

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.133.01,
СОЗДАННОГО 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 ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ
НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.10.2023, № 11

О присуждении Осинникову Егору Вячеславовичу, гражданину России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Состояние границ зерен и зернограничная диффузия в Ni и Nb, подвергнутых интенсивной пластической деформацией» по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния принята к защите 23.06.2023, протокол № 4, диссертационным советом 24.1.133.01, созданным 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 Осинников Егор Вячеславович, 1994 года рождения, в 2018 году окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» (УрФУ) по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Осинников Е.В. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, год окончания аспирантуры 2022, работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории диффузии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории прочности Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург.

Научный руководитель – доктор технических наук Попов Владимир Владимирович является главным научным сотрудником лаборатории диффузии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (ИФМ УрО РАН), г. Екатеринбург.

Официальные оппоненты:

- 1) Страумал Борис Борисович, доктор физико-математических наук, руководитель Научного центра Российской академии наук в Черноголовке Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела им. Ю.А. Осипяна Российской академии наук, заведующий лабораторией поверхностей раздела в металлах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела им. Ю.А. Осипяна Российской академии наук, г. Черноголовка.
- 2) Гущина Наталья Викторовна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории пучковых воздействий, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург

– дали положительные отзывы на диссертацию Е. В. Осинникова.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения имени Э.С. Горкунова Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, в своем положительном заключении, подписанном директором Швейкиным Владимиром Павловичем, доктором технических наук, указала, что «диссертационная работа Осинникова Егора Вячеславовича на тему «Состояние границ зерен и зернограничная диффузия в Ni и Nb, подвергнутых интенсивной пластической деформацией», представленная на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, является завершённой научно-квалификационной работой, которая вносит вклад в решение актуальной задачи по определению влияния интенсивной пластической деформации методом кручения под высоким давлением на состояние границ зерен в Ni и Nb.

Диссертационная работа Осинникова Егора Вячеславовича на тему «Состояние границ зерен и зернограничная диффузия в Ni и Nb, подвергнутых интенсивной пластической деформацией» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям. Ее автор, Осинников Егор Вячеславович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.»

Соискатель имеет 13 опубликованных работ (6,47 печатных листов), в том числе по теме диссертации 7 работ, из них статей, опубликованных в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях и входящих в перечень ВАК – 7.

В результате проведённых исследований автором получены данные о состоянии неравновесных границ зерен в никеле и ниобии, формирующихся при деформации кручением под высоким давлением, и проанализировано их

влияние на свойства крупнокристаллических и ультрамелкозернистых никеля и ниобия.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Grain Boundary Diffusion of ^{57}Co in Nickel / V.V. Popov, **E. V. Osinnikov**, S.A. Murzinova, A.V. Stolbovsky, R.M. Falahutdinov // Journal of phase equilibria and diffusion. – 2020. – V. 41. – P. 132–137.
2. Разработка методики послойного радиометрического анализа методом электролитического снятия слоев для определения параметров зернограничной диффузии кобальта в поликристаллическом никеле / А.Ю. Истомина, **Е.В. Осинников** // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2020. – Т. 12. – С. 62–69.
3. Механизм зернограничной диффузии и зернограничная сегрегация ^{57}Co в поликристаллическом ниобии / В.В. Попов, **Е.В. Осинников** // Физика металлов и металловедение. – 2021. – Т. 122. – С. 957–962.
4. Зернограничная диффузия ^{57}Co в ультрамелкозернистом никеле, полученном интенсивной пластической деформацией / **Е.В. Осинников**, С.А. Мурзинова, А.Ю. Истомина, В.В. Попов, А.В. Столбовский, Р.М. Фалахутдинов // Физика металлов и металловедение. – 2021. – Т. 122. – С. 1049–1053.
5. Применение сканирующей туннельной микроскопии для оценки степени неравновесности границ зерен в никеле, полученном кручением под высоким давлением / **Е.В. Осинников**, И.В. Блинов, А.Ю. Истомина, В.В. Попов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2022. – Т. 14. – С. 79–85.
6. Эмиссионная мессбауэровская спектроскопия границ зерен ультрамелкозернистого ниобия, полученного интенсивной пластической деформацией / В.В. Попов, **Е.В. Осинников**, Р.М. Фалахутдинов // Физика металлов и металловедение. – 2022. – Т. 123. – С. 881–887.

7. Зернограничная диффузия ^{57}Co в ниобии / В.В. Попов, А. Ю. Истомина, **Е.В. Осинников**, Р.М. Фалахутдинов // Физика металлов и металловедение. – 2023. – Т. 3. – С. 1–5.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов:

1. От кандидата геолого-минералогических наук Берзина Степана Васильевича, заведующего лабораторией региональной геологии и геотектоники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии и геохимии им. академика А. Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург.

Без замечаний

2. От доктора физико-математических наук Гапонцева Виталия Леонидовича, профессора, профессора-консультанта кафедры математических и естественнонаучных дисциплин Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Российский государственный профессионально-педагогический университет, г. Екатеринбург.

Замечания:

1. «Деформация методом сдвига под давлением не позволяет формировать достаточно массивные образцы. Какими критериями можно обосновать перенос полученных в работе результатов на другие методы интенсивной пластической деформации?»

2. «Из автореферата не ясно, каков характер зависимости параметров зернограничной диффузии от степени деформации (числа оборотов наковальни)»

3. От доктора физико-математических наук Грабовецкой Галины Петровны, ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск.

Замечания:

1. «В автореферате отсутствует электронно-микроскопическое изображение границ зерен Ni и Nb в исходном состоянии. Поэтому из автореферата не ясно, насколько вывод 1 справедлив»

4. От доктора физико-математических наук Кайбышева Рустама Оскаровича, профессора кафедры материаловедения и нанотехнологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г Белгород.

Замечания:

1. Из текста автореферата неясно, чем был обусловлен выбор кобальта в качестве диффундирующего элемента для исследования кинетики диффузии в никеле и ниобии.

2. При прочтении раздела автореферата, посвященного описанию второй главы не указано:

а) какой тип индентора был использован при измерении твердости исследуемых образцов.

б) какое количество измерений профиля границ зерен было проведено для каждого исследуемого образца.

5. От доктора физико-математических наук Александрова Игоря Васильевича, профессора кафедры металловедения и физики металлов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа.

Без замечаний.

6. От доктора технических наук Лобанова Михаила Львовича, профессора кафедры термообработки и физики металлов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

Замечания:

1. Термин «граница зерна» в разных аспектах в автореферате звучит 21 раз. При этом нигде не отражена модель границы или авторское представление о ее структуре, которое используется при анализе процессов.

2. В первом выводе констатируется существенное различие в поведении при ИПД Ni и Nb: «При интенсивной пластической деформации Ni и Nb методом кручения под высоким давлением структура измельчается до субмикрористаллической в случае Ni и нанокристаллической в случае Nb». При этом в тексте автореферата отсутствуют возможные причины данных различий.

7. От доктора технических наук Емелюшина Алексея Николаевича, профессора кафедры литейных процессов и материаловедения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск.

Замечания:

1. Первую часть пункта 2 новизны о том, что «границы зерен в ультрамелкозернистых Ni и Nb, полученных интенсивной пластической деформацией, находятся в деформационно-модифицированном (неравновесном) состоянии» вряд ли стоит считать новизной.

2. Следует пояснить п. 3 новизны. Если считать, что атомы на границе зерен располагаются не совсем правильно, то по каким междоузлиям двигаются диффундирующие атомы?

3. В работе не отмечен вклад дислокационного упрочнения.

8. От доктора технических наук Платова Сергея Иосифовича, заведующего кафедрой машин и технологий обработки давлением и машиностроения; доктора технических наук, Дёмы Романа Рафаэлевича, доцента кафедры машин и технологий обработки давлением и машиностроения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск.

Без замечаний.

9. От доктора физико-математических наук профессора Хины Бориса Борисовича, главного научного сотрудника лаборатории высоких давлений и специальных сплавов Физико-технического института Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Беларусь.

Замечания:

1. Рисунок 4б и рис. 5 в автореферате – это одно и то же, они различаются только предельными значениями по координатным осям.
2. На стр. 18 (первый абзац) автор ссылается на таблицу 7 вместо таблицы 8.
3. Из результатов месмбауэровских исследований для крупнозернистого и УМЗ ниобия (рис. 10 и 11) сделан вывод о ЗГД атомов Со по межузельному механизму в обоих случаях (стр. 23). При этом в УМЗ металле наблюдается (рис. 3) уширение ГЗ, что говорит об их неравновесном состоянии, т.е. о большем свободном объеме в ГЗ. Возникает вопрос: может ли последний фактор влиять на механизм диффузии при температурах ниже начала возврата в ГЗ (473 К для Ni и 673-723 К для Nb (см. стр. 4))?

10. От кандидата физико-математических наук Семенкина Владимира Алексеевича, старшего научного сотрудника кафедры экспериментальной физики физико-технологического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина.

Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов доктора физико-математических наук, руководителя Научного центра Российской Академии Наук в Черноголовке Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела им. Ю.А. Осипьяна, заведующего лабораторией поверхностей раздела в металлах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела им. Ю.А. Осипьяна Российской академии наук Б.Б. Страумала и кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории пучковых

воздействий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института электрофизики Уральского отделения Российской академии наук Н.В. Гущиной, а также ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. Э.С. Горкунова Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, обосновывается публикациями оппонентов, тематикой структурного подразделения ведущей организации, относящимися к сфере исследований, которым посвящена диссертация.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

решена проблема по определению влияния интенсивной пластической деформации методом кручения под высоким давлением на состояние границ зерен в крупнокристаллических и ультрамелкозернистых никеле и ниобии.

1. Определены параметры зернограничной диффузии (коэффициенты зернограничной диффузии, энергии активации, коэффициенты зернограничной сегрегации, тройные произведения) в крупнокристаллических и ультрамелкозернистых никеле и ниобии, полученных кручением под высоким давлением.

2. На основании диффузионных и мессбауэровских исследований показано, что границы зерен в ультрамелкозернистых никеле и ниобии, полученных кручением под высоким давлением, находятся в деформационно-модифицированном (неравновесном) состоянии, а также установлены температурные интервалы существования неравновесных границ зерен в никеле и ниобии.

3. Показано, что атомы кобальта, диффундирующие по границам зерен крупнокристаллического и ультрамелкозернистого ниобия, находятся в междоузлиях, что свидетельствует о реализации межузельного механизма зернограничной диффузии.

4. Установлено, что основным механизмом упрочнения в ультрамелкозернистых никеле и ниобии, полученных кручением под высоким давлением, является зернограничное упрочнение, а вклад микронапряжений относительно невелик.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что систематическое исследование эволюции структуры никеля и ниобия при интенсивной пластической деформации методом кручения под высоким давлением дает вклад в понимание процессов, происходящих в материалах при интенсивной пластической деформации, и способствует развитию нанотехнологий, обеспечивающих создание материалов с уникальными свойствами.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что экспериментальные исследования, представленные в диссертационной работе, проведены с помощью метрологически аттестованного оборудования и апробированных методик.

Личный вклад соискателя состоит в том, что постановка задач исследования проводилась диссертантом Е.В. Осинниковым совместно с научным руководителем В.В. Поповым. Все результаты, приведенные в диссертации, получены либо самим автором, либо при его непосредственном участии под руководством научного руководителя В.В. Попова. Соискатель лично готовил образцы для структурных исследований, для послойного радиометрического анализа и мессбауэровских исследований. Соискатель лично проводил мессбауэровские исследования. Послойный радиометрический анализ проводился автором совместно с Р.М. Фалахутдиновым и А.Ю. Истоминой.

Электронно-микроскопические исследования были выполнены Е.Н. Поповой при участии В.В. Макарова. Исследования методом сканирующей

микроскопии выполнены с Н.В. Николаевой при участии автора. Рентгенографические исследования были выполнены В.С. Гавико. Съемка на туннельном микроскопе проводилась И.В. Блиновым при участии автора. Все электронно-микроскопические и рентгенографические исследования были выполнены в Центре коллективного пользования ИФМ УрО РАН. Деформирование образцов методом КВД проводилось на оборудовании лаборатории физики высоких давлений ИФМ УрО РАН при участии В.П. Пилюгина и Р.М. Фалахутдинова.

Обработка всех результатов исследований была выполнена автором совместно с научным руководителем.

Подготовка публикаций проводилась совместно с научным руководителем В.В. Поповым.

Диссертация является научно-квалификационной работой, посвящённой решению актуальной задачи по определению влияния интенсивной пластической деформации методом кручения под высоким давлением на состояние границ зерен в никеле и ниобии, и соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 26.05.2020 г. № 751 в ред. от 18.03.2023 № 415.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

На заседании 27.10.2023, проведённом в очном режиме, диссертационный совет принял решение присудить Осинникову Егору Вячеславовичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 1.3.8. Физика конденсированного состояния, 7

докторов наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений, 7 докторов наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – нет, проголосовали: «за» – 20, «против» – нет, «недейств.» – нет.

Председатель диссертационного совета

доктор физ.-мат. наук

В.В. Устинов

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор физ.-мат. наук

Т.Б. Чарикова

30 октября 2023 г.