

РЕЗУЛЬТАТЫ

публичной защиты диссертации на соискание степени доктора наук

Соискатель: Фаизов Ильшат Альбертович

Диссертация на тему «Фазовые превращения «растворение-выделение» в низколегированных сплавах системы Cu-Cr-Zr при интенсивной пластической деформации» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния

РЕШЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.080.03

ОТ 05.10.2017 Г.

О ПРИСУЖДЕНИИ ФАИЗОВУ ИЛЬШАТУ АЛЬБЕРТОВИЧУ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

На основании публичной защиты диссертации Фаизова Ильшата Альбертовича на тему «Фазовые превращения «растворение-выделение» в низколегированных сплавах системы Cu-Cr-Zr при интенсивной пластической деформации», представленной на соискание ученой степени физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «физика конденсированного состояния», диссертационный совет Д 002.080.03 тайным голосованием принял решение присудить искомую степень.

Протокол № 13/17 от 5 октября 2017 г.

На заседании присутствовали 17 членов диссертационного совета.

Председатель: член-корреспондент РАН, д. физ.-мат.наук, Мулюков Радик Рафикович.

Члены совета: д. физ.-мат.наук Назаров Айрат Ахметович, д. физ.-мат.наук Имаев Марсель Фаниревич, д. физ.-мат.наук Александров Игорь Васильевич, д. физ.-мат.наук Астанин Владимир Васильевич, д. техн.наук Валитов Венер Анварович, д. физ.-мат.наук Дмитриев Сергей Владимирович, д. техн.наук Имаев Валерий Мазитович, д. техн.наук Имаев Ренат Мазитович, д. техн.наук Корзникова Галия Фердинандовна, д. техн.наук Кузеев Искандер Рустемович, д. техн.наук Лутфуллин Рамиль Яватович, д. техн.наук Маркушев Михаил Вячеславович, д. физ.-мат.наук Мигранов Наиль Галиханович, д. физ.-мат.наук Скалдин Олег Алексеевич, д. техн.наук Утяшев Фарид Зайнуллаевич, д. физ.-мат.наук Юмагузин Юлай Мухаметович.

Результаты голосования:

за присуждение ученой степени – 17,
против присуждения ученой степени – 0,
недействительных бюллетеней – 0.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 002.080.03



М.Ф. Имаев

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.080.03

на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук (ИПСМ РАН) по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 05 октября 2017 г., протокол № 13/17

О присуждении Фаизову Ильшату Альбертовичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Фазовые превращения «растворение-выделение» в низколегированных сплавах системы Cu-Cr-Zr при интенсивной пластической деформации» по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» принята к защите 22 июня 2017 г., протокол № 8/17, диссертационным советом Д 002.080.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук, адрес: 450001, г. Уфа, ул. Степана Халтурина, 39, Приказ Министерства образования и науки РФ о создании совета - № 785/нк от 10.07.2015 г.

Соискатель Фаизов Ильшат Альбертович, дата рождения – 29.05.1988 г.

В 2011 г. окончил ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» Министерства образования и науки РФ.

В 2014 г. окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО "Башкирский государственный университет" Министерства образования и науки Российской Федерации по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Соискатель работает младшим научным сотрудником в Институте проблем сверхпластичности металлов РАН.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, **Рааб Георгий Иосифович**, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет», ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

1. **Глезер Александр Маркович**; доктор физико-математических наук; директор Института материаловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова в составе Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина», г. Москва;

2. **Горностырев Юрий Николаевич**; доктор физико-математических наук; главный научный сотрудник лаборатории теоретической физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН», г. Екатеринбург,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Институт проблем машиностроения РАН – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), г. Нижний Новгород, в своем положительном заключении, подписанном профессором, доктором физико-математических наук **Перевезенцевым Владимиром Николаевичем**, указала, что диссертационная работа Фаизова И.А. выполнена на актуальную тему и представляет собой логически выстроенную и завершенную научно-исследовательскую работу.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ по теме диссертации, из которых 5 опубликованы в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ, из них три индексируются в базе Scopus и одна в Web of Science.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Фаизова, С.Н. Неоднородность деформации при РКУП и влияние геометрии оснастки на пластическое течение / С.Н. Фаизова, Г.И. Рааб, Д.А. Аксенов, И.А. Фаизов, Н.Г. Зарипов, В.И. Семенов, Р.А. Фаизов // Деформация и разрушение материалов. – 2015. – №1. – С. 15–20.
2. Faizova, S.N. Physical Modelling as a Method to Estimate Plastic Flow Homogeneity During ECAP / S.N. Faizova, G.I. Raab, D.A. Aksenov, I.A. Faizov, N.G. Zaripov, V.I. Semenov, R.A. Faizov // Journal of Engineering Science and Technology Review. – 2014. – V.7, №5. – P. 16-19.
3. Фаизова, С.Н. Влияние размера частиц вторых фаз на характер разрушения ультрамелкозернистого сплава Cu - 0.1 % Sn / С.Н. Фаизова, Г.И. Рааб, И.А. Фаизов и др. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2016. – Т.59, №1. – С. 98–101.
4. Фаизов, И.А. Растворение частиц вторых фаз сплава системы Cu-Cr-Zr в условиях равноканального углового прессования / И.А. Фаизов, Г.И. Рааб, С.Н. Фаизова, Д.А. Аксенов, Н.Г. Зарипов, Д.В. Гундеров, О.В. Голубев // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Физика. – 2016, – Т.21, №3. – С. 1387–1391.
5. Фаизов, И.А. // Роль фазовых превращений в эволюцию дисперсных частиц в хромовых бронзах при равноканальном угловом прессовании / И.А. Фаизов, Г.И. Рааб, С.Н. Фаизова, Н.Г. Зарипов, Д.А. Аксенов // Письма о материалах. – 2016. – Т.6, №2. – С. 132–137.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв к.ф.-м.н. **Пилюгина В.П.**, с.н.с, заведующего лабораторией физики высоких давлений ИФМ УрО РАН. Отзыв положительный, имеется 2 замечания:
1. В автореферате не указано в атомных или в массовых процентах приводится содержание легирующих элементов. **2.** Следует отдать должное тому, что в работе

достигнута высокая точность измерения параметра решетки сплавов. Однако что в автореферате, что в тексте диссертации описаны лишь стандартные процедуры рентгеноструктурного и фазового анализа, к тому же достижение столь высокой точности измерения параметра решетки требуют тщательной юстировки рентгеновской аппаратуры. Однако в тексте автореферата и диссертации приводятся только общие положения метода.

2. Отзыв д.ф.-м.н. **Кайбышева Р.О.**, руководителя лаборатории механических свойств наноструктурных и жаропрочных материалов ФГАОУ ВПО НИУ «БелГУ», Отзыв положительный, имеется 5 замечаний: **1.** В таблице 1 приведены неинформативные подписи к столбцам, поэтому чтение таблицы оказывается затруднительным. **2.** Из текста автореферата не ясно, каким образом рассчитан средний диаметр частиц, используемый для расчетов дисперсионного упрочнения. **3.** В таблице 3 указана подозрительно низкая плотность дислокаций в состоянии поставки. **4.** Каким образом были выбраны следующие константы: напряжение трения решетки для меди, коэффициент зернограницного упрочнения, коэффициент дислокационного упрочнения α ? Из автореферата это не ясно. **5.** Не может ли разница в размерах частиц после различных обработок быть объяснена изменением морфологии выделений, и, следовательно, ошибкой в идентификации частиц? Так как разница в размерах частиц не слишком велика, не может ли изменение размера быть связано с изменением формы частиц?

3. Отзыв д.т.н. **Волкова А.Ю.**, заведующего лабораторией прочности ФГБУН «ИФМ им. М.Н. Михеева УрО РАН». Отзыв положительный, имеется 4 замечания: **1.** В самом первом предложении автореферата указывает на то, что исследуемые сплавы «обладают высокой электро- и теплопроводностью...». Однако, с точки зрения физики твердого тела эти две характеристики настолько тесно связаны, что из одной следует другое (и наоборот). Вероятно, такое начало было бы неплохим для далеких от науки читателей, но в автореферате по специальности «Физика конденсированного состояния» оно выглядит несколько странным. **2.** В целом, описание «Актуальности работы» изложено в автореферате наименее удачно: свою мысль диссертант оформил настолько витиевато и непоследовательно, что так и

осталось непонятно, как из работ Виноградова А.Ю. и др., а также Сагарадзе В.В. и др., диссертант пришел к мысли, что именно его работа «найдет приложение для выработки научно-обоснованных подходов к применению ИПД...» **3.** Также диссертанту можно было бы порекомендовать привести «Выводы» в соответствие с вынесенным на защиту «Основными положениями». **4.** Кроме того, не мешало бы сформулировать «Выводы» более кратко и четко. К примеру, неясно, что следует из Вывода 3, какую мысль хотел донести диссертант перечислением значений параметров решетки на различных этапах обработки.

4. Отзыв д.ф.-м.н. **Иванова К.В.**, с.н.с. ФГБУН «Институт физики прочности и материаловедения СО РАН». Отзыв положительный, имеется 2 замечания: **1.** Автор диссертации не всегда удачно выбирает терминологию для описания результатов исследований, например на страницах 10 и 12 автореферата разрушение частиц вторичных фаз названо механической фрагментацией, хотя под термином «фрагментация» в физике конденсированного состояния и материаловедения принято подразумевать разделение монокристалла или зерна в поликристалле на участки, имеющие малые разориентации кристаллической решетки друг относительно друга. **2.** На страницах 15 и 16 для описания процесса диффузии элементов из вторичных фаз в твердый раствор и обратно используется термин «массоперенос», не имеющий устоявшегося общепринятого значения в научной литературе

5. Отзыв д.ф.-м.н. **Коневой Н.А.**, заслуженного деятеля науки РФ, профессора каф. физики ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет» и к.т.н. **Поповой Н.А.**, доцента кафедры физики ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет». Отзыв положительный, имеется 1 замечание: **1.** Из таблицы 1 «Состав и морфологические признаки частиц вторых фаз» автореферата совершенно непонятно какие цифры приведены в таблице, а именно, размер или расстояние между частицами, не поставлена и размерность.

6. Отзыв д.т.н. , профессора Добаткина С.В., заведующего лабораторией ИМЕТ РАН. Отзыв положительный, имеется 4 замечания: **1.** При анализе результатов ДСК

исследования не учитываются типы частиц (частицы твердого раствора на основе Cr и Cu₅Zr выделяются при различных температурах) и изменения в температурах и порядке выделения частиц после деформации (изменение в температуре выделения частиц фазы Cu₅Zr под действием деформации достигает 150 °C). Кроме того, частицы Cu₅Zr до деформации выделяются при температуре около 520 °C, в то время, как съемка была проведена только до температуры 500 °C (стр.10-11). 2. Величина микротвердости Cu-Cr-Zr сплава до деформации (с низкой концентрацией легирующих элементов в твердом растворе) не может составлять 1830 МПа, значение слишком большое (стр. 11). 3. Для вихретокового метода определения электропроводности предел основной относительной допускаемой погрешности измерения составляет 2%. Ввиду этого погрешность для приведенного диапазона значений электропроводности (в пересчете на IACS) должна составлять 1,6-1,7% IACS. Погрешности, приведенные на рисунке 2а занижены (стр. 11). 4. Идентификация фаз на основе химического анализа вызывает сомнение. ЭДС имеет большую погрешность при анализе дисперсных частиц (т.к. происходит «захват» окружающей матрицы), ввиду чего, вместо одного типа частиц твердого раствора на основе Cr появляются до сих пор неизвестные фазы CuCr, CuCr₄ (стр. 15).

7. Отзыв д.ф.-м.н. профессора Лоткова А.И., заведующего лабораторией материаловедения сплавов с памятью формы Института физики прочности и материаловедения СО РАН. Отзыв положительный, имеется 2 замечания: 1. Не указано, в каких единицах приводится размер частиц в таблице 1 (стр.15). Приходится догадываться, что, наверное, в нанометрах. 2. Из автореферата также непонятно как измерялся размер частиц, когда их форма заметно отличалась от сферической.

В отзывах указано, что представленная работа имеет большое научное и практическое значение и по своей новизне и актуальности соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются компетентными в данной отрасли науки специалистами, широко

известны своими достижениями в данной области и способны определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны оригинальные экспериментальные методики, позволяющие охарактеризовать изменения в фазовом составе образцов низколегированной хромоциркониевой бронзы в различных исходных состояниях в ходе ИПД;

предложено объяснение механизмов возникновения высокой прочности в дисперсионно-твердеющих сплавах с УМЗ структурой, полученной интенсивным деформированием;

доказаны факты деформационно-индуцированного растворения частиц вторых фаз в хромо-циркониевых бронзах при равноканальном угловом прессовании и доминирование этого процесса над деформационно-стимулированным распадом твердого раствора при комплексной интенсивной пластической деформации (равноканальное угловое прессование в сочетании с кузнечной протяжкой и волочением);

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано наличие деформационно-индуцированного растворения частиц при деформациях порядка единицы как в условиях, когда равновесная концентрация твердого раствора близка к нулю, так и при наличии в исходном состоянии пересыщенного твердого раствора;

применительно к поставленным в диссертации задачам результативно использован метод статистического анализа характеристик распределения для описания эволюции ансамбля частиц вторых фаз;

изложены основные представления о механизмах деформационно-индуцированного растворения частиц, сделано заключение о наиболее

перспективных подходах к объяснению наблюдаемого явления в изучаемом классе сплавов;

раскрыты возможности дальнейшего совершенствования методов обработки дисперсионно-твердеющих сплавов с использованием ИПД на основе явного учета диффузионных фазовых превращений в ходе интенсивного деформирования и исследования условий получения их оптимального эффекта;

в рамках предположения об аддитивности вкладов в упрочнение различных механизмов изучено изменение их относительных вкладов в упрочнение на всех стадиях обработки материала в сравнении с упрочнением при стандартной промышленной технологии.

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

разработаны новые уточненные представления о механизмах формирования высокопрочного состояния хромоциркониевой бронзы с применением равноканального углового прессования;

определено оптимальное структурное состояние сплава, сочетающее высокую прочность и электропроводность и режимы для его получения;

созданы готовые изделия, используемые для полуавтоматической электродуговой сварки в защитной среде.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для экспериментальных работ результаты исследований микроструктуры и физико-механических свойств хромоциркониевой бронзы были получены на сертифицированном российскими метрологическими организациями оборудовании, входящем в состав Центра коллективного пользования Уфимского государственного авиационного технического университета;

применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс таких современных методов исследования, как дифференциальная

сканирующая калориметрия, рентгеноструктурный анализ, электронная и оптическая микроскопия, энергодисперсионный анализ, проводимый как в растровом микроскопе, так и непосредственно в колонне просвечивающего электронного микроскопа, EBSD-анализ, механические испытания на растяжение, метод экстракционных реплик;

идея базируется на наблюдаемых в других материалах неравновесных фазовых превращениях при интенсивной пластической деформации различной интенсивности, а также на экспериментальных данных по уже изученным особенностям ультрамелкозернистых структур на основе различных сплавов, в том числе медных, которые определяли направление исследований в данной работе;

использовано сравнение полученных результатов с литературными данными;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в литературе, например, размеров фрагментов получаемых ультрамелкозернистых структур, оценкой статистических данных по среднему расстоянию между частицами и среднему диффузионному пути хрома в меди при отжиге, по механическим свойствам;

использованы современный многоуровневый анализ микроструктуры, включающий определение среднего размера зерен/фрагментов методом секущих и исследование характера распределения частиц легирующих элементов методом экстракционных реплик, а также значительными статистическими выборками для анализируемых параметров размера и плотности распределения частиц (до 1500 частиц); сопоставлением структурных и фазовых изменений с физическими свойствами материала.

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном личном участии в научных экспериментах, апробации результатов исследования, обработке и анализе полученных результатов с последующим оформлением в виде научных публикаций

по выполненной работе. Все этапы экспериментальных исследований выполнены при активном непосредственном участии соискателя.

На заседании 05 октября 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Фаизову И.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», 8 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 присуждение ученой степени – 17, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета,

д. ф.-м. н., профессор

Ученый секретарь диссертационного совета,

д. ф.-м. н.



Мулюков Радик Рафикович

Имаев Марсель Фаниревич

05 октября 2017 г.