

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) МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20.12.2019, № 14

О присуждении Марченковой Елене Борисовне, гражданке России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Разработка и исследование сплавов на основе $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{25}\text{Ga}_{25}$ с эффектом памяти формы» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния принята к защите 16.10.2019, протокол № 13, диссертационным советом 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, 620108, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18, приказы Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 и № 188/нк от 26.02.2015.

Соискатель Марченкова Елена Борисовна, 1974 года рождения, 1999 году соискатель окончила Самарский Государственный педагогический университет, решением Государственной экзаменационной комиссии ей присвоена квалификация «Инженер-педагог» по специальности «Профессиональное обучение». Работает в должности научного сотрудника лаборатории цветных сплавов в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева

Уральского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

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

Научный руководитель – доктор физико–математических наук, профессор, Пушин Владимир Григорьевич работает главным научным сотрудником лабораторией цветных сплавов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1) Медведева Надежда Ивановна, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории квантовой химии и спектроскопии, ФГБУН Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Екатеринбург;

2) Гущина Наталья Викторовна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории пучковых воздействий, ФГБУН Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Екатеринбург

– дали положительные отзывы о диссертации Е.Б. Марченковой.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»), г. Челябинск, в своем положительном заключении, подписанном Бучельниковым Василием Дмитриевичем, доктором физико-математических наук, профессором,

заведующим кафедрой конденсированного состояния указала, что «диссертационная работа Марченковой Е.Б. «Разработка и исследование сплавов на основе $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{25}\text{Ga}_{25}$ с эффектом памяти формы», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, является законченной научно-квалификационной работой, в которой получены важные теоретические и экспериментальные результаты. Диссертация имеет все необходимые разделы от формулирования цели и постановки задач, методов их решения до результатов расчетов и экспериментов, их анализа, выводов и практических рекомендаций. Материалы работы представлены в большом числе публикаций. Автореферат диссертации и публикации полно и правильно отражают содержание работы.

Диссертационная работа «Разработка и исследование сплавов на основе $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{25}\text{Ga}_{25}$ с эффектом памяти формы» соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней и пунктам 1 и 3 Паспорта специальности, а ее автор Е.Б. Марченкова заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния».

Соискатель имеет 59 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации 30 работ, из них статей, опубликованных в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях и входящих в перечень ВАК - 9, тезисов докладов в материалах российских и международных конференций - 21. Общий объем научных изданий 31 печатный лист.

В результате проведенных исследований автором установлены закономерности структурно-фазовых превращений и формирования физических свойств многокомпонентных сплавов на основе системы $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{25}\text{Ga}_{25}$ в исходном поликристаллическом состоянии, а также подвергнутых быстрой закалке расплава и интенсивной пластической деформации кручением под высоким давлением для измельчения и модификации их зеренной структуры.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Влияние интенсивной пластической деформации на структуру и свойства сплава $\text{Ni}_{2.16}\text{Mn}_{0.84}\text{Ga}$ / Н.И. Коуров, В.Г. Пушин, А.В. Королев, В.А. Казанцев, Е.Б. Марченкова, А.Н. Укусников // ФММ. – 2007. – Т. 103.–№3 – С. 280–287.
2. Low temperature kinetic properties and structure of $\text{Ni}_{50+x}\text{Mn}_{25-x+y}\text{Ga}_{25-y}$ alloys with shape memory/ Е.В. Marchenkova, N.I. Kourov, V.V. Marchenkov, V.G. Pushin, A.V. Korolev, H.W. Weber // Journal of Physics: Conference Series. – 2009. – V. 150. – P. 22054–22057.
3. Влияние интенсивной пластической деформации кручением на свойства и структуру сплавов $\text{Ni}_{54}\text{Mn}_{21}\text{Ga}_{25}$ и $\text{Ni}_{54}\text{Mn}_{20}\text{Fe}_1\text{Ga}_{25}$ /Н.И. Коуров, В.Г. Пушин, А.В. Королев, В.В. Марченков, Е.Б. Марченкова, В.А. Казанцев, Н.В. Weber // ФТТ. – 2011. – №. 53. – С. 89–96.
4. Влияние легирующих добавок и атомного разупорядочения на физические свойства магнитных сплавов на основе Ni_2MnGa с эффектом памяти формы/ Н.И. Коуров, В.Г. Пушин, А.В. Королев, В.А. Казанцев, Е.Б. Белозеров, Е.Б. Марченкова // ЖТФ. – 2012. – Т. 82,– вып. 2 – С. 50–56.
5. Влияние легирования кобальтом на термоупругие мартенситные превращения и физические свойства магнитных сплавов $\text{Ni}_{50-x}\text{Co}_x\text{Mn}_{29}\text{Ga}_{21}$ с эффектом памяти формы / В.Г. Пушин, Н.И. Коуров, А.В. Королев, В.В. Марченков, Е.Б. Марченкова, В.А. Казанцев, Н.Н. Куранова, А.Г. Попов // ФТТ. – 2013. – Т. 55. – P. 2297–2304.
6. Кристаллическая структура и физические свойства магнитных сплавов $\text{Ni}_{50-x}\text{Cu}_x\text{Mn}_{29}\text{Ga}_{21}$ с эффектом памяти формы / Н.И. Коуров, В.Г. Пушин, А.В. Королев, В.В. Марченков, Е.Б. Марченкова, В.А. Казанцев, Н.Н. Куранова, А.Г. Попов // ФТТ. – 2013. – Т. 55. – С. 2351–2358.
7. Магнитные и структурные фазовые переходы и степень тетрагональности термоупругого мартенсита в квазибинарных сплавах Гейслера $\text{Ni}_{2+x}\text{Mn}_{1-x}\text{Ga}$ / В.Г. Пушин, Н.И. Коуров, А.В. Королев, Е.Б. Марченкова, Н.Н. Куранова, Е.С. Белослудцева // ФТТ. – 2015. – Т. 57. – С. 43–49.
8. Магнитоуправляемые термоупругие мартенситные превращения и свойства мелкозернистого сплава $\text{Ni}_{54}\text{Mn}_{21}\text{Ga}_{25}$ / В.Г. Пушин, Е.Б. Марченкова, А.В. Королев, Н.И. Коуров, Е.С. Белослудцева, А.В. Пушин, А.Н. Укусников // ФТТ. – 2017. – Т. 59. – С. 1297–1307.
9. Особенности термоупругих мартенситных превращений и свойства ультрамелко-зернистых сплавов $\text{Ni}_{54}\text{Mn}_{20}\text{Fe}_1\text{Ga}_{25}$, полученных закалкой из расплава/ Е.Б. Марченкова, В.Г. Пушин, Казанцев В.А., А.В. Королев, Н.И. Коуров, А.В. Пушин // ФММ. – 2018. – Т. 119.–№10 – С. 992–1001.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечается актуальность темы диссертационной работы, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость.

Отзывы без замечаний поступили: от д.ф.-м.н., Нины Александровны Коневой, д.ф.-м.н., заслуженного деятеля науки РФ, профессора кафедры «Физика, химия и теоретическая механика» ФГБОУ ВО «Томского государственного архитектурно-строительного университета»; Анатолия Анатольевича Клопотова, д.ф.-м.н., профессора, кафедры «Прикладная механика и материаловедение» ФГБОУ ВО «Томского государственного архитектурно-строительного университета»; Лоткова Александра Ивановича, д.ф.-м.н., профессора, главного научного сотрудника, заведующего лаборатории материаловедения сплавов с памятью формы ФБГУН «Института физики прочности и материаловедения» Сибирского Отделения РАН. г.Томск; А.И. Потекаева, д.ф.-м.н., профессора, директора Сибирского физико-технического института, Томского государственного университета; Виктора Эдуардовича Гюнтера, д.ф.-м.н., профессора, директора НИИ Медицинских материалов и имплантатов с памятью формы Сибирского физико-технического института, Томского государственного университета; Ильи Александровича Вайнштейна, д.ф.-м.н., профессора, директора научно-образовательного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» ФГАОУ ВО УрФУ, Екатеринбург; Сергея Викторовича Учайкина, д.ф.-м.н., Institute for Basic Science, Республика Корея, Daejeon, South Korea.

Замечания содержатся в следующих отзывах:

1. От Владимира Григорьевича Шаврова, д.ф.-м.н., профессора, главного научного сотрудника лаборатории «Магнитных явлений в микроэлектронике» ФГБУН Институт радиотехники и электроники РАН», г. Москва и от Эльвины Тимербулатовны Дильмиевой, к.ф.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории «Магнитных явлений в

микроэлектронике» ФГБУН Институт радиотехники и электроники РАН», г. Москва.

Замечания: «Автор в работе отмечает, что изучаемые сплавы Гейслера обладают магнитным ЭПФ. Однако, в диссертации не представлены данные о чувствительности термоупругого мартенситного перехода к магнитному полю. Эти данные позволили бы определить при какой величине магнитного поля можно ожидать реализацию ЭПФ, что важно с практической точки зрения».

2. От Сергея Дмитриевича Прокошкина, д.ф.-м-н., профессора, главного научного сотрудника кафедры «Обработка металлов давлением» НИТУ МИСиС и от Антона Сергеевича Конопацкого, к.т.н., научного сотрудника лаборатории «Неорганические наноматериалы» НИТУ МИСиС.

Замечания: «В качестве замечания надо указать, что теоретическая и практическая значимость работы, приведенная на стр.4 автореферата сформулирована несколько размыто и не вполне корректно».

Выбор официальных оппонентов доктора физ.-мат. наук, Н.И. Медведевой, кандидата физ.-мат. наук, Н.В. Гушиной, а также 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. В сплавах квазибинарного разреза NiMn-NiGa и $Ni_{50}Mn_{25}Ga_{25-Ni_{75}Ga_{25}}$ определены температурно-концентрационные зависимости термоупругих мартенситных превращений и магнитного перехода. Установлены типы и параметры кристаллических решеток аустенита и мартенситных фаз 10M, 14M и 2M, их ориентационные соотношения и пакетно-двойникованная структура.

2. Обнаружено, что в сплавах $Ni_{50-x}(Cu, Co)_xMn_{28.5}Ga_{21.5}$ легирование Cu или Co приводит к уменьшению температур термоупругого мартенситного

превращения. Напротив, в сплавах $\text{Ni}_{49}\text{Cu}_1\text{Mn}_{28.5-x}\text{Co}_x\text{Ga}_{21.5}$, $\text{Ni}_{49}\text{Cu}_1\text{Mn}_{30-x}\text{Co}_x\text{Ga}_{20}$ и $\text{Ni}_{48}\text{Mn}_{26.5}\text{Ga}_{25.5-x}\text{Co}_x$ эти температуры увеличиваются до 400 К, превышая температуры превращений в других ферромагнитных сплавах Гейслера.

3. Показано, что сверхбыстрая закалка сплавов $\text{Ni}_{54}\text{Mn}_{21}\text{Ga}_{25}$ и $\text{Ni}_{54}\text{Fe}_1\text{Mn}_{20}\text{Ga}_{25}$ обеспечивает уменьшение размеров зерна на 2-3 порядка, что при реализации термоупругого мартенситного превращения и эффектов памяти формы приводит к значительному возрастанию термоциклической прочности и пластичности образцов.

4. Обнаружено, что мегапластическая деформация кручением под высоким давлением радикально измельчает структуру L_{21} -сплавов Гейслера на основе $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{25}\text{Ga}_{25}$ до нанокристаллического состояния, а также приводит к аморфизации. В сплавах в нанокристаллическом состоянии обнаружен размерный эффект подавления термоупругого мартенситного превращения при охлаждении.

5. В исследованных сплавах, подвергнутых мегапластической деформации кручением, при температурах $T < 500\text{K}$ обнаружены отрицательный температурный коэффициент электросопротивления и магнитоупорядоченное состояние.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что установленные в работе температурно-концентрационные зависимости и структурно-морфологические закономерности термоупругих мартенситных превращений в исследуемых сплавах закладывают основы для дальнейшего теоретического исследования и практического применения таких материалов.

Практическое значение данной работы состоит в том, что сплавам на основе $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{25}\text{Ga}_{25}$ можно найти применение в самых различных сферах техники, подбирая химический состав и способ синтеза в зависимости от требуемого интервала температур и реализуемых магнито- и термоупругих обратимой деформации и памяти формы, магнитокалорического и других эффектов, изученных в диссертации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- экспериментальные результаты, полученные с помощью различных широко апробированных методик и с использованием надежно аттестованных образцов, хорошо воспроизводимы;
- экспериментальные данные корректно обработаны; имеется совпадение ряда результатов измерений с данными, полученными другими исследователями и опубликованными в открытой печати;
- выводы работы не имеют принципиальных расхождений с имеющимися экспериментальными и теоретическими данными других исследователей.

Личный вклад соискателя состоит в участии в постановке цели и задач исследования, в получении и обсуждении результатов, изложенных в диссертации, в формулировке ее основных положений и выводов. Лично автором были подготовлены образцы и выполнены исследования методами рентгеноструктурного фазового анализа, просвечивающей и растровой электронной микроскопии. Материал диссертации неоднократно докладывался автором лично на международных и российских конференциях. Дилатометрический анализ проводился совместно с к.ф.-м.н., с.н.с. В.А. Казанцевым в лаборатории нейтронных исследований ИФМ УрО РАН. Изучение температурных зависимостей электросопротивления сплавов выполнялись автором совместно с д.ф.-м. н., г.н.с. Н.И. Коуровым в лаборатории низких температур ИФМ УрО РАН. Температурные зависимости магнитной восприимчивости и намагниченности исследовались автором совместно с к.ф.-м.н., в.н.с. А.В. Королевым в отделе магнитных измерений в ЦКП ИФМ УрО РАН и с к.ф.-м.н., в.н.с. А.Г. Поповым в лаборатории ферромагнитных сплавов ИФМ УрО РАН.

Диссертация Елены Борисовны Марченковой представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи по экспериментальному определению закономерностей структурно-фазовых превращений и формированию физических свойств многокомпонентных сплавов на основе системы

$\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{25}\text{Ga}_{25}$ в исходном поликристаллическом состоянии, а также подвергнутых быстрой закалке из расплава и интенсивной пластической деформации кручением под высоким давлением, и соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 21.04.2016 г. № 335.

На заседании 20.12.2019 года диссертационный совет принял решение присудить Марченковой Елене Борисовне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, 4 доктора наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений, 7 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



—

В.В.Устинов

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

—

Т.Б. Чарикова

23 декабря 2019 г.