

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.003.01 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
НАУКИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ ИМЕНИ М.Н. МИХЕЕВА  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИФМ УрО РАН) МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 05.10.2018, №11

О присуждении ШИШКИНУ Денису Александровичу, гражданину России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Магнитные и магнитотепловые свойства быстрозакаленных сплавов на основе редкоземельных металлов и на основе железа» по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений принята к защите 06.06.2018, протокол № 6 диссертационным советом Д004.003.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской Академии наук (ИФМ УрО РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 620108, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18, приказы Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 и № 188/нк от 26.02.2015.

Соискатель Шишкин Денис Александрович, 1984 года рождения, в 2008 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М.Горького» по направлению «Физика», освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской Академии наук, год

окончания аспирантуры 2012, работает в должности научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории микромагнетизма Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Баранов Николай Викторович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория микромагнетизма, заведующий лабораторией.

Официальные оппоненты:

1. Медведев Михаил Владимирович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории теоретической физики Института электрофизики Уральского отделения Российской академии наук

2. Таскаев Сергей Валерьевич, доктор физико-математических наук, доцент кафедры физики конденсированного состояния, декан физического факультета Челябинского государственного университета  
дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова в своем положительном заключении, подписанном Терёшиной Ириной Семеновной, доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником кафедры физики твердого тела Физического факультета и Илюшиным Александром Сергеевичем, доктором физико-математических наук,

профессором, заведующим кафедрой физики твердого тела Физического факультета указала, что диссертационная работа Шишкина Д.А. «представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой получены новые результаты. По актуальности темы исследования, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов, обоснованности выводов и положений представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Шишкин Денис Александрович, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений».

Соискатель имеет 69 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 29 работ, из них статей, опубликованных в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях - 7, тезисов докладов в материалах всероссийских и международных конференций – 22. Общий объем научных изданий 7.6 печатных листов. Автором получены экспериментальные данные о влиянии аморфизации соединений на магнитные и магнитотепловые свойства сплавов с большим содержанием редкоземельного металла, а также установлена термомеханическая стабильность магнитокалорических характеристик быстрозакаленных сплавов на основе железа. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Магнитное состояние и магнитотепловые свойства быстрозакаленных сплавов  $Gd_{75}M_{25}$  ( $M = Co, Ni$ ) / Д.А. Шишкин, А.С. Волегов, С.В. Андреев, Н.В. Баранов // Физика металлов и металловедение. – 2012. – Т. 113. – С. 485-491.

2. Magnetic properties and magnetocaloric effect of  $Gd_3Ni$  in crystalline and amorphous states / D.A. Shishkin, N.V. Baranov, A.V. Proshkin,

S.V. Andreev, A.S. Volegov // Solid State Phenomena. –2012. – V. 190. – P. 355-358.

3. Impact of amorphization on the magnetic state and magnetocaloric properties of  $Gd_3Ni$  / D.A. Shishkin, N.V. Baranov, A.F. Gubkin, A.S. Volegov, E.G. Gerasimov, P.B. Terentev, L.A. Stashkova // Applied Physics A. – 2014. – V. 116. – P. 1403-1407.

4. Effect of rapid quenching on the magnetic state, electrical resistivity and thermomagnetic properties of  $Gd_3Co$  / D.A. Shishkin, A.V. Proshkin, N.V. Selezneva, E.G. Gerasimov, P.B. Terentev, A.M. Chirkova, K. Nenkov, L. Schultz, N.V. Baranov // Journal of Alloys and Compounds. – 2015. – V. 647. – P. 481-485.

5. Substitution and liquid quenching effects on magnetic and magnetocaloric properties of  $(Gd_{1-x}Tb_x)_{12}Co_7$  / D.A. Shishkin, N.V. Baranov, A.S. Volegov, V.S. Gaviko // Solid State Sciences. – 2016. – V. 52. – P. 92-96.

6. Shishkin, D.A. The thermomechanical stability of Fe-based amorphous ribbons exhibiting magnetocaloric effect / D.A. Shishkin, A.S. Volegov, N.V. Baranov // Applied Physics A: Materials Science & Processing. – 2016. – V. 122, №. 12. – P. 1002.

7. Magnetic properties and magnetocaloric effect of melt-spun  $Gd_{75}(Co_{1-x}Fe_x)_{25}$  alloys / D.A. Shishkin, A.I. Gazizov, A.S. Volegov, V.S. Gaviko, N.V. Baranov // Journal of Non-Crystalline Solids. – 2017. – V. 478. – P. 12-15.

На диссертацию и автореферат поступило 3 отзыва. Все отзывы положительные. В них отмечается актуальность темы диссертационной работы, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость. Отзывы без замечаний поступили: от Митрофанова Валентина Яковлевича, доктора физ.-мат. наук, ведущего научного сотрудника лаборатории статики и кинетики процессов ФГБУН Института металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург; от Тишина Александра Метталиновича, профессора физического факультета ФГАОУ ВО

«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», г. Екатеринбург.

Замечания содержатся в отзыве Тарасова Евгения Николаевича кандидата физ.-мат. наук, старшего научного сотрудника отдела магнетизма твердых тел, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург.

Замечания: Помимо косвенных оценок магнитокалорических параметров, следовало бы провести прямое измерение адиабатического изменения температуры. Также нет расчетных данных по адиабатическому изменению температуры, которые можно получить из измеренных кривых намагничивания и данных по теплоемкости, что значительно бы улучшило работу.

Выбор официальных оппонентов доктора физ.-мат. наук М.В. Медведева, доктора физ.-мат. наук С.В. Таскаева и ведущей организации обосновывается публикациями оппонентов, тематикой структурного подразделения ведущей организации, относящимися к сфере исследований, которым посвящена диссертация.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

1. Показано, что аморфизация антиферромагнитных интерметаллических соединений  $Gd_3Ni$  и  $Gd_3Co$  сопровождается появлением магнитного момента на атомах кобальта и никеля, установлением ферромагнитного упорядочения и улучшением магнитотепловых характеристик.

2. Установлено, что аморфизация антиферромагнитного соединения  $Gd_3Ni$  приводит к существенному (на порядок) увеличению изотермического изменения магнитной части энтропии в полях до 2 Тл.

3. Показано, что увеличение концентрации Tb в быстрозакаленных сплавах  $(Gd_{1-x}Tb_x)_{12}Co_7$  приводит к изменению их магнитного состояния от ферромагнитного к асперомагнитному.

4. Установлено, что сплавы на основе железа Fe-Nb-B и сплавы типа Finemet, модифицированные атомами Cr, обладают высокой термомеханической стабильностью магнитокалорического эффекта.

**Теоретическая значимость** исследования состоит в том, что полученные результаты о влиянии аморфизации на магнитные и магнитотепловые свойства сплавов с высоким содержанием редкоземельного металла расширяют представления о роли изменений локальной атомной структуры в формировании магнитного упорядочения и магнитного состояния атомов переходного металла и позволяют глубже понять основные механизмы, определяющие магнитотепловые свойства аморфных сплавов.

**Практическая значимость** результатов исследования заключается в том, что:

1. Данные о трансформации магнитного порядка соединений  $Gd_3Co$  и  $Gd_3Ni$  от антиферромагнитного к ферромагнитному и о существенном улучшении их магнитотепловых свойств после аморфизации показывают, что антиферромагнитно упорядоченные кристаллические соединения могут представлять интерес для создания на их основе материалов для магнитного охлаждения с повышенными магнитотепловыми характеристиками в различных температурных интервалах.

2. Результаты исследования термомеханической стабильности магнитотепловых свойств быстрозакаленных сплавов на основе железа могут быть использованы при разработке магнитных рефрижераторов.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в научно-исследовательских организациях и вузах, занимающихся исследованиями в области физики магнитных явлений, на предприятиях Свердловской области, выпускающих изделия с применением быстрозакаленных сплавов, в частности, на ООО НПП "ГАММАМЕТ", а также на предприятиях, выпускающих изделия на основе сплавов редкоземельных металлов, например, на ООО «ПОЗ-Прогресс».

Достоверность полученных в работе данных обеспечивается применением стандартных методик получения исследуемых образцов и использованием современного оборудования для измерения свойств образцов, воспроизводимостью результатов на разных образцах одного и того же состава, хорошим совпадением физических характеристик, полученных различными методами и на различных установках, а также совпадением ряда результатов измерений с данными, полученными другими исследователями.

**Личный вклад.** Вошедшие в диссертацию результаты получены Шишкиным Д.А. под научным руководством и при участии доктора физико-математических наук Баранова Н.В. в ИФМ УрО РАН. Автор принимал непосредственное участие в выработке цели и задач диссертационной работы (совместно с научным руководителем), в получении образцов кристаллических соединений и аморфных лент, составлении программ измерений физических свойств исследуемых образцов, проведении магнитных измерений на вибромагнетометре в интервале температур  $298 < T < 1000$  К, обработке и анализе полученных результатов, оформлении и написании статей, представлении докладов на симпозиумах и конференциях.

Представленная диссертационная работа является комплексным завершенным исследованием, выполнена на высоком научном уровне, написана грамотным научно-техническим языком и обладает практической ценностью. Основные выводы и положения работы научно обоснованы и хорошо аргументированы. В диссертационной работе получен и обсуждается значительный объем новых экспериментальных данных. Методы измерения намагниченности в квазистатических и импульсных магнитных полях, используемые в качестве основных для исследования влияния аморфизации кристаллических соединений на магнитотепловые свойства сплавов придают внутреннее единство структуре работы, а их успешное использование в сочетании с другими физическими методами демонстрирует соответствие

полученных результатов поставленной цели и задачам.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу и соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями от 21.04.2016 г. № 335.

На заседании 05.10.2018 года диссертационный совет принял решение присудить ШИШКИНУ Денису Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 01.04.11 - Физика магнитных явлений, 5 докторов наук по специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния, 5 докторов наук по специальности 05.16.01 - Металловедение и термическая обработка металлов, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту - нет, проголосовали: за - 17, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета,  
доктор физ.-мат. наук, академик РАН

В.В. Устинов

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор физ.-мат. наук

Т.Б. Чарикова

9 октября 2018 г.