

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.13 созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 11 сентября 2015 года публичной защиты диссертации Зиновьевой Ольги Сергеевны «Механические аспекты формирования мезоскопического деформационного рельефа на поверхности нагруженных поликристаллов» по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Время начала заседания: 10.00

Время окончания заседания: 11.30

На заседании присутствуют 19 из 27 членов диссертационного совета, из них 8 докторов наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела:

| | | | |
|-----|--|--------------------|----------|
| 1. | Васенин Игорь Михайлович, заместитель председателя диссертационного совета | д-р физ.-мат. наук | 01.02.05 |
| 2. | Христенко Юрий Федорович, ученый секретарь диссертационного совета | д-р техн. наук | 01.02.04 |
| 3. | Архипов Владимир Афанасьевич | д-р физ.-мат. наук | 03.00.16 |
| 4. | Биматов Владимир Исмагилович | д-р физ.-мат. наук | 01.02.05 |
| 5. | Бутов Владимир Григорьевич | д-р физ.-мат. наук | 01.04.14 |
| 6. | Ворожцов Александр Борисович | д-р физ.-мат. наук | 01.02.05 |
| 7. | Глазунов Анатолий Алексеевич | д-р физ.-мат. наук | 01.02.05 |
| 8. | Глазырин Виктор Парфирьевич | д-р физ.-мат. наук | 01.02.04 |
| 9. | Зелепугин Сергей Алексеевич | д-р физ.-мат. наук | 01.02.04 |
| 10. | Крайнов Алексей Юрьевич | д-р физ.-мат. наук | 03.00.16 |
| 11. | Кульков Сергей Николаевич | д-р физ.-мат. наук | 01.02.04 |
| 12. | Люкшин Борис Александрович | д-р техн. наук | 01.02.04 |
| 13. | Макаров Павел Васильевич | д-р физ.-мат. наук | 01.02.04 |
| 14. | Прокофьев Вадим Геннадьевич | д-р физ.-мат. наук | 01.04.14 |
| 15. | Скрипняк Владимир Альбертович | д-р физ.-мат. наук | 01.02.04 |
| 16. | Тимченко Сергей Викторович | д-р физ.-мат. наук | 01.02.05 |
| 17. | Черепанов Олег Иванович | д-р физ.-мат. наук | 01.02.04 |
| 18. | Шрагер Геннадий Рафаилович | д-р физ.-мат. наук | 01.02.05 |
| 19. | Шрагер Эрнст Рафаилович | д-р физ.-мат. наук | 01.04.14 |

Заседание провёл заместитель председателя диссертационного совета доктор физико-математических наук, профессор Васенин Игорь Михайлович.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить О.С. Зиновьевой учёную степень кандидата физико-математических наук.

Заключение диссертационного совета Д 212.267.13
на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Министерства образования и науки Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 11.09.2015 г., № 221

О присуждении **Зиновьевой Ольге Сергеевне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Механические аспекты формирования мезоскопического деформационного рельефа на поверхности нагруженных поликристаллов»** по специальности **01.02.04** – Механика деформируемого твердого тела принята к защите 02.07.2015 г., протокол № 220, диссертационным советом Д 212.267.13 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 203-161 от 08.02.2008 г.).

Соискатель **Зиновьева Ольга Сергеевна**, 1990 года рождения.

В 2013 году соискатель окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

В 2015 году соискатель очно окончила аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности инженера лаборатории механики структурно-неоднородных сред в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук Федерального агентства научных организаций.

Диссертация выполнена на кафедре механики деформируемого твердого тела федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации и в лаборатории механики структурно-неоднородных сред федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук Федерального агентства научных организаций.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, **Романова Варвара Александровна**, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория механики структурно-неоднородных сред, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Вильдеман Валерий Эрвинович, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра механики композиционных материалов и конструкций, профессор

Лавриков Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория механики деформируемого твердого тела и сыпучих сред, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «**Томский государственный архитектурно-строительный университет**», г. Томск, в своем положительном заключении, подписанном **Радченко Андреем Васильевичем** (доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой

геоинформатики и кадастра), указала, что актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью изучения деформационного рельефа поверхности в связи с его отрицательным влиянием на эксплуатационные характеристики материала, а также для получения информации о внутреннем состоянии материала. Новыми являются результаты и выводы относительно напряженного состояния поликристалла, которое приводит к образованию рельефа на свободной от нагрузки поверхности, закономерностей формирования и развития рельефа, а также о роли зеренной структуры в данных процессах. Полученные в диссертационной работе результаты носят фундаментальный характер и могут быть использованы в научно-исследовательских организациях для анализа поведения материалов и конструкций в условиях механического нагружения.

Соискатель имеет 59 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 41 работа, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 11 (из них 5 статей в изданиях, индексируемых в Web of Science), в зарубежном научном журнале – 1, в сборнике статей – 1, в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-практических конференций – 28 (из них 1 зарубежная конференция). Общий объем работ – 12.07 п.л., авторский вклад – 6.13 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Romanova V. Numerical analysis of strain-induced surface phenomena in aluminum alloys / V. Romanova, R. Balokhonov, **O. Zinovieva**, E. Batukhtina // AIP Conference Proceedings. – 2014. – V. 1623. – P. 527–530. – 0.3 / 0.15 п.л. – DOI: 10.1063/1.4898998

2. Романова В. А. Формирование мезоскопического рельефа на поверхности стальных образцов при одноосном растяжении: эксперимент и моделирование / В. А. Романова, **О. С. Зиновьева**, Р. Р. Балохонов, В. А. Ковалев // Деформация и разрушение материалов. – 2012. – № 5. – С. 32–40. – 0.66 / 0.33 п.л.

3. Romanova V. A. On the role of internal interfaces in the development of mesoscale surface roughness in loaded materials / V. A. Romanova, R. R. Balokhonov, **O. S. Emelyanova (Zinovieva)** // Physical Mesomechanics. – 2011. – V. 14, I. 3–4. – P. 159–166. – 0.72 / 0.36 п.л. – DOI: 10.1016/j.physme.2011.08.007

На автореферат поступило 7 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **В.Л. Попов**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой системной динамики и физики трения Института механики Берлинского технического университета, Германия, *без замечаний*.
2. **Е.В. Шилько**, д-р физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории компьютерного конструирования материалов Института физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, *без замечаний*.
3. **И.Ф. Головнев**, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник лаборатории «Физика быстропротекающих процессов» Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, г. Новосибирск, *с замечаниями*: одной из наиболее сильных граней работы является исследование влияния формы, размеров и ориентации зерен относительно поверхности, что формирует связь мезо- и макромасштабного уровней в исследуемой модели влияния внутреннего состояния системы на рельеф свободной поверхности, однако в автореферате отсутствует информация о генерации формы, размеров и ориентации зерен (начальные данные); для иллюстрации правомерности выбора расчетных параметров следовало привести информацию о связи размеров зерен с параметрами численной схемы в методе Уилкинса.
4. **М.М. Немирович-Данченко**, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры геофизики Национального исследовательского Томского политехнического университета, *с замечанием*: из автореферата не ясно, как влияет кристаллографическая текстура на характеристики рельефа.
5. **С.В. Смирнов**, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., директор Института машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург, *с замечанием*: из автореферата не ясно, как в вычислительной постановке задачи были заданы границы между структурными элементами, и учитывалось ли их упрочняющее влияние.
6. **О.В. Башков**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Материаловедение и технологии новых материалов» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета, *с замечанием*: в автореферате отсутствуют данные численного моделирования деформационного рельефа со значительно большей вариативностью размеров зерна, нежели приведена в работе (15 и 30 мкм), так как реальный размер зерен может иметь меньшие размеры, и однозначно судить об оптимальности выбора размера зерна, равного 15 мкм, для «наилучшей» аппроксимации значений высот точек поверхности, не совсем

оправдано. 7. **О.Б. Наймарк**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий лабораторией физических основ прочности Института механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь, и **М.В. Банников**, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории физических основ прочности Института механики сплошных сред УрО РАН, г. Пермь, *с замечанием*: в автореферате не приводится сравнение полученных численных результатов по образованию деформационного рельефа с экспериментальными результатами других авторов.

В отзывах отмечается, что исследование процессов формирования поверхностного рельефа важно для определения ресурса деталей и элементов конструкций. Автором получен ряд новых научных результатов, включая установление взаимосвязи внутреннего состояния структуры и деформационного рельефа поверхности, что обуславливает возможность использования полученных результатов для анализа состояния конструкций в процессе механического нагружения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что в сферу интересов В.Э. Вильдемана входят механика перспективных конструкционных и функциональных материалов, механика деформирования структурно-неоднородных сред, теория определяющих соотношений, нелинейная механика деформируемого твердого тела, вычислительная механика сред со структурой, соответствующие тематике диссертации; в сферу интересов С.В. Лаврикова входят вычислительная механика деформируемых материалов, математические модели сред со структурой, численные методы в механике деформируемого твердого тела, механика деформирования структурно-неоднородных сред, нелинейная механика деформируемого твердого тела, соответствующие тематике диссертации; Томский государственный архитектурно-строительный университет является одним из ведущих вузов в области механики деформируемого твердого тела, в котором ведутся исследования в соответствующих диссертации сферах науки, а именно механика перспективных конструкционных и функциональных материалов, вычислительная механика деформируемых материалов, прочность материалов, механика деформирования структурно-неоднородных сред, методы математического моделирования, нелинейная механика деформируемого твердого тела.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

продемонстрирована определяющая роль зеренной структуры материала в формировании и эволюции мезоскопического деформационного рельефа на свободной поверхности поликристаллов;

установлены закономерности формирования и развития поверхностного деформационного рельефа в нагруженных поликристаллах на примере алюминиево-магниевого сплава и ферритно-мартенситных сталей в зависимости от исходных характеристик структурной неоднородности материалов (форма и размер зерна, упрочнение поверхности) методами численного моделирования;

показано, что образование деформационного рельефа на свободной поверхности поликристаллов при растяжении обусловлено действием в направлении по нормали к свободной поверхности внутренних напряжений, характеризующихся квазипериодическим распределением локальных областей растяжения и сжатия.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

в работе получены результаты фундаментального характера, которые вносят вклад в расширение существующих представлений о деформационных процессах, происходящих на свободной поверхности нагруженного материала, а именно

выявлены закономерности и особенности формирования и эволюции мезоскопического поверхностного деформационного рельефа в поликристаллах при растяжении;

численно исследованы процессы упругопластической деформации металлов с явным рассмотрением неоднородной структуры в условиях растяжения и проанализирована их связь с формированием рельефа;

изучено влияние характеристик структурной неоднородности, таких как форма и размер зерна, упрочненный поверхностный слой, и граничных условий на боковых поверхностях поликристаллических образцов на закономерности формирования и развития деформационного рельефа.

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

установленные закономерности и особенности формирования и развития деформационного рельефа на свободной поверхности поликристаллов при механическом нагружении могут быть учтены при разработке новых материалов.

результаты и выводы, представленные в работе, могут быть применены при разработке методик неразрушающего контроля.

установленные факты и выявленные закономерности формирования и развития рельефных структур на поверхности нагруженных поликристаллов имеют перспективу быть использованными при разработке рекомендаций для подавления нежелательных эффектов, связанных с образованием рельефа.

построенные модели могут применяться для решения задач механики материалов и компьютерного моделирования.

Результаты диссертации получены при выполнении ряда проектов, включая гранты Президента РФ, РФФИ, РНФ, отмечены наградами по итогам 8 конкурсов различного уровня, включая присуждение по итогам конкурса 2013 года медали РАН для студентов высших учебных заведений России за лучшую научную работу в области проблем машиностроения, механики и процессов управления.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы в учреждениях РАН и высших учебных заведениях, таких как Институт механики сплошных сред УрО РАН (г. Пермь), Уфимский государственный нефтяной технический университет (г. Уфа), Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (г. Санкт-Петербург), Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Институт механики УрО РАН (г. Ижевск) и др.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

использованы корректные математическая и физическая постановки задачи деформирования структурно-неоднородной среды;

для решения задачи использованы апробированные методы;

проведена серия тестовых расчетов, на основании которых выбраны параметры численной схемы, необходимые для корректного описания деформационного поведения нагруженных поликристаллов;

проведено сравнение полученных результатов численного моделирования с экспериментальными данными и численными результатами, полученными другими авторами.

Новизна результатов диссертационного исследования заключается в том, что в рамках численного моделирования выявлено определяющее влияние внутренних напряжений, действующих ортогонально к свободной поверхности, на формирование деформационного рельефа; показана роль структуры материала в возникновении мезоскопического рельефа, включая влияние формы зерна и наличия упрочненной поверхности.

Личный вклад автора заключается в непосредственном участии в выполнении, обработке и анализе всех расчетов, проведенных в работе. Постановка задач кандидатской диссертации и обсуждение результатов проводились совместно с научным руководителем. Автор принимала личное участие в апробации результатов исследования. При активном участии автора подготовлены основные публикации по теме диссертации.

Диссертация соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи установления закономерностей формирования и эволюции деформационного рельефа на свободной поверхности поликристаллов в условиях механического нагружения, имеющей значение для развития механики деформируемого твердого тела.

На заседании 11.09.2015 г. диссертационный совет принял решение присудить **Зиновьевой О.С.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета
Ученый секретарь
диссертационного совета



Васенин Игорь Михайлович

Христенко Юрий Федорович

11 сентября 2015 г.