

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.006.01

созданного на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова российской академии наук по диссертации на соискание ученой степени кандидата (доктора) наук

аттестационное дело №7

решение диссертационного совета от 16 октября 2014 года №7

О присуждении Чуевой Татьяне Равильевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка «толстых» аморфных микропроводов в системе $\text{Fe}_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15} - \text{Co}_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15} - \text{Ni}_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ » на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» принята к защите 16 октября 2014 г., протокол №7 диссертационным советом Д 002.006.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, 119991, г. Москва, Ленинский пр. 49, приказ Минобрнауки РФ №714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Чуева Татьяна Равильевна 1980 года рождения.

В 2004 г. соискатель окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный институт стали и сплавов (технологический университет)» по специальности физика металлов, работает старшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории физикохимии аморфных и нанокристаллических сплавов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук.

Научный руководитель доктор физико-математических наук Заболотный Владимир Тихонович, заведующий лабораторией физикохимии аморфных и нанокристаллических сплавов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Калошкин Сергей Дмитриевич, доктор физико-математических наук, профессор, Институт новых материалов и нанотехнологий в составе НИТУ "МИСиС", директор;
2. Курганова Юлия Анатольевна, доктор технических наук, кафедра материаловедения МГТУ имени Н.Э. Баумана, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» г. Москва в своем положительном заключении, подписанном председателем НТС, директором Института металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина», д.ф.-м.н., профессором А.М. Глейзером; ученым секретарем НТС, к.ф.-м.н. В.П. Филлиповой; и.о. генерального директора ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» В.А. Угловым, указала, что работа выполнена на высоком научно – методическом уровне, по своей актуальности, новизне, научной и практической ценности удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским, диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и в целом «Положению о порядке присуждения ученых степеней».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией, наличием публикаций и достижений в области металловедения и термической обработки металлов и сплавов, квалификацией, способностью определить актуальность, научную и практическую ценность представленной диссертационной работы.

В положительном отзыве ведущей организации имеются следующие замечания:

1. В работе не отмечено влияние металлургических факторов на механизм кристаллизации (чистота шихтовых материалов, режим проведения плавки, необходимость введения добавок).

2. Автор не приводит ограничений по чувствительности магнитных характеристик к нагрузкам. Из приведенных данных, следует вывод, что чувствительность магнитных характеристик к нагрузкам ограничена. Нужно дать диапазон рекомендованных нагрузок. Целесообразно также сопоставить результаты термической, термомагнитной обработки и деформационных воздействий на магнитные свойства.

3. В качестве критерия пластичности микропровода в работе используется не совсем строгий с научной точки зрения «метод пробы на способность к формированию узла». Хотелось бы видеть в исследовании более корректные методы оценки пластичности.

4. Не совсем удачным следует признать активно используемый в диссертации (в том числе и в ее названии) термин «толстый микропровод».

От официального оппонента профессора, д.ф.-м.н. Калошкина С.Д. поступил положительный отзыв со следующими замечаниями:

1. Стиль изложения автором работы довольно краток, в ряде случаев не дается достаточных разъяснений описываемых результатов, что вызывает вопросы. Например, поставлена задача «провести... исследования характера взаимодействия ... с использованием физико-химического подхода», что за этим стоит сразу непонятно (с.29.).

2. Подробный анализ областей проявления магнитоупругого эффекта в широкой области составов сплавов выявил области различного влияния

растягивающих напряжений. Объяснений этому явлению не дано. При этом ничего не говорится о величине и знаке магнитострикции аморфных фаз в этих областях. Так область II на рис 4.4 скорее всего соответствует близким к нулю, или даже отрицательным значениям магнитострикции. Анализ магнитострикции, хотя бы по некоторым опубликованным данным, позволил бы более четко охарактеризовать наблюдаемые эффекты.

3. Много внимания в работе уделено исследованию стадий кристаллизации по пикам ДСК. При этом до конца неясно, какие фазовые превращения соответствуют первому и второму пику, не меняются ли они местами при изменении состава аморфной фазы (с.43). Объяснение механизма распада аморфной фазы на стр.44-45 не достаточно проясняет вопрос.
4. В разделе 5.4 обсуждаются факторы высокой склонности к аморфизации металлических расплавов, делается предположение о наличии в аморфной структуре двух близких по составу аморфных фаз. Непонятно, на основании каких данных сделано такое предположение (с.61). В чем заключается определяющее влияние двухстадийного механизма кристаллизации на формирование толстых микропроводов? (с.47).

От официального оппонента, д.т.н. Кургановой Ю.А. поступил положительный отзыв со следующими замечаниями:

1. представление главы «Методы получения и исследования» в автореферате не дает полноценного представления о содержании главы в работе;
2. прослеживается необходимость пояснения ряда следующих моментов:
 - «...механическая прочность аморфных металлов и сплавов очень высока по сравнению с прочностью кристаллических металлов»,
 - «...обработка полученных спектров проводилась при помощи пакета программ» (стр. 36 диссертации),
 - «...магнитные свойства образцов быстрозакаленных лент и микропроводов проводили совместно с сотрудниками кафедры магнетизма физического факультета МГУ с использованием оборудования кафедры»;
3. автором использован оригинальный подход к поиску концентрационной области сплавов, благоприятной для получения «толстых» аморфных микропроводов. Данный подход основан на совмещении поверхности кристаллизации быстрозакаленных сплавов и поверхности ликвидус равновесных кристаллических сплавов. Желательно бы было более развернуто обосновать его преимущества;
4. в главе 5 пункт 5.3. «Рентгеноструктурный анализ» целесообразно назвать «Результаты рентгеноструктурного анализа»;
5. отсутствие опубликованных в единоавторстве работ.

На автореферат диссертации Чуевой.Т.Р. поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Отзыв зам. директора по науке научно-производственного предприятия «MicroFir Tehnologii Industriale», (Промышленные технологии микропровода) Ларина В.С. содержит 1 замечание:

– Каковы предельные возможности по диаметру жилы метода Улитовского-Тейлора и получения аморфной структуры для других сплавов. Как известно, существуют аморфные сплавы, которые могут быть получены в аморфном состоянии диаметром несколько миллиметров.

2. Отзыв профессора Научно-Информационного центра им. В.И Добаткина ОАО ВИЛС, д.т.н. Полькина И.С. содержит 5 замечаний:

1) Учитывая специфику плавки, сложность состава, применение лигатур, многоэтапные переплавы вызывает сомнение достижение высокой химической однородности полученных образцов. В автореферате не приведены данные по оценке однородности составов исследуемых сплавов

2) В чем состоит физическая сущность одностадийной и двустадийной кристаллизации. В автореферате идет речь об образующихся различных фазах и о распаде уже образовавшегося твердого раствора.

3) Недостаточно рассмотрен механизм деформирования и возможность распада аморфных фаз при определенных степенях деформации.

4) «Наличие вязкого венозного излома с образованием редких и крупных вен» - такие термины при описании изломов металлических материалов не существуют.

5) В автореферате отсутствуют результаты металлографических исследований аморфных и кристаллических состояний сплавов, наличие которых в значительной степени сделали бы работу более значимой.

3. Отзыв ведущего научного сотрудника Научно-учебного центра СВС МИСиС-ИСМАН, доцента кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ МИСиС, к.т.н. Петрижа М.И. содержит 2 замечания:

1) Неудачный термин «толстые» микропровода, которые по мнению автора имеют диаметр более 50 мкм; в автореферате не содержится физического пояснения, чем аморфные проволоки именно этих размеров лучше других

2) Наименование проводов «пластичными» противоречит экспериментальным результатам, т.к. термин «пластичность» означает способность материала без разрушения получать большие остаточные деформации. Более удачным представляется термин «сверхупругие микропровода», т.к. они проявляют линейную сверхупругость, что подтверждается кривой растяжения.

4. Отзыв профессора кафедры физики и математического моделирования Уральского государственного педагогического университета, заслуженного деятеля науки РФ, д.ф.-м.н. Попеля П.С. содержит 2 замечания:

1) Не вполне обоснованное введение 2-5% хрома в получаемые сплавы без анализа последствий этого шага для всех изученных свойств и структурных характеристик.

2) Кроме того, рецензенту осталось не ясным, каким образом протекание второго этапа кристаллизации аморфных проводов может повлиять на протекание предшествующего ему первого этапа.

5. Отзыв ученого секретаря ФГУП "ЦНИИ КМ "Прометей", доцента, к.т.н., Фармаковского Б.В. содержит 2 замечания:

1) Автор в понятие «толстые» микропровода вкладывает только их геометрический размер. Не указываются конкретные специфические технологические условия получения «толстых» микропроводов, их значительную разницу с процессом получения «тонких» микропроводов с точки зрения скорости литья, а значит скорости закалки и, как следствие, условий формирования структуры (дислокационной, аморфной или нанокристаллической) и получения магнитных и механических свойств. Поэтому не ясно – в чем преимущество «толстых» микропроводов по сравнению с промышленно выпускаемыми «тонкими» микропроводами.

2) К сожалению, автором не изучена также одна из важнейших характеристик ферромагнитных сплавов – магнитная проницаемость. Это не позволяет оценить возможность реального использования разработанных микропроводов, например, для систем магнитной и электромагнитной защиты, где определяющим является сочетание высоких механических и магнитных свойств.

6. Отзыв преподавателя Университета Северной Флуминенси Штата Рио де Жанейро, лаборатории современных материалов, к.т.н. Матлаховой Л.А. содержит 1 замечание:

– В описании главы 1 автореферата было бы интересно выделить требования к методам пригодным для получения аморфных сплавов (АС) в виде «толстых» аморфных микропроводов, дать анализ современных методов получения АС с оценкой индивидуальных возможностей и ограничений для поставленной задачи, оценить преимущества и недостатки метода Улитовского-Тейлора и обосновать модификацию этого метода в частности использования варианта непрерывного процесса.

7. Отзыв научного сотрудника Центра композиционных материалов НИТУ МИСиС, к.ф.-м.н. Свиридовой Т.А. содержит 2 замечания:

1) Из текста автореферата не ясно, были ли получены какие-либо подтверждения упомянутого расслоения аморфной фазы дифракционными методами – просвечивающей электронной микроскопией или рентгеноструктурным анализом, хотя, возможностей последнего может оказаться недостаточно.

2) К недостаткам работы можно отнести частое упоминание термина "фазы-стеклообразователи" без определения, какие фазы следует к ним относить, что усложняет понимание рассуждений о механизме кристаллизации микропроводов с высокой СОС.

8. Отзыв зав. лабораторией структурных исследований Института физики твердого тела РАН, д.ф.-м.н., профессора Аронина А.С. не содержит замечаний.

9. Отзыв зав. лабораторией Института теоретической и прикладной электродинамики РАН, к.ф.-м.н. Розанова К.Н. не содержит замечаний.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 7, опубликованных в трудах конференций – 3. Общий объем работ по теме диссертации составляет 7,5 печатных листов (авторский вклад 60%).

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Умнов П.П., Молоканов В.В., Шалимов Ю.С., Умнова Н.В., Чуева Т.Р., Заболотный В.Т. (2010) Особенности получения аморфного провода методом Улитовского-Тейлора с использованием варианта непрерывного процесса литья. *Перспективные материалы*, 2, 87-91.

2. Мохирев И.И., Чуева Т.Р., Заболотный В.Т., Умнов П.П., Умнова Н.В., Молоканов В.В. (2010) Прочностные и пластические свойства протяжённых аморфных проводов из Со-сплава, полученных с использованием различных методов быстрой закалки расплава. *Деформация и разрушение материалов*, 7, 31-35.

3. Чуева Т.Р., Молоканов В.В., Заболотный В.Т., Умнов П.П., Умнова Н.В. (2014) Формирование «толстых» пластичных аморфных ферромагнитных микропроводов, полученных методом Улитовского-Тейлора, в системе $Fe_{75}Si_{10}B_{15}-Co_{75}Si_{10}B_{15}-Ni_{75}Si_{10}B_{15}$. *Перспективные материалы*, 3, 34-39.

4. Чуева Т.Р., Молоканов В.В., Заболотный В.Т., Умнов П.П., Умнова Н.В., Шалыгина Е.Е., Шалыгин А.Н., Харламова А.М. (2014) Составы, получение, структура и свойства «толстых» ферромагнитных аморфных микропроводов. *Физика и химия обработки материалов*, 2, 48-55.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получен ряд оригинальных результатов, который добавляет и дополняет знания в области металлических аморфных микропроводов, их поведения при различных воздействиях;

- проведены глубокие систематические физико-химические исследования сплавов системы $Fe_{75}Si_{10}B_{15} - Co_{75}Si_{10}B_{15} - Ni_{75}Si_{10}B_{15}$ в равновесном и быстрозакаленном состоянии;

- разработана оригинальная методика поиска сплавов с высокой СОС с учетом критериев стеклообразования и способа получения аморфных сплавов;

- впервые получен новый конструкционный материал с недостижимым ранее комплексом механических и магнитных свойств.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- автор успешно применил физико-химический подход для определения экстремумов стеклообразующей способности в многокомпонентной системе при учете влияния эвтектик. Впервые определена область «толстых» аморфных ферромагнитных микропроводов, полученных методом Улитовского-Тейлора;

- установлена связь стеклообразующей способности микропроводов с реализацией в образцах двустадийного механизма кристаллизации из аморфного состояния;

- применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методик, в том числе рентгеноструктурного, термического анализ, а также растровая электронная микроскопия, и методов определения механических и магнитных свойств микропроводов;

- обнаружен и изучен эффект зависимости магнитных свойств «толстых» аморфных микропроводов от приложенных внешних напряжений.

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

- из разработанных сплавов $\text{Co}_{71}\text{Fe}_4\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ и $\text{Fe}_{31}\text{Co}_{34}\text{Ni}_{10}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$, обладающих максимальной СОС, были получены уникальные аморфные пластичные микропровода диаметром до 140 мкм с удаленной стеклянной оболочкой;

- разработана лабораторная установка для исследования влияния напряжений на магнитные свойства микропровода;

- разработаны демонстрационные образцы датчиков напряжений и перемещений, с «толстым» аморфным микропроводом в качестве рабочего элемента;

- убедительно показаны возможности промышленного применения микропроводов в качестве высокочувствительных сенсоров поля, высокочувствительных элементов в составе стресс-композитов и композитов с особыми свойствами;

- разработанные композиции аморфных ферромагнитных микропроводов и технологии их получения используются на предприятиях ООО «НПП ВИЧЕЛ» и ООО «МаКриЭл системс».

Оценка достоверности результатов выявила:

- автором выполнен большой объем прецизионных экспериментов с использованием современных материаловедческих методов и методик;

- для экспериментальных работ использовано сертифицированное оборудование, показана воспроизводимость результатов исследований;

- теория согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и отвечает современным представлениям об аморфных сплавах;

- идея базируется на физико-химическом подходе к разработке сплавов и обобщении передового опыта по получению микропроводов;

- установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

- использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач исследования, проведении основных экспериментов, получении исходных данных, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе, а также участии в разработке экспериментальных стендов и установок и апробации результатов исследования.

Диссертация достигает поставленных целей, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, наличием огромного экспериментального объема систематических исследований, грамотной интерпретацией результатов, что подтверждается наличием четких взаимосвязанных выводов.

Диссертационная работа соответствует требованиям паспорта специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

На заседании 16 октября 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Чуевой Т.Р. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за - 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Банних О.А.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Блинов В.М.

«20» октября 2014 г.