

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.347.03,
СОЗДАННОГО 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 09.11.2023 г. № 2

О присуждении Эмурлаевой Юлии Юрьевне, гражданство Российская Федерация, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Структура и механические свойства интерметаллидных слоев, полученных при отжиге биметаллов Al - Me (Me = Ti, Zr, Nb, Ta)» по специальности 2.6.17 – Материаловедение принята к защите 19 июля 2023 г., протокол № 5, диссертационным советом 24.2.347.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, Приказ 717/нк от 09.11.2012 г.

Соискатель – Эмурлаева Юлия Юрьевна, 19 октября 1993 года рождения. В 2018 г. Эмурлаева Ю.Ю. с отличием окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по направлению 22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов; получена квалификация «Магистр». В 2022 г. окончила очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Работает младшим научным сотрудником в научно-исследовательской лаборатории физико-химических технологий и функциональных материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения в машиностроении Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Батаев Иван Анатольевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», заведующий лабораторией физико-химических технологий и функциональных материалов, профессор кафедры технологии машиностроения.

Официальные оппоненты:

Гладковский Сергей Викторович, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения имени Э.С. Горкунова Уральского отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией деформирования и разрушения,

Прибытков Геннадий Андреевич, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории физики консолидации порошковых материалов,

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 отзыве**, подписанном Ситниковым Александром Андреевичем, доктором технических наук, профессором, директором Производственного внедренческого комплекса прикладных исследований и разработок; Собачкиным Алексеем Викторовичем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Проблемной научно-исследовательской лаборатории самораспространяющегося высокотемпературного синтеза им. В.В. Евстигнеева, и утвержденном Беушевым Александром Анатольевичем, кандидатом химических наук, проректором по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», указала, что диссертация Ю.Ю.

Эмурлаевой является законченной научной работой, выполненной на актуальную тему и содержащей новые научно-обоснованные данные о структурно-фазовых превращениях в слоистых металл-интерметаллидных композитах, а также о свойствах интерметаллидных составляющих; проанализировала структуру и содержание работы; подчеркнула актуальность диссертации, значимость полученных результатов для науки и производства, практическое значение результатов работы, достоверность научных положений, результатов и выводов; подтвердила соответствие содержания диссертации специальности 2.6.17 – Материаловедение и содержание автореферата содержанию диссертации, отметила, что по своему содержанию работа соответствует пунктам 1, 2, 5, 8 паспорта научной специальности 2.6.17 – «Материаловедение»; сделала замечания, не затрагивающие основных квалификационных результатов работы; указала, что диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней».

Соискатель имеет 42 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации **31** работу, из них работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях - **11**, **4** статьи представлены в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, **7** статей в зарубежных журналах, индексируемых в базах Web of Science и Scopus. Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде трудов и материалов конференций, свидетельств о регистрации программ для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Общий объем опубликованных работ – 11,52 п.л., авторский вклад – 6,91 п.л. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. On the texture and superstructure formation in Ti–TiAl₃–Al MIL composites / Y.Y. Emurlaeva, I.V. Ivanov, D.V. Lazurenko, T.S. Ogneva, P. Chen, Q. Zhou, A.A. Bataev, A.A. Ruktuev, S. Tanaka, I.A. Bataev // *Intermetallics*. – 2021. – Vol. 135. – Art. 107231 (12 p.).

2. Структура и фазовый состав термически обработанного биметалла Al - Zr / Ю.Ю. Эмурлаева, М.Н. Хомяков, Н.С. Александрова, К.И. Эмурлаев, И.А. Батаев // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 2023. – № 7. – С. 49-58.

3. Оценка энергии формирования вакансий в ОЦК-, ГЦК- и ГПУ-металлах с использованием теории функционала плотности / Ю.Ю. Эмурлаева, Д.В. Лазуренко,

З.Б. Батаева, И.Ю. Петров, Г.Д. Довженко, Л.Д. Макагон, М.Н. Хомяков, К.И. Эмурлаев, И.А. Батаев // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2023. – № 2(25). – С. 104-116.

4. Большие пластические деформации и высокие скорости охлаждения на границе свариваемых взрывом материалов / И.А. Батаев, И.В. Иванов, Ю.Н. Малютина, Ю.Ю. Эмурлаева, К.И. Эмурлаев // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 2018. – № 10 (760). – С. 60-65.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов, все они положительные:

отзыв от заведующего кафедрой естественнонаучных дисциплин им. профессора В.М. Финкеля ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», доктора физико-математических наук, заслуженного деятеля науки РФ, лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники, лауреата премии РАН им. И.П. Бардина, профессора **Громова В.Е.** и профессора кафедры естественнонаучных дисциплин им. профессора В.М. Финкеля, доктора технических наук, доцента **Невского С.А.** (замечания о недостатке в автореферате данных металлографического анализа микроструктуры, а также данных о фазовом составе зон перемешивания материалов во время сварки взрывом); отзыв от ведущего научного сотрудника лаборатории 129 научно-производственного экспериментального комплекса Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина, кандидата технических наук **Зыкова С.А.** (замечание о формулировках используемых терминов); отзыв от главного научного сотрудника ФГБУН Института физики прочности и материаловедения СО РАН, доктора физико-математических наук, профессора **Колубаева А.В.** (замечания о формулировке положений, выносимых на защиту, о формулировке выводов); отзыв от заведующей кафедрой природных соединений, фармацевтической и медицинской химии химического факультета ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», доктора физико-математических наук, доцента **Курзиной И.А.** (замечание по представлению результатов просвечивающей электронной микроскопии); отзыв от директора Государственного научного

учреждения Института прикладной физики Национальной академии наук Беларуси, доктора технических наук, профессора **Хейфеца М.Л.** (замечания об обозначениях на рисунке в автореферате, о масштабе карты кристаллографических ориентировок); отзыв от заведующего кафедрой металлургических технологий Нижнетагильского технологического института (филиала) ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», доктора технических наук **Шевченко О.И.** (замечания о выборе биметаллов для исследования методом дифракции синхротронного излучения, о свойствах исследуемых композитов); отзыв от главного научного сотрудника лаборатории физики наноструктурных биокompозитов ФГБУН Института физики прочности и материаловедения СО РАН, доктора физико-математических наук, профессора **Шаркеева Ю.П.** (замечание о данных по толщине интерметаллидных слоев); отзыв от заведующего кафедрой «Строительная механика» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», доктора технических наук, профессора **Герасимова С.И.** (замечания о лексической ошибке, о программах для ЭВМ); отзыв от заведующего лабораторией объемных наноструктурных материалов НИУ «БелГУ», профессора кафедры материаловедения и технологий Института инженерных и цифровых технологий ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», доктора технических наук, профессора **Салищева Г.А.** (замечания о формировании алюминидов разной природы, о дифракционных максимумах, о влиянии текстуры на износостойкость, о влиянии состава биметалла на кинетику роста); отзыв от ведущего научного сотрудника лаборатории синтеза композиционных материалов Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, доктора физико-математических наук, доцента **Штерцера А.А.** (замечания о методе расчета энергии активации, об энергии формирования точечных дефектов).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью решаемых ими научных задач к тематике диссертационной работы Эмурлаевой Ю.Ю., высокой квалификацией специалистов в области современного материаловедения, наличием публикаций по изучению структурно-фазовых преобразований в процессе синтеза композитов, их механических свойств, в том числе с использованием методов моделирования, а также большим опытом исследований материалов методами рентгеновской дифракции.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея, обогащающая научную концепцию о межузельном механизме диффузии атомов алюминия в $TiAl_3$, которая заключается в эстафетной передаче двойного дефекта типа «гантель» от одной цепочки октаэдрических пор к другой, что позволяет объяснить процесс миграции атомов алюминия в триалюминиде титана в направлении $[001]$;

предложен экспериментальный подход к анализу структурно-фазовых превращений при изотермическом отжиге биметаллов, основанный на непрерывном анализе материалов в процессе эксперимента и сканировании их поверхности пучком синхротронного излучения, расширяющий представления о процессах эволюции фазового состава биметаллов непосредственно в процессе зарождения и роста промежуточных интерметаллидных слоев;

доказано, что особенности кристаллографической текстуры определяют анизотропию триботехнических свойств интерметаллидных слоев $TiAl_3$;

введены – новые понятия и термины не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны утверждения о предпочтительном механизме диффузии алюминия «на место ближайшего соседа» в $TiAl_3$, $ZrAl_3$, $NbAl_3$ (в структурах типа $D0_{22}$ и $D0_{23}$), а также об анизотропии данного процесса, что расширяет представления о формировании структуры интерметаллидных слоев в процессе их роста;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс базовых методов исследования в области материаловедения, в том числе световой и растровой электронной микроскопии, рентгеновской дифрактометрии с использованием источников синхротронного излучения, а также методов квантово-химического моделирования;

изложены стадии зарождения и роста триалюминида титана, зафиксированные с использованием дифракции синхротронного рентгеновского излучения в режиме непрерывного контроля;

раскрыто несоответствие между результатами экспериментальных исследований и опубликованными ранее литературными данными о типах текстуры, возникающих в интерметаллидных слоях $ZrAl_3$;

изучены структурные параметры и фазовый состав, определяющие, прочность, твердость, трещиностойкость и триботехнические свойства металл-интерметаллидных материалов, сформированных в процессе отжига биметаллов Al-Ti, Al-Zr, Al-Ta, Al-Nb;

модернизация существующих алгоритмов и математических моделей проводилась с целью оценки энергии формирования точечных дефектов в триалюминидов металлов со структурами $D0_{22}$ и $D0_{23}$.

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

разработаны программные продукты для расчета параметров диффузии в металл-интерметаллидных системах, на которые получены свидетельства о регистрации программ для ЭВМ;

определены перспективы практического применения слоистых металл-интерметаллидных композитов (СМИК) на основе алюминия и алюминидов переходных металлов для защитных бронепластин, а также элементов легких конструкций;

создан программный алгоритм мультипрофильного спектрального анализа, предназначенный для автоматизации обработки данных дифракционных исследований;

представлены рекомендации по перспективам дальнейшей разработки технологии получения многослойных металл-интерметаллидных композитов на основе алюминия с модифицированной структурой интерметаллидов, позволяющие снизить анизотропию свойств и получить СМИК с рациональным сочетанием механических свойств.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: результаты получены с использованием современного сертифицированного аналитического и испытательного оборудования, уровень которого соответствует современным лабораториям в области материаловедения; показано соответствие результатов исследований,

полученных различными методами; использованы методы статистической обработки результатов экспериментальных измерений;

теория построена на известных и проверяемых данных и согласуется с основными результатами опубликованных исследований по теме диссертации;

идея работы базируется на обобщении передового отечественного и зарубежного опыта в области разработки слоистых металл-интерметаллидных композитов на основе алюминия, титана, циркония, ниобия и тантала;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных другими авторами, выполняющими исследования по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение результатов анализа структуры и фазового состава слоистых металл-интерметаллидных композитов (СМИК) с результатами, представленными в независимых литературных источниках по данной тематике, когда такое сравнение является обоснованным;

использованы современные методы сбора и обработки исходной информации для проведения структурных исследований; программное обеспечение для выполнения анализа рентгенограмм; база данных ICDD PDF-4+ (International Center for Diffraction Data Powder Diffraction File 4+) для фазового анализа дифракционных картин; современные подходы к обработке данных in-situ исследований фазовых превращений методом дифракции рентгеновского синхротронного излучения.

Личный вклад соискателя состоял в формулировании задач, подготовке исходных материалов для экспериментальных исследований, проведении математического моделирования (совместно с профессором кафедры ММ НГТУ Д.В. Лазуренко), выполнении структурных исследований, проведении механических испытаний материалов (совместно с М.Н. Хомяковым, ИЛФ СО РАН), постановке экспериментов с использованием дифракции синхротронного излучения, в том числе в режиме in-situ (совместно с З.С. Винокуровым, ИК СО РАН), обобщении и анализе экспериментальных данных, сопоставлении результатов проведенных исследований с известными литературными данными, формулировании выводов по результатам исследований, подготовке материалов исследований к опубликованию.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- об отсутствии в работе объяснения факта формирования во всех системах только одной интерметаллидной фазы $MeAl_3$;

- об отсутствии данных о влиянии чистоты исходных материалов на протекание процессов диффузии;

Соискатель Эмурлаева Ю.Ю. ответила на задаваемые ей вопросы, привела собственную аргументацию, в соответствии с которой существует множество термодинамических и кинетических аспектов, определяющих последовательность формирования фаз на границе разнородных металлов в процессе термической обработки, уточнение которых требует проведения дополнительных глубоких исследований; согласилась с замечанием о влиянии чистоты исходных материалов на протекание диффузионных процессов.

На заседании 9 ноября 2023 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, связанной с выявлением механизмов формирования триалюминидов титана, циркония, ниобия и тантала при отжиге биметаллов Al - Ti, Al - Zr, Al - Nb, Al - Ta и изучении комплекса их механических свойств с использованием современных методов анализа, имеющей значение для развития материаловедения, присудить Эмурлаевой Ю.Ю. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

И.о. председателя
диссертационного сов
Ученый секретарь
диссертационного сов
«09» ноября 2023 г.

Николаев Владимир Николаевич

Тюрин Андрей Геннадиевич