не приведен состав эвтектики $\alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_2\text{B}$; отсутствуют микрофотографии структуры полученного гибкого материала для демонстрации характера распределения магнитных частиц и их пояснение.

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 исследования процессов получения и свойств магнитных материалов на основе редкоземельных элементов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея о возможности создания гибкого магнитного материала с высокими магнитными и прочностными характеристиками путем получения соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ кальциетермическим восстановлением смеси $\text{Nd}_2\text{O} - \text{Ca} - \text{Fe} - \text{Fe}_2\text{B(B)}$, приготовления магнитной латексной композиции, ее нанесения на тканевую основу, текстурирования в магнитном поле, сборку и уплотнение, позволившая выявить качественно новые закономерности преимущественного образования соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.

предложена оригинальная научная гипотеза о механизме образования фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ при восстановлении смесей $\text{Me}_x\text{O} + \text{Me}_y$ кальцием, заключающемся в растворении эвтектики $\alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_2\text{B}$ в жидком кальции при температуре выше 900°C с последующим выделением $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ в соответствии с количественным соотношением металлов в исходной смеси.

доказана перспективность использования новой идеи при получении гибкого магнитного материала с высокой коэрцитивной силой, что позволило

обеспечить биосовместимость с организмом человека и низкую цену материалов с повышенными термостойкостью и огнестойкостью.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о целесообразности использования бора в виде лигатуры на основе эвтектики (α -Fe + Fe₂B) при получении соединения Nd₂Fe₁₄B кальциетермическим восстановлением смеси состава Nd₂O₃ – Ca – Fe – Fe₂B(B)

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования фазового и химического состава, а также свойств разрабатываемых материалов, в том числе оптическая и сканирующая электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ,

изложены условия формирования магнитной ткани путем диспергирования до наноразмеров магнитного наполнителя (Nd₂Fe₁₄B), приготовление латексной композиции, ее нанесение на тканевую основу и последующее ее уплотнение в магнитном поле при температуре 60-100°С, что позволило получить гибкий магнитный материал с индукцией магнитного поля до 70 мТл, коэрцитивной силой равной 160-230 кА/м, остаточной индукцией 0,24-0,31 Тл.

изучены причинно-следственные связи между соотношением компонентов шихты Nd₂O₃ – Ca – Fe – Fe₂B(B) и фазовым составом продукта кальциетермического восстановления, проявляющиеся в том, что при содержании бора менее 6 ат. % частицы порошка сплава состоят из Nd₂Fe₁₄B и фазы типа Nd_xFe_y, обогащенной неодимом.

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

разработан способ получения гибких магнитных материалов на основе Nd₂Fe₁₄B с повышенными магнитными и эксплуатационными свойствами, который прошел опытно-промышленные испытания в ПАО НПО «Магнетон» (г. Владимир).

определены перспективы практического использования разработанного способа получения гибких магнитных материалов на основе $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ для создания промышленного производства на базе отечественных предприятий, занимающихся производством магнитных материалов различного назначения.

разработан защитный костюм из волокнистых магнитных материалов КЗБМ-400 (технические условия ТУ «Защитный костюм из волокнистых магнитных материалов» 8633-001-81315503-2011), предназначенный для защиты участников ликвидации ЧС от воздействия вредных факторов окружающей среды, возникающих при проведении аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров, а также от неблагоприятных воздействий сильнодействующих ядовитых веществ и особо опасных биологических агентов, тепловых и электромагнитных

технологическая инструкция изготовления магнитной ткани ТИ «Магнитная ткань» № 9026701.121.00.00014), используемой для изготовления костюма, обеспечивающего защитное противодействие внешним тепловым и электромагнитным излучениям; на способ приготовления магнитных тканей **получены** патенты RU2639889, Декабрь 25, 2017, RU2601149, Июль 24, 2015,

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов в различных условиях, что определяется использованием современного профильного оборудования, большим объемом экспериментальных данных и сходимостью результатов при проведении укрупнённых исследований и опытно–промышленных испытаний.

теория построена на известных и проверяемых фактах, а также согласуется с опубликованными экспериментальными данными других авторов.

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта зарубежных и отечественных разработок в области получения гибких магнитных материалов.

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

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках.

Личный вклад соискателя заключается в постановке и обосновании задач исследования, планировании и проведении лабораторных, укрупненных и опытно-промышленных испытаний, выполнении расчетов, анализе и обобщении полученных результатов, написании научных статей, формулировании выводов и основных положений диссертационной работы и их обсуждении с научным руководителем.

На заседании 20.06.2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Игнатову Андрею Сергеевичу 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 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов». В работе на основании результатов термодинамического анализа и экспериментальных исследований взаимодействия компонентов в системе $\text{Nd}_2\text{O}_3 - \text{Fe} - \text{Fe}_2\text{B}(\text{B}) - \text{Ca}$ в интервале температур 25 – 1100° определены условия преимущественного образования соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$; установлено, что для получения материала заданного состава необходимо использовать бор в виде лигатуры на основе эвтектики $\alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_2\text{B}$; изучена кинетика и предложен механизм образования соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ при восстановлении смесей $\text{Me}_x\text{O} + \text{Me}_y$ кальцием. Предложены технологические принципы

формирования магнитной ткани с наноразмерным магнитным наполнителем $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, на основе которых разработан новый класс гибких магнитных материалов на биосовместимой тканой основе, обладающих высокими магнитными и прочностными характеристиками, что подтверждено их опытно-промышленными испытаниями на ПАО НПО «Магнетрон», г. Владимир и рекомендовано их производство на этом предприятии. Совокупность полученных результатов исследований можно квалифицировать как важное научное и техническое достижение в области создания гибких магнитных материалов на тканой основе, а также как новое технологическое решение, имеющее существенное значение для развития отечественных предприятий, занимающихся производством магнитных материалов различного назначения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 5 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» - 17, «против» - 1, «недействительных» - 2.

Председатель
диссертационного совета

 Е.А. Левашов

Ученый секретарь
диссертационного совета

 Т.А. Лобова



20.06.2018г.