

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Игнатова Андрея Сергеевича «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 – Metallurgy of black, colored and rare metals

Диссертационная работа Игнатова А. С. посвящена разработке материала на основе системы РЗМ (редкоземельный металл)–Fe–B и способа его нанесения на тканую основу для получения гибкого магнитного материала. Актуальность работы обусловлена необходимостью создания биозащитных магнитных тканей (магнитополимерных материалов, основой которых является ткань) с повышенными термостойкостью и огнестойкостью. По сравнению с объемными магнитополимерными материалами, материалы на основе ткани являются более технологичными, так как изготавливаются по традиционной текстильной технологии. Актуальность и практическая значимость работы подтверждается тем, что исследования выполнялись в рамках нескольких государственных контрактов по заказу МЧС РФ.

Для создания технологии получения магнитных материалов на тканой основе необходимо было произвести выбор состава магнитного компонента и технологии его нанесения на ткань. Автором работы были поставлены и решены следующие задачи: 1) провести термодинамический анализ взаимодействия компонентов шихты для определения условий образования соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$; 2) исследовать влияние состава исходной шихты на фазовый состав продуктов химических реакции; 3) исследовать закономерности влияния технологических параметров на кинетику формирования соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$; 4) получить опытные образцы гибкого магнитного материала методами растворения и иммобилизации в ткань наполнителя и исследовать их физико-механические и магнитные свойства.

В работе были получены магнитные порошки, осуществлено их диспергирование, выбран состав связующего полимера и предложена технология нанесения смеси на ткань. Выявлены закономерности влияния условий кальцийтермического восстановления, состава смеси $\text{Me}_x\text{O} + \text{Me}_y$, температуры и продолжительности отжига на степень выхода магнитной фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.

В ходе работы разработан новый класс гибких магнитных материалов на биосовместимой тканой основе с наполнителем $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, обладающих высокими магнитными и прочностными характеристиками. Экспериментальные образцы полученных материалов были испытаны на ПАО «НПО Магнетон». Результаты исследований применены при разработке костюма для защиты участников ликвидации ЧС

от воздействия вредных факторов окружающей среды, и высококоэрцитивной магнитной ткани, используемой для защиты от теплового и электромагнитного воздействия.

Результаты диссертационной работы Игнатова А. С. опубликованы в журналах, входящих в список изданий, рекомендуемых ВАК РФ, а также журналах, индексируемых в Web of Science/Scopus; получены патенты по тематике работы.

Замечания к автореферату:

- 1) на рисунке 1 автореферата не расшифрованы условные обозначения фаз, что затрудняет восприятие информации о фазовом составе продуктов реакций;
- 2) на микрофотографиях, показанных на рисунке 3, обозначения точек проведения элементного анализа трудно различимы на фоне изображений;
- 3) в автореферате желательно было бы привести микрофотографию структуры полученного гибкого материала для демонстрации характера распределения магнитных частиц.

Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Судя по автореферату, по объему выполненных исследований, научной новизне, глубине проработки темы и практической значимости представленная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Игнатов Андрей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy of black, colored and rare metals.

Дудина Дина Владимировна
доктор технических наук (05.16.09 – Materials Science (in Mechanical Engineering)),
заведующий лабораторией детонационных течений
ФГБУН Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева
Сибирского Отделения Российской академии наук (ИГиЛ СО РАН)
Адрес: Новосибирск, пр-т Лаврентьева 15, 630090
Тел. (383) 333-0003, факс (383) 333-16-12
E-mail: ddudina@hydro.nsc.ru



Подпись Дудиной Д. В.
заверяю
Ученый секретарь ИГиЛ СО РАН
к. ф.-м. н

Любашевская Ирина Васильевна

Подпись 

Дата июня 2018 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Игнатова Андрея Сергеевича «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

Диссертационная работа Игнатова Андрея Сергеевича посвящена разработке состава магнитного материала на основе системы РЗЭ-Fe-B и разработке способа формирования магнитной ткани с целью создания технологии получения волокнистых магнитных материалов для инновационных тканей, обеспечивающих комплексную защиту человека от внешних воздействий. В этой связи актуальность и значимость выполненной работы не вызывают сомнений.

Автором при выполнении экспериментальной части работы использован комплекс современных физико-химических методов, позволивший выполнить на высоком научном уровне обширный объем исследований, выявить закономерности изучаемых процессов, и обоснованно предложить способ получения гибкого магнитного материала с высокими эксплуатационными характеристиками.

К наиболее важным новым теоретическим и практическим результатам, полученным в диссертационной работе Игнатова Андрея Сергеевича, относятся:

- определение на основе термодинамических данных условий преимущественного образования интерметаллического соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, являющегося наиболее эффективным магнитным материалом,

- получение новых экспериментальных данных о кинетике окислительно-восстановительных реакций и механизме образования $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$,

- разработка нового класса гибких магнитных материалов на биосовместимой тканой основе,

- разработка способа формирования магнитной ткани с механически диспергированным наноразмерным магнитным наполнителем на основе $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$,

- результаты экспериментальных исследований функциональных свойств гибких магнитных материалов в реальных условиях воздействия внешних факторов.

По работе имеются следующие замечания:

1. В автореферате имеется стилистически неудачное выражение:

- «...реакции фазовых превращений...» - стр.13;

- «...смекали при температуре...» – стр.12 - видимо, опечатка.

2. Из автореферата неясно, каким может быть остаточное содержание Са в интерметаллическом соединении $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, а, между тем, это представляет значительный интерес для понимания возможности протекания различных реакций с участием соединений кальция и влияния на свойства конечного продукта.

Указанные замечания не носят принципиального характера и ни в коей мере не снижают научной значимости представленной работы, оставляющей крайне благоприятное впечатление. Автореферат достаточно подробно отражает методологию и результаты исследований, дает полное представление о высокой практической значимости проведенных исследований.

Опубликованные в известных международных и отечественных изданиях статьи автора, также, как и приведенные в работе выводы, адекватно отражают полученные результаты.

Достоверность и обоснованность полученных в диссертационной работе результатов не вызывает сомнений; судя по реферату, диссертация является цельным, законченным исследованием, а ее автор, Игнатов Андрей Сергеевич, является сложившимся высококвалифицированным специалистом.

В целом, представленные в работе результаты позволяют считать, что рассмотренная работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 /ред. от 28.08.2017/) и по своему содержанию соответствует специальности 05.16.02 – металлургия черных, цветных и редких металлов.

Автор работы – Игнатов Андрей Сергеевич безусловно заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата технических наук.

Старший научный сотрудник Института катализа

СО РАН, с.н.с., к.х.н., доцент



Добрынкин Николай Михайлович

e-mail: dbn@catalysis.ru

тел.: (383) 330-94-91

17 мая 2018 г.

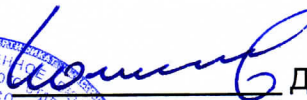
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского Отделения РАН

проспект Академика Лаврентьева, 5, 630090, Новосибирск

Подпись Добрынкина Николая Михайловича заверяю

Ученый секретарь ИК СО РАН

Доктор химических наук, профессор РАН



Д.В. Козлов



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
ИГНАТОВА Андрея Сергеевича

«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 – Metallurgy of black, colored and rare metals

Целью работы соискателя явилась разработка состава магнитного материала на основе системы РЗМ-Fe-B и способа его нанесения на тканую основу для получения гибкого магнитного материала. Актуальность темы, отраженной в работе Игнатова А.С., определена возможностью создавать материалы, использование которых в магнитных системах приводит к уменьшению масс-габаритных тех характеристик, которые обладают большой магнитной энергией.

В работе имеется научная новизна:

1. На основании проведенного термодинамического анализа взаимодействия компонентов в системе $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{-Fe-Fe}_2\text{B(B)-Ca}$ в интервале температур 25–1100°C определены условия преимущественного образования интерметаллического соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.

2. 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°C с последующим выделением фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ в соответствии с количественным соотношением металлов в исходной смеси.

3. Разработан новый класс гибких магнитных материалов на биосовместимой тканой основе с наполнителем $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.

Практическая значимость работы несомненна.

Основные результаты диссертации опубликованы в 13 различных публикациях, в том числе статьи в журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК РФ, 2 патента. Результаты диссертации докладывались и обсуждались на 7 международных и всероссийских конференциях, семинарах и совещаниях. В работе использованы различные современные физико-химические методы исследования.

При ознакомлении с авторефератом имеются вопросы и замечания:

1. Неоднократно по тексту автореферата в одном предложении встречаются несколько раз слово и однокоренные слова: «магнит», «магнитные»; опечатки и лишние запятые (с. 9, 12 и др.).

2. На с. 9 при описании исследований, проводимых с использованием аргона, не указано, какое давление (избыточное) поддерживалось в течение эксперимента?

Однако указанные замечания не снижают ценности проведенных автором исследований, работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, отвечает требованиям к диссертациям, определенным п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» от 24.09.2013 г., №842, а ее автор – Игнатов Андрей Сергеевич - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy of black, colored and rare metals.

28.05.2018

Заведующая кафедрой «Металлургия цветных металлов»,
доктор технических наук, профессор

Н.В. Немчинова

Нина Владимировна Немчинова

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
кафедра «Металлургия цветных металлов»,
тел. раб.: (3952) 405-116; тел. моб.: 89027673811; e-mail: ka@nscu.edu

Подпись *Немчиновой*
СЕРБЕРЮ
Общий отдел ФГБОУ ВО «ИР



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Игнатова Андрея Сергеевича** «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»

Диссертационная работа посвящена исследованию составов магнитных материалов на основе системы «редкоземельный металл–железо–Бор» и разработке способа его нанесения на тканую основу для получения гибких биозащитных магнитных материалов, обеспечивающих биосовместимость с организмом человека и обладающих повышенной термостойкостью и высокой огнестойкостью. Тема диссертационного исследования без сомнений является актуальной в связи с ее направленностью на разработку защитного костюма из волокнистых магнитных материалов, позволяющих активизировать защитные и регенерирующие функции организма при воздействии сильнодействующих ядовитых веществ и особо опасных биологических агентов, тепловых, электромагнитных и радиационных излучений. Работа выполнялась в рамках государственных контрактов в соответствии с тематическими планами НИТУ МИСИС.

На основе проведенного термодинамического анализа взаимодействия компонентов в порошковой системе $Nd_2O_3 - Fe - Fe_2B(B) - Ca$ в интервале температур от 25 до 1100 °C и изучения кинетики образования соединения $Nd_2Fe_{14}B$, автором работы обоснован кальциетермический способ получения соединений «редкоземельный металл-железо-бор», отличающихся высокими магнитными свойствами (B_r , H_c и $(BH)_{max}$).

Ценность работы заключается в комплексности проведенных исследований, направленных на получение ткани с магнитными свойствами. Автором проведены исследования структуры хлопчатобумажной и арамидной тканей, используемых для изготовления защитной одежды, используемой в различных условиях. Автором найдено решение задачи закрепления высококоэрцитивных частиц размером более 100 нм в порах одиночных волокон ткани размером 2.. 7 нм и межволоконных и межниточных порах размером 25...750 нм путем использования полимерных связующих, обеспечивающих формирование физико-химических связей между магнитным наполнителем, полимерным связующим и волокнистым материалом. Проведенные исследования позволили разработать технологию изготовления композиционного гибкого материала, обладающего уникальными свойствами и позволяющего создавать защитную одежду из волокнистых магнитных материалов.

Практическая значимость проведенных Игнатовым А.С. исследований и результатов разработки металлургической технологии получения волокнистых магнитных материалов для инновационных тканей отмечены распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 января 2015 г. № 129 «О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2014 года в области науки и техники для молодых ученых».

Результаты исследований, проведенных автором диссертации, прошли апробацию на 7 международных и всероссийских конференциях, семинарах и совещаниях, опубликованы в 11 статьях, 2 патентах на способы получения

постоянных магнитов, 7 тезисах докладов, 15 отчетах о НИОКР по заказу МЧС России.

Диссертационная работа «Исследование и разработка способа получения гибких магнитных материалов на основе системы Nd-Fe-B» удовлетворяет всем требованиям пункта II. 9 Положения о присуждении ученых степеней и является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны. **Игнатов Андрей Сергеевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Профессор, доктор технических наук
(05.16.09 – материаловедение в машиностроении),
заведующий кафедрой материаловедения
в машиностроении Новосибирского
государственного технического университета

Буров
Владимир Григорьевич

Дата подписания отзыва: 21 мая 2018 г.

“Подпись Бурова Владимира Григорьевича заверяю”
Ученый секретарь НГТУ
доктор технических наук
профессор



Шумский
Геннадий Михайлович

Почтовый адрес: НГТУ, проспект К. Маркса, 20, г. Новосибирск, 630073
телефоны: мобильный +7-9133709810, рабочий (383)3460612
e-mail: v.burov@corp.nstu.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Игнатова Андрея Сергеевича
**«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 чёрных, цветных и редких
металлов».

Диссертационная работа Игнатова А.С. посвящена разработке состава магнитного материала на основе системы РЗМ-Fe-B и способа его нанесения на тканую основу для получения гибкого магнитного материала с необходимыми физико-химическими и магнитными параметрами. Рассматриваются вопросы получения исходных компонентов (магнитных порошков), их диспергирование, выбор состава связующего материала, а также вопросы, связанные с технологией нанесения магнитной смеси на тканную основу, успешное решение которых приведет к созданию новых и усовершенствованию уже разработанных магнитополимерных материалов нового поколения. В связи с этим, диссертационная работа Игнатова А.С. является весьма актуальной.

В автореферате убедительно и обоснованно сформулированы цель и основные задачи исследования, направленные на достижение поставленной цели. Данное исследование представляет несомненный научный и практический интерес. Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает нареканий.

Научная новизна заключается:

- в определении условий преимущественного образования интерметаллического соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ на основании термодинамического анализа взаимодействия компонентов в системе $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{-Fe-Fe}_2\text{B(B)-Ca}$ в интервале температур 25-1100°C;

- в изучении кинетики и предложенном механизме образования фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ при восстановлении смесей $\text{Me}_x\text{O} + \text{Me}_y$ кальцием, заключающимся

в растворении эвтектики $\alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_2\text{V}$ в жидком кальции при температуре выше 900°C с последующим выделением фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{V}$ в соответствии с количественным соотношением металлов в исходной смеси.

- в разработке нового класса гибких магнитных материалов на биосовместимой тканной основе с наполнителем $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{V}$, обладающего высокими магнитными и прочностными характеристиками.

Замечания:

1. На странице 11 автореферата утверждается, что «диффузионные процессы в основном проходят за первые два часа», ниже на той же странице температура и продолжительность диффузионного отжига – $1000...1100^\circ\text{C}$, $1,5...3,0$ ч., так какое время предлагается в качестве оптимального?
2. На странице 16 имеется фраза «Величина магнитной индукции на поверхности образца зависит от воздействия магнитного поля», которая является очевидной, вытекающей из определения магнитной индукции и ее наличие в автореферате, является излишним.
3. В тексте автореферата (стр.16) утверждается, что величина магнитной индукции на образцах зависит от времени намагничивания, что объясняется одновременным появлением нескольких типов магнитной вязкости, однако не ясно, какие «типы магнитной вязкости» имеются ввиду.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки представленной работы.

Автореферат написан в соответствии с требованиями ВАК, материал изложен в логичной последовательности, выводы хорошо обоснованы, основные результаты опубликованы в печати и обсуждены на научных совещаниях. Выполненная работа является законченной научно-

исследовательской работой, а её автор Игнатов А.С. заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02. – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

199106, Россия, Санкт-Петербург, В.О.,
22 линия, д. 3, корп. 5
8(812)3219956
anton_mezenin@mail.ru
НПК Механобр-техника (АО)
Ведущий специалист, к.т.н.

Подпись Мезенина А.О. заверяю:
Офис-менеджер



Мезенин Антон Олегович

Еремина Ольга Сергеевна

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Игнатова Андрея Сергеевича 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».

Одним из перспективных материалов, позволяющих обеспечить в приборостроении решение вопросов, связанных с миниатюризацией, повышением точности и стабильности являются сплавы системы на основе редкоземельных элементов (Nd-Fe-B). Большой научный и практический интерес представляют исследования, нацеленные на поиски механизмов управления магнитными свойствами данных материалов с целью создания изделий различного функционального назначения.

В связи с этим, диссертационная работа Игнатова А.С., в которой представлены результаты фундаментальных и прикладных исследований, связанные с получением гибких магнитных материалов, представляется весьма важной, а цель работы - разработка состава магнитного материала на основе системы РЗМ-Fe-B и способа его нанесения на тканую основу для получения гибкого магнитного материала с необходимыми физико-химическими и магнитными параметрами – является актуальной и значимой для практического применения.

В процессе работы диссертантом поставлены и последовательно решены задачи по разработке гибкого магнитного материала. На основе термодинамического анализа процессов взаимодействия компонентов исходной шихты при кальциетермическом восстановлении спрогнозированы наиболее благоприятные условия образования соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, обладающего высокими магнитными характеристиками. Исследованы закономерности влияния технологических параметров на кинетику формирования соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$. Существенной заслугой автора является разработка нового класса гибких магнитных материалов на биосовместимой тканой основе с наполнителем $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ с высокими магнитными и прочностными характеристиками.

Достоверность результатов, полученных соискателем ученой степени, основывается на совпадении с литературными данными и использовании современных взаимодополняющих аттестованных методов и методик исследования физико-химических свойств материалов.

Количество публикаций в научных журналах, в том числе из списка ВАК, соответствует критериям кандидатских диссертаций. Результаты широко апробированы на

Международных и Всероссийских конференциях. Так же следует учесть, что работа выполнялась в соответствии с тематическими планами НИОКР университета и имеются соответствующие акты внедрения.

Считаю, что диссертационная работа Игнатова А.С. полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Доктор технических наук,
директор ООО «Метсинтез»



А.В. Касимцев
тел. (4872)-73-10-50
email: metsintez@tula.net

Подпись Касимцева А.В. удостоверяю
главный бухгалтер ООО «Метсинтез»



О.В. Карницкая

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Игнатова Андрея Сергеевича
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»

Создание новых магнитных материалов и технологий их применения для получения изделий является важной задачей, стоящей на современном этапе перед российской наукой и промышленностью. В связи с этим, работа, направленная на разработку состава магнитного материала и способа получения гибкого магнитного материала с необходимыми свойствами, является актуальной и перспективной.

Автором работы определены условия преимущественного образования необходимого интерметаллического соединения, изучена кинетика и предложен механизм образования требуемых фаз, разработан новый класс гибких магнитных материалов на биосовместимой тканой основе, обладающий высокими магнитными и прочностными характеристиками. Все это дало возможность разработать способ формирования магнитной ткани путем диспергирования до наноразмеров магнитного наполнителя, приготовление магнитной латексной композиции с последующим текстурированием и уплотнением сборки в магнитном поле. Все это позволило изготовить на опытном участке промышленного партнера партию гибких магнитных материалов для изготовления образца защитного костюма для испытаний в подразделениях МЧС. Использование современного оборудования, аттестованных методик исследований, значительное количество экспериментальных данных и физические эксперименты, выполненные на предприятиях-разработчиках и изготовителях магнитных материалов показали правильность сделанных допущений и полученных зависимостей. Использование современных физико-химических методов исследования и приборов для масс-спектрометрии, рентгеноструктурного анализа, атомно-эмиссионного спектрального анализа, растровой электронной микроскопии и других современных и эффективных методов исследования позволило получить комплексную картину происходящих процессов и дать рекомендации по оптимальным режимам и подходам. Установленные условия изготовления магнитного материала, результаты исследований функциональных и эксплуатационных характеристик полученных гибких магнитных материалов и результаты испытаний свойств материалов у промышленных партнеров говорят о широких перспективах применения полученных результатов и использовании их для изготовления защитных средств.

В качестве замечаний по работе можно отметить:

1. Из представленных материалов непонятно является ли представленная схема кальциетермического восстановления и стехиометрических соотношений компонентов оптимальной для получения представленных магнитных материалов.

2. При рассмотрении различных способов формирования магнитной наноструктурированной ткани не ясны природа и характер представленных изотропных и анизотропных выделений.

В целом диссертация Игнатова Андрея Сергеевича «Исследование и разработка способа получения гибких магнитных материалов на основе системы Nd-Fe-B» представляет собой научно-квалификационную работу, которая содержит новые научные результаты, направленные на исследование и разработку процессов и технологий получения гибких магнитных материалов, и соответствует критериям, установленным п.п. 9 и 10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в ред. постановления Правительства РФ №335 от 02.08.2016 г.).

Учитывая вышеизложенное, считаем, что Игнатов Андрей Сергеевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Заведующий кафедрой
обработки металлов давлением,
академик РАН, д.т.н., проф.



Гречников Ф.В.

Декан инженерно-технологического
факультета, к.т.н., доцент кафедры
обработки металлов давлением



Хардин М.В.

*Сергей Гречников
Удостоверено
Подпись*



Хардин М.В.

Сведения об авторах отзыва:
Гречников Федор Васильевич
Тел.: (846) 334-09-04
E-mail: gretch@ssau.ru

Хардин Михаил Викторович

E-mail: mhardin@mail.ru

Название организации: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

Почтовый адрес: 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34

Тел. +7(846)335-18-26, e-mail ssau@ssau.ru

Отзыв

на автореферат диссертации Игнатова Андрея Сергеевича на тему «Исследование и разработка способа получения гибких магнитных материалов на основе системы Nd-Fe-B», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy чёрных, цветных и редких металлов.

Работы, направленные на создание новых магнитных материалов актуальны.

Целью работы является разработка состава магнитного материала на основе системы РЗМ-Fe-B и способа его нанесения на тканую основу для получения гибкого магнитного материала с необходимыми физико-химическими и магнитными параметрами.

Глубоко и всесторонне изучены физико-химические характеристики полученного материала. Предложен способ получения гибкого магнитного материала путем растворения и иммобилизации в ткань наполнителя.

Применение различных современных аттестованных методов анализа и сопоставление практических результатов с теоретическими позволяют судить о достоверности полученных в работе результатов и корректности выводов, сделанных соискателем.

Диссертационная работа Игнатова А.С. представляет собой завершённое научное исследование. Автореферат достаточно полно отражает содержание работы.

Замечания:

1. В уравнениях (1,2) стр. 13 отсутствуют стехиометрические коэффициенты реакций.
2. Не приведен состав эвтектики (α -Fe+Fe₂B).
3. Нет чёткого описания и информации о взаимодействии образцов Nd и Fe приведенных микроструктур рис. 3 и табл. 1.

4. Не ясно, каким образом защитный костюм из волокнистых магнитных материалов защищает 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 излучений.

Исходя из актуальности затронутых проблем, степени разработки теоретических и прикладных вопросов очевидно, что диссертация Игнатова Андрея Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения учёных степеней, а автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Metallurgy черных, цветных и редких металлов.

Доктор технических наук, профессор

Профессор кафедры химии и промышленной биотехнологии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)» - СКГМИ (ГТУ)

Вос Л.А. Воропанова

25.05.18 г.

Адрес места работы: 362021, Россия, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, д. 44

Телефон: +7 (8672) 407-508

E-mail: kafedra-him@skgmi-gtu.ru

Подпись проф. Воропановой Л.А. заверяю

Учёный секретарь Учёного

совета ФБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)»

Л.М. Базоева Л.М. Базоева



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

Институт металлургии, машиностроения
и транспорта
552-89-69

В диссертационный Совет Д 212.132.05 при
Федеральном государственном автономном
образовательном учреждении высшего
образования «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»
119049, г. Москва, Крымский вал, д. 3

06.06.2018 № _____

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Игнатова Андрея Сергеевича
«Исследование и разработка способа получения гибких магнитных
материалов на основе системы Nd-Fe-B»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.
Специальность 05.16.02 – Металлургия чёрных, цветных и редких металлов.

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений и подтверждается тематическими планами университета на НИР, обширными публикациями и апробацией работы на конференциях.

В диссертации поставлена и решена актуальная задача получения магнитных сплавов заданного состава, способа нанесения на тканый материал с целью создания магнитных материалов с повышенной термостойкостью и огнестойкостью на основе системы РЗМ-Fe-B, обеспечивающие биосовместимость с организмом человека.

Диссертационное исследование отличается элементами новизны и отражает запросы практики, несомненно, представляет определенный интерес. Для выполнения поставленных задач в работе выполнен термодинамический анализ взаимодействия компонентов шихты системы РЗМ-Fe-B с кальцием для прогнозирования условий образования $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ с высокими магнитными характеристиками, методом ДТА исследован состав шихты, продолжительность, температура на кинетику формирования РЗМ-Fe-B, изготовлены и испытаны опытные образцы.

Предложенная автором оригинальная методика с использованием современных физико-химических и электрохимических методов исследования, значительный объём экспериментальных данных, применение методов математической статистики с применением ЭВМ для обработки данных, а также сходимость результатов лабораторных и опытно-промышленных испытаний позволяет подтвердить достоверность результатов.

Поставленные цели по разработке состава на основе системы РЗМ-Fe-B и способа его нанесения на тканую основу достаточно сложны для исследования, но успешно решены в работе.

Тема данной диссертационной работы представляется современной, актуальной и интересной для изучения.

Большое научное и практическое значение приобретает разработка способа формирования магнитной ткани, путем диспергирования до наноразмеров магнитного наполнителя и введение его для получения гибких магнитных материалов. Опытные-промышленные испытания подтверждены актами.

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на согласованности данных эксперимента и научных выводов. Установлено и опытным путем выявлено влияние различных факторов на степень выхода магнитной фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, изучена кинетика и предложен механизм образования фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, исследовано влагосодержание тканевой основы, обеспечивающей высокую эффективность ее пропитки латексной композицией с магнитным наполнителем $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.

Серьезных просчетов в логичности выводов, применяемых методов обработки статистики не обнаружено.

Автореферат является полноценным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне и отражает все этапы исследования, представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы. Автореферат содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики. Написан квалифицированно и аккуратно оформлен.

Автореферат достаточно полно отражает суть исследования и отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертация написана на высоком научном уровне, соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, и соискатель Игнатов Андрей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Кисленков Владимир Васильевич,
кандидат технических наук,
Адрес: 194223, г. Санкт-Петербург,
пр. Тореза, 35, корп., 2 кв. 27
Тел. 8-(921)-395-99-89
E-mail: vvkislenkov@spbstu.ru

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого»
доцент кафедры «Технология и исследования материалов»



на автореферат Игнатова Андрея Сергеевича
«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»

В рамках решения сформулированных в работе задач проведен комплекс экспериментальных исследований с использованием современного технологического и измерительного оборудования и получены наиболее существенные, с нашей точки зрения, научные результаты, связанные с изучением кинетики образования фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ при восстановлении смесей $\text{Me}_x\text{O} + \text{Me}_y$ кальцием, а также установлением механизма и определением условий преимущественного образования указанного выше интерметаллического соединения.

По тексту автореферата имеется ряд замечаний:

- указанные в табл. 1 номера спектров 7 и 11 отсутствуют на микрофотографиях рис. 3;
- не понятен смысл последнего предложения на с. 15 автореферата;
- не указана единица измерения «магнитного наполнителя» в табл. 2. Не понятно, как получены соотношения в четвертой колонке табл. 2, и как они соотносятся с данными первых двух;

Аннотация

Автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертация является законченным научным исследованием, выполненным на высоком научном и методическом уровне. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК Минобрнауки РФ, а ее автор, Игнатов Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

8(4752) 63-04-69, mit@mail.nnntstu.ru

Г.В. Мозгова

« 16 » мая 2018 г.

« 16 » мая 2018 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Игнатова Андрея Сергеевича «Исследование и разработка способа получения гибких магнитных материалов на основе системы Nb-Fe-B», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Работа, направленная на создание гибких магнитных материалов на тканой основе, несомненно является актуальной. Разработка и использование подобных материалов в качестве защитных от тепловых, электромагнитных полей или ядовитых веществ является важной задачей при предотвращении катастрофических ситуаций или ликвидации их последствий.

В работе в широком интервале температур в системе $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{-Fe-F}_2\text{B(B)-Ca}$ определены условия образования соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, служащего основой магнитотвердых материалов с наилучшим (в настоящее время) сочетанием физических и эксплуатационных свойств. Получены новые экспериментальные данные о механизме образования фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ в смесях металл-оксид.

Практической значимостью обладает разработка нового класса магнитных материалов на биосовместимой тканой основе с наполнителем $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.

Следует отметить глубину и качество как теоретической, так и экспериментальной частей работы. Автор владеет современным инструментарием термодинамического анализа многокомпонентных систем, а также методами определения их химического, фазового и гранулометрического составов.

Работа прошла солидную апробацию в виде докладов на международных и всероссийских конференциях и публикаций в международной и российской печати.

Считаем, что работа Игнатова Андрея Сергеевича является законченной научной работой, выполненной на высоком уровне. Полученные результаты имеют несомненную научную новизну. Диссертационная работа отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Игнатов А. С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Заведующий кафедрой термообработки и физики металлов,
института новых материалов и технологий,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б. Н. Ельцина»,
доктор технических наук, профессор

Попов Артемий Александрович

31.05.2018

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 28
Тел. (343) 374-59-64, e-mail: a.a.popov@urfu.ru

Профессор кафедры термообработки и физики металлов,
института новых материалов и технологий,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б. Н. Ельцина»,
доктор технических наук, профессор

Лобанов Михаил Львович

31.05.2018

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 28
Тел. (343) 375-48-03, e-mail: m.l.lobanov@urfu.ru

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
03FPPH



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Игнатова Андрея Сергеевича 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».

В настоящее время в мире ведутся обширные научные исследования, направленные на поиск и разработку магнитных материалов, использование которых позволит снизить массогабаритные характеристики магнитных систем на их основе. К таким материалам в первую очередь относятся системы на основе редкоземельных элементов, в частности Nd-Fe-B, обладающие уникальным сочетанием магнитных характеристик и не имеющие аналогов по эксплуатационным показателям. В связи с этим диссертация Игнатова А.С. является актуальной и современной, так как направлена на разработку состава магнитного материала на основе РЗМ-Fe-B и способа нанесения на тканую основу для получения гибкого магнитного материала с заданными эксплуатационными характеристиками. Актуальность работы так же подтверждается участием автора в выполнении ряда государственных контрактов по данной тематике.

Автореферат дает полное представление о диссертационной работе, содержит обоснование цели и задач работы, научной новизны и практической значимости полученных результатов. Проведен термодинамический анализ процессов взаимодействия компонентов системы $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{-Fe-Fe}_2\text{B-Ca}$, и выявлены условия преимущественного образования искомого интерметаллида $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$. Изучена кинетика процесса восстановления смеси $\text{Me}_x\text{O}+\text{Me}_y$ кальцием с образованием фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$. Полученные данные позволили Игнатову А.С. выделить факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на ход изучаемых процессов, и определить механизм образования исследуемых магнитных порошков на основе системы Nd-Fe-B. Уже одно это позволяет считать его работу полезной для анализа фазовых превращений при кальциетермическом восстановлении сплавов данной системы и прогнозирования оптимальных условий получения магнитных порошков.

К основным научным результатам работы относится термодинамическое и кинетическое обоснование механизма образования фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ при кальциетермическом восстановлении. А с точки зрения практической значимости – разработка способа

формирования и получения гибкого магнитного материала с высоким энергетическим производением.

В целом уровень апробации и публикации результатов диссертационной работы соответствует требованиям ВАК. Достоверность полученных результатов определяется объемом исследований и значительным количеством экспериментальных данных, полученных автором с использованием современных аттестованных методик и оборудования, а также согласованностью полученных результатов с литературными данными.

К работе имеются некоторые вопросы и замечания:

1. На рисунке 3 автореферата показана микроструктура зоны взаимодействия образцов Nd и Fe, однако в тексте автореферата указано, что данный рисунок демонстрирует результаты исследования полученных порошков. Кроме того, на данном рисунке отсутствуют размерные метки позволяющие судить о размере структурных составляющих, и обозначения деления рисунка на части а), б), в), г). Это затрудняет оценку представленных данных.

2. В автореферате на стр. 12-13 сообщается, что в работе изучали микроструктуру и фазовый состав порошков сплава Nd-Fe-B, полученных кальциетермическим методом и представлена схема механизма образования порошка. Однако никаких экспериментальных данных, подтверждающих это, не представлено. Возможно, эти данные содержатся в тексте самой диссертации, но, на мой взгляд, их необходимо было представить и в автореферате для наглядности и подтверждения сделанных выводов.

3. На стр.14 автореферата указано, что по результатам экспериментальных работ установлено, что при создании высоконаполненных композиций на основе водных дисперсий акриловых полимеров, лучшие технологические свойства композитов достигаются в случае использования в рецептурах загущающих агентов. Однако из текста автореферата неясно, каким методом или методами это было установлено? Какой эксперимент проводился?

4. Так же следует отметить наличие в тексте автореферата большого количества орфографических и стилистических ошибок.

Сделанные замечания не снижают ценности полученных результатов и не ставят под сомнение актуальность, научную новизну и практическую значимость работы.

Полагаю, что диссертационная работа Игнатова А.С. на тему «Исследование и разработка способа получения гибких магнитных материалов на основе системы Nd-Fe-B» в целом соответствует пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации в редакции Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (пункт 28), предъявляемым к

кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

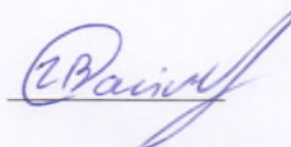
Сайков Иван Владимирович,
кандидат технических наук
(05.16.09. – материаловедение в машиностроении),
старший научный сотрудник лаборатории №6
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института структурной
макрокинетики и проблем материаловедения
им. А.Г. Мержанова Российской академии наук

тел.: +74965246372, +89152772241

e-mail: revan.84@mail.ru

142432, Московская область, г. Черноголовка,

ул. Академика Осипяна, 8


14.06.2018₂

Подпись Сайкова И.В.
Начальник ИИ НАН

удостоверено
И.В. Сайков ЕМ,
