

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.13 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 17.12.2020 г. № 4

О присуждении Иванову Ивану Владимировичу, гражданство Российская Федерация, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Применение методов дифракции синхротронного излучения и математического моделирования для анализа структуры титановых сплавов, формируемой при деформационном, термическом и фрикционном воздействии» по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении) принята к защите 13 октября 2020 г., протокол № 13 диссертационным советом Д 212.173.13 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, Приказ 2151-1573 от 26 декабря 2008 г.

Соискатель Иванов Иван Владимирович 1994 года рождения. В 2016 году соискатель окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ). В августе 2020 г. окончил очную аспирантуру Новосибирского государственного технического университета. В настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника в научно-исследовательской лаборатории физико-химических технологий и функциональных материалов Новосибирского государственного технического университета.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения в машиностроении Новосибирского государственного технического университета, Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент Батаев Иван Анатольевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», профессор кафедры материаловедения в машиностроении, заведующий научно-исследовательской лабораторией физико-химических технологий и функциональных материалов.

**Официальные оппоненты:**

Цыбуля Сергей Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», главный научный сотрудник лаборатории структурных методов исследования;

Ковалевская Жанна Геннадьевна, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», доцент отделения материаловедения инженерной школы новых производственных технологий.

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, **в своем положительном заключении**, подписанном Ситниковым Александром Андреевичем, доктором технических наук, профессором, директором производственного внедренческого комплекса прикладных исследований и разработок указал, что диссертация И.В. Иванова представляет собой научно-квалификационную работу, удовлетворяющую критериям Положения о присуждении ученых степеней (п. 9). В работе изложены новые научно обоснованные механизмы дислокационных преобразований, имеющих место в структуре ряда титановых сплавов, подвергнутых деформационному, тепловому и фрикционному воздействиям. Автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении).

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 6. Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде трудов и материалов международных и всероссийских научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 6,12 п.л., авторский вклад – 2,66 п.л. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Application of different diffraction peak profile analysis methods to study the structure evolution of cold-rolled hexagonal  $\alpha$ -titanium [Текст] / I. V. Ivanov, D. V. Lazurenko, A. Stark, F. Pyczak, A. Thömmes, I. A. Bataev // *Metals and Materials International*. – 2020. – Vol. 26, no. 1. – P. 83–93.

2. A novel operando approach to analyze the structural evolution of metallic materials during friction with application of synchrotron radiation [Текст] / I. A. Bataev, D. V. Lazurenko, A. A. Bataev, V. G. Burov, I. V. Ivanov, K. I. Emurlaev, A. I. Smirnov, M. Rosenthal, M. Burghammer, D. A. Ivanov, K. Georgarakis, A. A. Ruktuev, T. S. Ogneva, A. M. J. Jorge // *Acta Materialia*. – 2020. – Vol. 196. – P. 355–369.

3. Rearrangements of dislocations during continuous heating of deformed TiNb alloy observed by in-situ synchrotron X-ray diffraction [Текст] / I. V. Ivanov, K. I. Emurlaev, D. V. Lazurenko, A. Stark, I. A. Bataev // *Materials Characterization*. – 2020. – Vol. 166. – P. 110403.

**На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов**, все они положительные: отзыв от декана электротехнического факультета Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, д-ра техн. наук, доцента Хараева Ю. П. (без замечаний); отзыв от доцента кафедры сварочное, литейное производство и материаловедение Пензенского государственного университета канд. техн. наук Крюкова Д. Б. (замечания об объеме второго пункта научной новизны; доверительных интервалах измеренных значений); отзыв от заведующего кафедрой машиностроения и материаловедения Поволжского государственного технологического университета, д-ра техн. наук, профессора Алибекова С. Я. (без замечаний); отзыв от ведущего научного сотрудника Института проблем сверхпластичности металлов РАН д-ра техн. наук Валитова В. А. (замечание о количестве публикаций указанных в автореферате); отзыв от заведующего кафедрой естественнонаучных дисциплин им. профессора В.М. Финкеля Сибирского государственного индустриального университета д-ра ф.-м..

наук, профессора Громова В. Е. и канд. техн. наук, доцента, С.А. Невского (замечания об отсутствии описания математических моделей; о многословном названии диссертационной работы); отзыв от начальника сектора Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» канд. техн. наук Кашапова О. С. (замечание о росте плотности дислокаций при температурах, близких к комнатной); отзыв от главного научного сотрудника управления научно-исследовательской деятельностью Комсомольского-на-Амуре государственного университета д-ра техн. наук Муравьева В.И. (без замечаний); отзыв от профессора кафедры технологии машиностроения Кузбасского государственного технического университета, д-ра техн. наук, профессора Смирнова А.Н. (замечание по фотографии микроструктуры); отзыв от заведующего кафедрой металлургических технологий НТИ (филиал) УрФУ, д-ра техн. наук, доцента, Шевченко О.И. (без замечаний).

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** близостью решаемых ими научных задач к тематике диссертационной работы, наличием публикаций по структуре и свойствам различных титановых сплавов, а также их опытом в использовании рентгеновского излучения для исследования структуры материалов.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** экспериментальная методика для оценки структуры титановых сплавов, позволившая выявить качественно новые закономерности эволюции дислокационной структуры при нагреве деформированного технически чистого титана и титанового сплава Ti45Nb;

**предложены** оригинальные суждения о механизме перемещения дислокаций в сплаве Ti45Nb, объясняющие характер изменения полей упругих искажений вблизи дислокаций в диапазоне температур 400-520 °С;

**доказана** перспективность использования подходов, основанных на дифракции синхротронного излучения для оценки дефектного состояния титановых сплавов, подвергнутых фрикционному воздействию;

**введены** – новые понятия и термины не вводились.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения о применимости профильного анализа рентгенограмм, полученных методом дифракции синхротронного излучения, для расширения представлений о механизмах формирования дислокационной структуры титановых сплавов в процессах пластической деформации, нагрева и трения скольжения;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** методы профильного анализа результатов дифракции синхротронного излучения в сочетании с методами математического моделирования, а также комплекс базовых методов исследований в области материаловедения, в том числе методы механических испытаний, растровой и просвечивающей электронной микроскопии; **изложены** факты, свидетельствующие о формировании области с меньшей плотностью дислокаций при высокоскоростном соударении титанового стержня о стальную преграду;

**раскрыты** причины проявления циклических изменений количества дефектов кристаллического строения в поверхности титановых сплавов в условиях жесткого фрикционного воздействия;

**изучены** причины формирования неоднородной дислокационной структуры в титановых стержнях в условиях высокоскоростной деформации;

**модернизация** существующих математических моделей, алгоритмов и/или численных методов не проводилась.

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

**разработана** оригинальная триботехническая установка, позволяющая проводить испытания материалов в условиях трения скольжения с одновременным исследованием дислокационной структуры поверхностных слоев металлических сплавов методом дифракции синхротронного излучения; установка эксплуатируется в международном центре синхротронного излучения в г. Гренобль (Франция); результаты исследований **внедрены** в процесс подготовки бакалавров и магистров по направлениям «Материаловедение и технологии материалов» и «Наноинженерия» в НГТУ, а также на предприятиях АО «Институт прикладной физики», ПАО «Компания «Сухой» «Новосибирский авиационный завод им. В.П. Чкалова», и СНИИ им. Чаплыгина;

**определены** перспективы практического применения результатов исследований для анализа структуры сплавов на основе титана и других конструкционных и триботехнических материалов;

**создана** система практических рекомендаций для анализа дефектного состояния материалов кубической и гексагональной сингоний, формируемого в различных условиях внешнего воздействия;

**представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию методов изучения материалов триботехнического назначения.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ:** результаты получены с использованием сертифицированного аналитического и испытательного оборудования, уровень которого соответствует передовым лабораториям в области материаловедения, использован широкий спектр современных методов исследования, применены методы статистической обработки результатов экспериментальных измерений, показана воспроизводимость результатов исследований, проведенных по различным методикам;

**теория** построена на проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертационного исследования;

**идея** оценки дефектного состояния сплавов на основе титана с использованием методов профильного анализа рентгенограмм **базируется** на теоретических представлениях о возникновении упругих искажений кристаллической решетки в присутствии дислокаций и обобщении передового опыта специалистов в области рентгеноструктурного анализа;

**использованы** результаты экспериментальных исследований в сравнении с литературными данными о дислокационной структуре и свойствах пластически деформированных и термически обработанных титановых сплавов;

**установлено** отсутствие противоречий авторских результатов, полученных при исследовании структуры и свойств титановых сплавов, с данными, представленными в независимых литературных источниках;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации; база данных ICDD PDF-4+ при анализе рентгеновских дифрактограмм; программное обеспечение Ansys Autodyn и LAMMPS для проведения моделирования процессов соударения и нагрева.

**Личный вклад соискателя состоит в:** подготовке литературного обзора по тематике диссертации, постановке задач исследования, разработке программного обеспечения для анализа дифрактограмм; проведении исследований на источниках синхротронного излучения (ESRF (г. Гренобль, Франция), DESY (г. Гамбург, Германия), электронно-микроскопическом исследовании структуры полученных материалов (совместно с к.т.н. Руктуевым А.А. и аспирантом Тёммес А.), выполнении механических испытаний (совместно с к.т.н. Попелюх А.И.), проведении математического моделирования, апробации результатов исследования, обобщении полученных результатов, формулировании выводов и положений, выносимых на защиту и в подготовке основных публикаций.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация И.В. Иванова представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую всем критериям действующего Положения о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук, в которой содержится решение научной задачи, связанной с анализом структуры титановых сплавов методами дифракции синхротронного излучения и математического моделирования и имеющей значение для развития материаловедения в машиностроении.

На заседании 17 декабря 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Иванову И. В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 8 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против – нет, воздержавшихся – нет.

Председатель диссертационног

Н.В. Пустовой

Ученый секретарь диссертацио  
«17» декабря 2020 г.

А.Г. Тюрин