

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.080.03,

созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук (ФГБУН ИПСМ РАН), по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 марта 2020 г., протокол № 5/20

О присуждении Хазгалиеву Руслану Галиевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Влияние аустенитно-мартенситного превращения в слое TiNi на прочность диффузионного соединения титанового сплава и нержавеющей стали через прослойку никеля и сплава никель-хром» по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» принята к защите 21 января 2020 г., протокол № 2/20, диссертационным советом Д 002.080.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки (ФГБУН) Института проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук (ИПСМ РАН), адрес: 450001, г. Уфа, ул. Степана Халтурина, 39, Приказ Министерства образования и науки РФ о создании совета - № 785/нк от 10.07.2015 г.

Соискатель, Хазгалиев Руслан Галиевич, 1986 года рождения, в 2009 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования (ФГБОУ ВО) «Уфимский государственный авиационный технический университет», в 2012 году – аспирантуру ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», работает младшим научным сотрудником в лаборатории 10 «Сверхпластическая обработка перспективных материалов» ИПСМ РАН.

Диссертация выполнена в ИПСМ РАН, в лаборатории 10 «Сверхпластическая обработка перспективных материалов».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН Мулюков Радик Рафикович, директор ИПСМ РАН.

Научный консультант - доктор физико-математических наук Имаев Марсель Фанирович, ведущий научный сотрудник временного творческого коллектива «Сварка трением» ИПСМ РАН.

Официальные оппоненты:

1. Алымов Михаил Иванович, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ФГБУН Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова,

2. Глезер Александр Маркович, доктор физико-математических наук, профессор, директор Научного центра металловедения и физики металлов имени Г.В. Курдюмова в составе ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения РАН (ИФМ УрО РАН), г. Екатеринбург, в своем положительном заключении, подписанном главным научным сотрудником лаборатории механических свойств, член-корреспондентом РАН, доктором технических наук Сагарадзе Виктором Владимировичем, и утвержденном директором ИФМ УрО РАН, академиком РАН Мушниковым Николаем Варфоломеевичем указала, что диссертационная работа Хазгалиева Р.Г. выполнена на актуальную тему и представляет собой логически выстроенную и завершенную научно-исследовательскую работу.

Соискателем по теме диссертации опубликованы 14 работ общим объемом более 60 страниц, из них 6 публикаций являются статьями, опубликованными в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК при Минобрнауки РФ и международных журналах, индексируемых в мировых базах данных. Статьи написаны лично соискателем или при его преобладающем участии. В диссертации отсутствуют недостоверные данные об опубликованных соискателем научных работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Заведующего кафедрой «Физика» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, д. ф.-м. н., проф., заслуженного

деятели науки РФ Старостенкова М. Д. Отзыв положительный, есть 2 замечания: 1) Рисунки 1, 3, 7, 12 было бы желательно представить в цвете. В этом случае выиграла бы наглядность материала. 2) Причина возникновения «жестких» межфазных границ, требуется дать определенное толкование.

2. Руководителя научного направления Института проблем машиностроения РАН, филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», д.ф.-м.н. профессора, заслуженного деятеля науки РФ, Перевезенцева В. Н. Отзыв положительный, без замечаний.

3. Начальника отдела по разработке сварных соединений элементов активных зон АО «НИКИЭТ», кандидата технических наук Уварова А. А. Отзыв положительный, имеются замечания: 1. В разделе научной новизны в автореферате отмечено три пункта, второй и третий из которых действительно представляют собой большой научный интерес. Однако, первый пункт, в котором отражено, что наноструктурирование прослойки позволяет снизить температуру сварки давлением титанового сплава ПТ-3В и нержавеющей стали 12Х18Н10Т, является известным фактом. 2. При описании актуальности работы отмечается, что получить прямое соединения титанового сплава и нержавеющей стали сваркой давлением не удастся из-за образования хрупких интерметаллидных фаз в зоне сварки. При этом автором недостаточно рассмотрены научные работы отечественных авторов, в которых получение прямых соединений описано.

4. Заведующего кафедрой естественнонаучных дисциплин имени профессора В.М. Финкеля. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», д.ф.-м.н., профессора Громова В.Е. Отзыв положительный, имеются замечания: 1. Из текста автореферата не ясен температурный интервал протекания аустенитно-мартенситного превращения (АМП) и на сколько происходит снижение температуры начала АМП при использовании прослойки Х2Н98. 2. Приведенные рисунки микроструктуры малого размера и обозначения на них недостаточно контрастны.

5. Директора Научно-исследовательского института прогрессивных технологий ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», д.ф.-м.н., профессора Мерсона Д.Л. Отзыв положительный, имеются 4 замечания: 1. На стр. 12 сначала сказано, что «толщина слоев трещины составила...», а далее по тексту обсуждается «ширина» трещины. 2. В автореферате отсутствуют данные об исходной прочности свариваемых материалов (ПТ-3В и 12Х18Н10Т), что затрудняет понимание о достигнутом в работе уровне прочности сварного соединения. 3. На стр. 12 говорится, что трещины образуются под углом $\approx 30^\circ$ к межфазной границе, как этот экспериментальный факт был учтен при расчете деформации, связанной с изменением КТР? 4. На мой взгляд, некоторые результаты диссертационной работы, например, способ повышения прочности соединения обладает патентоспособностью.

6. Ведущего научного сотрудника Института физики прочности и материаловедения СО РАН (ИФПМ СО РАН), доцента, д.ф.-м.н., Астафуровой Е.Г. Отзыв положительный, имеется одно замечание: 1. Во второй главе автореферата автор указывает на то, что после кручения под давлением в Ni и сплаве X2N98 образуется структура со средним размером зерна 200...400 нм. Однако, скорее всего, автор подразумевает средний размер элементов зеренно-субзеренной структуры, а не размер зерна. В этой связи возникают вопросы, которые требуют пояснения: будет ли влиять характер зеренной структуры (зеренная/субзеренная) на процессы сварки давлением, описываемые в диссертационной работе, и каким образом полученная методом кручения под давлением структура в никеле и сплаве X2N98 будет трансформироваться при нагреве до температуры сварки?

7. Профессора высшей школы механики и процессов управления СПбПУ Петра Великого д.ф.-м.н., члена-корреспондента РАН Рыбина В.В. Отзыв положительный, замечаний нет.

8. Доцента кафедры Металловедения цветных металлов НИТУ «МИСиС», к.т.н. Михайловской А.В. Отзыв положительный, имеются 3 замечания: 1. В автореферате не приведена методика механических испытаний сварных соединений и методика подготовки поверхности образцов перед процедурой сварки. 2. Чем автор может

объяснить разброс значений прочности сварного соединения в 150-200 МПа в случае оптимальной температуры при использовании крупнозернистой никелевой прослойки и в случае повышенной температуры при использовании наноструктурного никеля (рис.4)? 3. Некоторые представленные в автореферате иллюстрации затруднительны для понимания, например, пропущены обозначения а,б, в, г (рис.1) или рисунки слишком маленького размера, и не выявляются элементы микроструктуры (рис.12), в то время как автореферат изложен на 22 страницах, т.е. была возможность увеличить размер рисунков.

9. Заведующего кафедрой общей и экспериментальной физики ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», д.ф.-м.н., профессора, Плотникова В. А. Отзыв положительный, имеются замечания: 1. Автор правильно пишет, что использование наноструктурированной прослойки приведет к усилению диффузионной активности, в связи с чем можно снизить температуру сварки давлением. Однако в разделе «Научная новизна» автор схематично зафиксировал это утверждение, не указав даже температурный интервал снижения. 2. Автор, акцентируя внимание в разделе «Актуальность работы» на изменение и свойств интерметаллического соединения TiNi и состава при легировании никелевой прослойки различными элементами. Однако описание этих изменений в автореферате не приводится. 3. Сложно понять текст автореферата, когда используются сокращения в тексте типа «КЗ» или «НС», которые не расшифрованы автором. Всегда нужно при использовании таких сокращений давать пояснение в тексте. 4. Автор пишет в четвертой главе, что согласно проведенным расчетам установлено увеличение деформации диффузионной зоны при снижении температуры с учетом вклада аустенитно-мартенситных превращений в слое TiNi. Однако непонятно, что это за расчеты и о какой деформации идет речь. Дело в том, что для никелида титана характерны так называемая мартенситная (обратимая) деформация и необратимая (пластическая) деформация. 5. Не совсем понятна операция «Выдержка при низких температурах после сварки». Если эта операция приводит к снижению прочности соединения, то может быть ее надо исключить.

10. Заведующего лабораторией «Физических основ прочности» института механики сплошных сред УрО РАН, д.ф.-м.н., профессора Наймарка О.Б. и научного сотрудника лаборатории «Физических основ прочности» Института механики сплошных сред УрО РАН, к.т.н., доцента Симонова М.Ю. Отзыв положительный, без замечаний.

В отзывах указано, что представленная работа имеет большое практическое значение и по своей новизне и актуальности соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются компетентными учеными-физиками, широко известны своими научными достижениями в физическом материаловедении и способны определить научную и практическую ценность диссертации. Ведущая организация – ИФМ УрО РАН является одной из ведущих научных организаций РФ, известна своими достижениями в области физики металлов и имеет большое количество ученых, являющихся безусловными специалистами в физике конденсированного состояния, материаловедении и смежных направлениях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

выявлены особенности разрушения диффузионного соединения нержавеющей стали с титановым сплавом в зависимости от материала прослойки, его структурного состояния и режима сварки;

предложена научная идея, позволившая объяснить причину низких механических свойств диффузионного соединения нержавеющей стали с титановым сплавом через никелевую прослойку;

предложены научно обоснованные режимы деформации, обеспечивающие высокий уровень механических свойств, и определен температурный интервал хранения полученных соединений, позволяющий сохранить эти свойства;

доказано влияние аномально сильного знакопеременного изменения коэффициента теплового расширения при аустенитно-мартенситном превращении в слое TiNi на разрушение по межфазным границам $Ti_2Ni/TiNi$ и $TiNi/TiNi_3$;

доказана возможность существенного повышения (до 82% от прочности нержавеющей стали) прочности при комнатной температуре диффузионного соединения нержавеющей стали с титановым сплавом через прослойку хромоникелевого сплава X2H98 благодаря смещению в область более низких температур температурного интервала аустенитно-мартенситного превращения в слое TiNi;

введены и обоснованы новые трактовки старых понятий о влиянии разницы в коэффициенте теплового расширения соединяемых материалов на механические свойства диффузионных соединений разнородных материалов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изложены положения и идеи, которые вносят вклад в понимание особенностей формирования соединения разнородных материалов, путей повышения их прочности;

обозначена проблема, связанная с существенным падением механических свойств полученных диффузионных соединений при их выдержке при пониженных температурах;

изучены причинно-следственные связи между структурой, химическим составом материала прослойки с прочностью и характером разрушения полученных соединений.

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

предложен сплав для использования в качестве прослойки при диффузионной сварке титановых сплавов с нержавеющей сталью, отработан режим сварки;

определены перспективы применения полученных результатов на практике;

разработаны практические рекомендации по выбору материала и структурного состояния прослойки, режиму диффузионной сварки нержавеющей стали и титанового сплава для достижения высокой прочности соединения;

представлены рекомендации по температурному интервалу хранения полученных соединений с целью сохранения достигнутых прочностных свойств.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теоретические объяснения хорошо согласуются с известными литературными данными;

использовано сравнение авторских данных с данными, полученными ранее по рассматриваемой тематике, установлены и объяснены совпадения и отличия авторских результатов с результатами, представленными в литературе.

Личный вклад соискателя заключается в выборе направления исследования, постановке задач и разработке плана работ, подготовке и проведении экспериментов, обработке и анализе полученных результатов, последующем оформлении их в виде научных публикаций. Все этапы экспериментов выполнены лично соискателем, либо при его активном участии.

На заседании 26 марта 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Хазгалиеву Р.Г. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве «18» человек, из них «10» докторов наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», «8» докторов наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», участвовавших в заседании, из «22» человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – «18», против присуждения ученой степени – «0», недействительных бюллетеней – «0».

Председательствующий на заседании

диссертационного совета Д. 002.080.03,

д. ф.-м. н.



Назаров Айрат Ахметович

Ученый секретарь диссертационного совета,

д. ф.-м. н.

Имаев Марсель Фанирович

26 марта 2020 г.