

## Отзыв

научного руководителя на диссертационную работу Твердохлебовой Ассоль Валерьевны «Кристаллографический анализ картин дифракции и выявление роли кристаллографической ориентации при формировании фрагментированных структур в ионно-модифицированном поверхностном слое моно- и поликристаллов никелида титана», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Твердохлебова Ассоль Валерьевна, 1982 г. рождения, в период 2003-2006 гг. выполняла курсовые работы и магистерскую диссертацию в лаборатории физики высокопрочных кристаллов Сибирского физико-технического института ТГУ. В 2006 г. окончила магистратуру Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Томский государственный университет» (ТГУ) по направлению «Физика». В период подготовки диссертации обучалась в очной аспирантуре ИФПМ СО РАН (сроки обучения: 05.04.2012 – 04.04.2016); с 14.10.2014 работает в должности администратора вычислительной сети НИИ онкологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», в настоящее время – в должности заведующего отделом информационных технологий.

Диссертационная работа Твердохлебовой А.В. посвящена решению актуальной научной и практической задачи – выявлению механизмов и закономерностей формирования фрагментированной структуры в поверхностных слоях моно- и поликристаллов сплава на основе никелида титана, модифицированных концентрированными потоками ионов кремния средних энергий с использованием нового метода кристаллографического анализа картин дифракции деформированной структуры материала с матрицей, неустойчивой к мартенситному превращению. Стоит подчеркнуть, что после воздействий на поверхность этого сплава ионными пучками возникают дифракционные эффекты от тонких поверхностных слоев, которые зачастую являются единственными экспериментальными данными, позволяющими характеризовать изменения их структуры. Для исследования данных о дифракции электронов и рентгеновских лучей от модифицированного слоя требуется разработка новой методологии и методик их анализа. В диссертации Твердохлебовой А.В. разработан методический подход к анализу экспериментальных данных о дифракции отраженных и упруго-рассеянных электронов, а также созданы алгоритмы и написаны оригинальные программы анализа экспериментальных рентгено- и электронно-дифракционных данных, получаемых от структур в кристаллических материалах.

В диссертационной работе Твердохлебовой А.В. представлены результаты исследования закономерностей изменения внутренней структуры поверхностного слоя моно- и поликристаллов TiNi после высокодозных воздействий пучками ионов кремния (средняя энергия иона не превышала 60 кэВ) с применением методов

рентгеновской дифрактометрии путем реализации оригинальных геометрии съемок и обработки результатов с помощью программ «SCOrientation» и «STriangle», растровой и просвечивающей электронной микроскопии с использованием оригинальных программы «TEMDiffraction» и метода анализа дифракционных картин, Оже-электронной спектроскопии, динамического наноиндентирования.

В работе определены механизмы фрагментации микроструктуры моно- и поликристаллов TiNi в результате ионно-пучковых воздействий, предложены сценарии переориентации фрагментов структуры в приповерхностной области образца сплава TiNi после облучения пучками ионов и их зависимость от кристаллографической ориентации монокристалла или поверхностного зерна поликристалла никелида титана к направлению ионного пучка. В диссертации установлен анизотропный характер перераспределения химического состава, в том числе – обеднения поверхностного слоя никелем, обусловленный ионно-пучковой обработкой поверхности образцов монокристалла TiNi с различной кристаллографической ориентацией по отношению к ионному пучку. Соискателем доказаны анизотропные свойства нанотвердости и характер ее изменения, обусловленного ионно-пучковой обработкой, по глубине от облучаемой поверхности образцов монокристалла TiNi с различной кристаллографической ориентацией по отношению к ионному пучку.

Результаты проведенных в работе исследований отличаются фундаментальной и практической значимостью, так как вносят вклад в развитие представлений о механизмах и закономерностях формирования фрагментированных структур в поверхностных слоях поли- и монокристаллов сплава TiNi, модифицированных концентрированными потоками ионов кремния средних энергий и могут быть использованы специалистами в области физики конденсированного состояния и в лабораторных практикумах университетов по соответствующим специальностям при анализе дифракционных данных, полученных от любых металлов и сплавов. Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается комплексным использованием методов исследований на современном сертифицированном оборудовании и согласием полученных результатов с данными других авторов.

Научная новизна и оригинальность подхода проведенных исследований заключается в разработке новых методов рентгено- и электроннодифракционного анализа, создании алгоритмов и аналитических программ обработки рентгено- и электроннодифракционных данных, что позволило соискателю предложить обоснованные сценарии переориентации фрагментов структуры сплава TiNi после облучения пучками ионов.

Показателем высокого уровня проводимых исследований и полученных экспериментальных результатов соискателя Твердохлебовой А.В. являются опубликованные в соавторстве 23 научных работы, включая 2 статьи, входящие в перечень рецензируемых научных журналов и изданий, 3 статьи в зарубежных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, и 18 публикаций в сборниках трудов и тезисах конференций различного уровня.

Исследования по теме диссертации были выполнены в рамках государственного проекта РАН № III.23.2.1 (2013-2020), проекта РНФ №15-13-00023 (2015-2017).

Диссертационная работа Твердохлебовой А.В. является законченным научным исследованием, выполненным соискателем самостоятельно. Считаю, что по своему научному уровню, актуальности, новизне и достоверности результатов, обоснованности выводов, научной и практической значимости работа полностью отвечает требованиям п. II.9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК, а соискатель Твердохлебова А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния

Научный руководитель, главный научный сотрудник лаборатории материаловедения сплавов с памятью формы ИФПМ СО РАН, доктор физико-математических наук, профессор

Мейснер Людмила Леонидовна

Подпись Мейснер Л.Л.  
ПОДТВЕРЖДАЮ

Ученый секретарь ИФПМ СО РАН,  
доктор технических наук, доцент



Плешанов Василий Сергеевич