

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.060.01,  
созданного на базе Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова  
Российской академии наук,  
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 03.12.2020 № 11/20

О присуждении Костиной Валентине Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование и развитие технологических основ сварки высокоазотистых коррозионностойких Cr-Ni-Mn-Mo аустенитных сталей» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» принята к защите 27 августа 2020 г., протокол № 7/20, диссертационным советом Д 002.060.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 119334, г. Москва, Ленинский проспект, 49, приказ Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Костина Валентина Сергеевна, 1990 года рождения. В 2014 году окончила ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского» (г. Москва) по направлению «Материаловедение и технологии материалов». В 2018 г. окончила аспирантуру ИМЕТ РАН по направлению 22.06.01 «Технологии материалов», направленности подготовки – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов. Работает младшим научным сотрудником в Лаборатории физико-химии и механики металлических материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в Лаборатории физико-химии и механики металлических материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова

Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Костина Мария Владимировна, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего Лабораторией физико-химии и механики металлических материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук.

Научный консультант – Ворончук Сергей Дмитриевич, кандидат технических наук, Заместитель начальника отдела сектора аттестации и сертификации, начальник сектора ООО НТО «ИРЭ-Полус».

Официальные оппоненты:

1. Глезер Александр Маркович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник, профессор кафедры физического материаловедения ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСиС»;

2. Ходаков Вячеслав Дмитриевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией электродуговой сварки АО НПО «ЦНИИТМАШ».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ», г. Белгород – дала положительный отзыв на диссертацию. Отзыв подписан директором Института материаловедения и инновационных технологий НИУ «БелГУ», доктором физико-математических наук Кайбышевым Рустамом Оскаровичем и и.о. зав. кафедрой материаловедения и нанотехнологий НИУ «БелГУ», кандидатом физико-математических наук Тихоновой Мариной Сергеевной, и утвержденном проректором по науке НИУ «БелГУ», кандидатом физико-математических наук Репниковым Николаем Ивановичем. В отзыве отмечается, что диссертация является завершённой научно-исследовательской работой, а полученные результаты полностью соответствуют поставленным целям и задачам и являются новыми, обоснованными и достоверными. По актуальности, достоверности, используемым экспериментальным методикам и методикам теоретических расчетов, научной новизне, практической ценности и значимости полученных

результатов диссертация соответствует п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ и паспорта специальности 05.16.01-«Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов». Автор работы - Костина В.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

В положительном отзыве ведущей организации имеются следующие замечания:

1. Замечание общего порядка. Разделение на обзор литературы (глава 1), описание материала и методов исследований (глава 2) и результаты (главы 3) соблюдается не строго. Методическая глава 2 в разделе 2.1 содержит элементы обзора литературы; в разделе 2.2. содержится выбор способов и режимов сварки. Главы 3-5 содержат описание методики и материалов; в главе 3 значительная часть текста посвящена обсуждению литературных данных, структура этой главы не оптимальна, её логическое построение не очевидно, текст слишком сложный для восприятия. Диссертация содержит ряд мелких терминологических неточностей, например, FSW не является сваркой трением (стр.10). Это другой вид сварки.

2. По прочтении раздела 3.1 не ясно, как соотносятся результаты структурных исследований сварных соединений с механическими свойствами и приведенными в конце этого раздела данными по исследованию коррозии из работы [86] (ссылка в диссертации).

3. Методологические замечания:

3.1 В диссертации для анализа и объяснения экспериментальных результатов работы (раздел 3.6., текст на стр. 100) есть, соответственно, отсылки к закону Холла-Петча и эмпирической формуле расчета предела текучести на его основе. Однако это упрощенное рассмотрение вопроса, в современной научной литературе развиты подходы к оценке предела текучести на основе суперпозиции механизмов упрочнения.

3.2 Желательно проводить исследования ударной вязкости по стандарту ASTM E-23, то есть с записью диаграммы нагружения. Для установления причин понижения ударной вязкости сварных соединений рекомендуется выполнение фрактографических исследований в 4-х зонах образца (зарождения трещины, её стабильного распространения; нестабильного; и торможения распространения трещины) в соответствии с ASM Handbook: Mechanical Testing and Evaluation. ASM International, vol. 8, 2000, p. 2235 и ASM Handbook,

Fractography, ASM International, vol. 12, 1987, p. 857. На представленных рисунках видно, что охрупчивание связано с переходом от транскристаллитного механизма распространения трещины к интеркристаллитному. К сожалению, фрактография, представленная в работе, не позволяет сделать выводы о влиянии сварки на механизмы зарождения трещины. Те же самые замечания можно сделать по изучению излома образцов, испытанных на растяжение.

3.3 Список литературы не содержит последних статей, опубликованных в журналах из Q1 SJR, а также таких ключевых публикаций по аустенитным сталям, в том числе азотосодержащим как К.Н. Lo, С.Н. Shek, J.K.L. Lai, Recent developments in stainless steels, Materials Science and Engineering R 65 (2009) 39-104; V.G. Gavriljuk, H. Berns, High nitrogen steel: structure, properties, manufacture, applications, Springer, 1999, 378 p.

4. Ряд фактов в диссертации не имеет объяснения. В том числе:

- автор обнаружила очень интересный нитрид CrN, который на самом деле является метастабильной модификацией Z-фазы с кубической решеткой. К сожалению, причины присутствия метастабильной Z-фазы в изученных сталях остались не выясненными.

- не понятны причины низкого значения предела текучести сварных соединений азотосодержащих аустенитных сталей в таблице 4.2, полученных лазерной сваркой.

- не понятны причины развития первичной рекристаллизации в зоне термического влияния горячекатаной плиты с относительно не высокой плотностью дислокаций (стр. 61-63 и рис.3.4).

5. Есть вопросы по технологии аргоно-дуговой сварки. Какие электроды были использованы для MMA сварки? Добавлялся ли азот в аргон при MIG сварке или нет? Может быть применялась MAG сварка? В тексте диссертации отсутствует сравнение использованных в работе методов сварки типа MMA, TIG и MIG. Ясно лишь, что MMA сварка не применима для азотосодержащих сталей из-за большого теплового потока. Какие преимущества имеет сварка с плавящимся электродом (MIG) по сравнению с неплавящимся вольфрамовым электродом (TIG) осталось непонятным.

6. Результаты диссертационной работы опубликованы в журналах имеющих, преимущественно, квартиль не выше третьего. Например, журнал Металлы (№№3 и 4 списка публикаций) входит в Q3SJR, информация о квартиле этого журнала в WOS отсутствует, а журнал Вопросы

Материаловедения (№1) входит только в RSCIWOS. IOP conference series. Журнал Materials Science and Engineering (№5-7) не входит в квартильное разделение WOS и SJR.

7. Количество выводов можно было бы сократить, опустив выводы №1 и № 5 и объединив выводы №4 и №6.

От официального оппонента Глезера А.М. поступил положительный отзыв со следующими замечаниями:

1. Для сварных соединений литейной азотосодержащей стали не выполнены исследования методом ПЭМ тонкой структуры металла в зонах термического влияния сварного шва и линии сплавления.

2. Хотя в работе речь идет о механической тепловой правке сварных соединений, подвергшихся короблению в результате действия остаточных напряжений, в работе отсутствуют исследования напряженного состояния полученных сварных соединений, например, с использованием рентгеновского метода, метода коэрцитиметрии.

3. Эксперименты по лазерной стыковой бесприсадочной сварке выполнены только на тонких пластинах толщиной до 4 мм. Не ясно, насколько эффективен будет этот метод сварки для сечений азотистой стали большей толщины.

4. Диссертанткой не приведены рекомендации по технологии лазерной сварки азотосодержащих сталей.

5. Хотя диссертанткой выполнено значительное количество исследований микроструктуры с использованием травленных шлифов сталей, на основании которых сделаны утверждения о бездефектности сварных соединений, в том числе - отсутствии в них пор, было бы уместно провести специальные исследования пористости металла сварных соединений и данные ультразвукового дефектоскопического контроля.

От официального оппонента Ходакова В.Д. поступил положительный отзыв со следующими замечаниями:

1. В работе не рассмотрена возможность использования в качестве присадки сварочной проволоки типа Св-07Х25Н13, широко применяемой для выполнения разнородных сварных соединений. Эта проволока не является дефицитной и, вероятнее всего, может быть использована при сварке деталей из азотистых сталей.

2. После сварки литой стали по разработанной технологии была проведена термообработка сварных соединений: 30 минут при 1100 °С с

последующим охлаждением в воду. В тексте диссертации отсутствует пояснение, почему был выбран такой режим и не ясно, является ли этот режим оптимальным в этом случае, т.к. отсутствуют данные о проведении термообработки при других режимах.

3. В дополнение к предыдущему замечанию. Как правило, предпочтительной является технология получения сварных соединений, обеспечивающая их необходимый и достаточный уровень свойств без дополнительной термической обработки. Однако ее положительный эффект зачастую необходим для придания ответственным сварным соединениям более высокого уровня ударной вязкости или коррозионной стойкости. В работе не уделено внимание вопросам влияния термической обработки на структуру и свойства сварных соединений.

4. В главе 4, посвященной изучению сварных соединений, полученных лазерной сваркой, отсутствуют результаты испытаний на коррозионную стойкость.

На автореферат диссертации Костиной В.С. поступило 10 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Отзыв профессора кафедры «Металловедение» Института новых материалов и технологий (ИНМТ) ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (ФГАОУ ВО УрФУ), д.т.н. В.В. Березовской содержит 3 замечания:

- 1) На рис. 1 автореферата неверно указаны зоны сварного соединения сталей.
- 2) В выводе 8 автореферата отмечается, что механическая тепловая правка сварного соединения проката стали 04X20H6Г11М2АФБ при 600°C позволила получить в зоне сплавления повышенные значения механических свойств, что неубедительно и бездоказательно объяснено повышением плотности дислокаций.
- 3) Термины «свое тело», «плоскостность» сварного соединения и «сварочный металл» не упоминаются в специальной литературе и не предусмотрены ГОСТ Р ИСО 857-1-2009, ГОСТ Р ИСО 4063-2010, ГОСТ 2601-84 по сварке.

2. Отзыв заместителя директора Центра взаимодействия ФГУП «НПО «Техномаш» и предприятий РКП, к.т.н. В.В. Бровка содержит 2 замечания:

- 1) Не приведены свойства сварных соединений при низких и высоких температурах.

2) В таблицах 2 и 5 ударная вязкость приведена в единицах Дж/см<sup>2</sup>, а в таблице 4 в единицах МДж/м<sup>2</sup>.

3. Отзыв профессора кафедры МТ8 (Материаловедение) МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н. В.С. Крапошина содержит 2 замечания:

1) Непонятно только утверждение об установлении корреляции между микротвердостью и размером зерна в зоне сварного соединения. Микротвердость ведь всегда измеряется внутри зерна, как она может быть связана с его размером? Скорее всего, обработка, приводящая к получению данного размера зерна, обеспечивает также и изменение микротвердости.

2) Второе замечание относится к характеру изложения материала – иногда создается впечатление, что это работа не по материаловедению и термической обработке, а по материаловедению сварки.

4. Отзыв первого проректора ВолГТУ, заместителя заведующего кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства», профессора, д.т.н. С.В. Кузьмина и доцента кафедры «Оборудование и технология сварочного производства», к.т.н. А.А. Артемьева содержит 3 замечания:

1) Отсутствие сравнения с механическими свойствами металла сварных соединений, полученных с использованием альтернативных технологий сварки (применение азота в газовой фазе, присадок на никелевой основе), осложняет оценку достаточно низких показателей пластичности и ударной вязкости соединений, полученных по разработанным технологиям.

2) Данные по пластичности и ударной вязкости сварных соединений стали 04X20H6Г11M2АФБ, приведенные в таблицах 4 и 9, противоречат друг другу, что затрудняет понимание необъясненных двукратных скачков этих свойств в процессе механической тепловой правки при температурах 200 и 300 °С.

3) В автореферате отмечается наличие микропор в сварных соединениях, вместе с тем достаточного внимания азотной пористости, являющейся одной из проблем сварки высокоазотистых сталей, не уделяется.

5. Отзыв директора ООО «РСЗ МАЦ», доцента, к.т.н. А.М. Левченко не содержит замечаний.

6. Отзыв генерального директора АО «НИИ мостов», к.т.н. Е.А. Монастырева содержит 3 замечания:

1) Для определения конкретных отраслей и сфер применения высокоазотистых коррозионностойких аустенитных сталей рекомендуется более тщательно проанализировать зарубежный опыт их применения.

2) Для получения рекомендаций по использованию лазерной сварки данных сталей на транспорте целесообразно провести исследования свойств сварных соединений на больших толщинах (>14 мм).

3) Наряду с ручной дуговой сваркой рекомендуется исследовать технологию автоматизированной дуговой сварки данных сталей.

7. Отзыв ведущего научного сотрудник отделения технологий сварки и пайки ФГУП «НПО «Техномаш», к.т.н. Ф.М. Мучило содержит 2 замечания:

1) На стр.5 автореферата указано, что Акт опробования разработанных технологических рекомендаций прилагается. Однако соответствующее приложение в автореферате отсутствует.

2) Диссертант исследует свариваемость аустенитных сталей. Однако в автореферате отсутствует информация о группе по свариваемости, к которой относятся высокоазотистые коррозионностойкие Cr-Ni-Mn-Mo аустенитные стали, и данные по стабильности аустенитной структуры полученных сварных соединений.

8. Отзыв старшего научного сотрудника, заместителя директора Научного центра физико-химических основ и технологий металлургии ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина», д.т.н. И.Г. Родионовой содержит 2 замечания:

1) Отмечено, что металл шва в сварном соединении 04X20H6Г11M2АФБ / 09X16H25M6АФС содержит частицы нитридов от наноразмерных до 2 мкм. Однако размер наноразмерных частиц не указан, в то время как изменение размера частиц именно в нанометровой области оказывает существенное влияние на свойства.

2) Говоря о прогнозе изменения предела текучести, в зависимости от температуры испытания, автор ошибочно указал ссылку на рисунок 15, в то время как на рисунке 15 приведена тонкая структура металла шва.

9. Отзыв профессора кафедры «МиТОМ» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», д.т.н. С.В. Скворцовой содержит 4 замечания:

1) В таблице 1 автореферата приведен не конкретный химический состав исследованных сталей, а указаны допустимые значения каждого из элементов.

2) В таблице 5 предел прочности материала меньше, чем предел текучести. Кроме того, в названии таблицы сказано, что приведены свойства ОМ, СС и МШ, но из самих представленных данных не понятно какие свойства к чему

относятся.

3) В таблицах результаты механических испытаний представлены в разных единицах измерений, например, значения КСУ в таблице 4 в МДж/м<sup>2</sup>, а в таблице 5 - Дж/см<sup>2</sup>, что затрудняет анализ полученных данных.

4) В приведенном химическом составе сплавов отсутствует титан, а на стр. 23 автореферата обнаружен нитрид титана при исследовании фольг сварного соединения.

10. Отзыв заместителя генерального директора НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей», начальника НПК-3, д.т.н. А.В. Ильина и старшего научного сотрудника 372 сектора НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей», к.т.н. О.А. Харькова содержит 1 замечание:

1) Автореферат содержит большое количество аббревиатур (аустенитные азотсодержащие стали (ААС), сварные соединения (СС), например), что, наряду с использованием общеупотребительных сокращений (металл шва (МШ), зона термического влияния (ЗТВ), например) и марок основных и сварочных материалов затрудняет восприятие информации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией, наличием публикаций и достижений в области металловедения и термической обработки металлов и сплавов, квалификацией, способностью определить актуальность, научную и практическую ценность представленной диссертационной работы.

Соискатель имеет 33 работы, опубликованные по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях – 7, опубликованных в трудах конференций – 26. Общий объем работ по теме диссертации составляет 4 печатных листа (авторский вклад 70 %).

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. М.В. Костина, С.О. Мурадян, Г.Ю. Калинин, О.В. Фомина, Е.Н. Блинова, В.С. Костина. Структура и свойства толстолистовых сварных соединений новой аустенитной азотистой стали для работы в условиях высоких статических и знакопеременных нагрузок, коррозионной среды // Вопросы материаловедения, 2015 № 1(81), с. 95-108.

2. В.С. Костина, М.В. Костина, С.Д. Ворончук, С.О. Мурадян, Л.Г. Ригина. Изучение структуры и свойств металла сварных соединений, полученных лазерной сваркой аустенитной стали с ~0,5% N в литом и деформированном состояниях // Металлы, № 5, 2018, с. 3-11.

3. М.В. Костина, В.С. Костина, С.О. Мурадян. Влияние термомеханического воздействия на структуру и механические свойства сварных соединений горячекатаной аустенитной азотсодержащей стали // *Металлы*, 2019, № 1, с. 41-47.

4. М.В. Костина, П.Ю. Поломошнов, В.М. Блинов, С.О. Мурадян, В.С. Костина. Хладостойкость новой литейной Cr-Mn-Ni-Mo-N стали с 0,5 % N. Часть 1 // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. Том 62. № 11. 2019. С. 894-906.

5. V.S. Kostina, M.V. Kostina, S.O. Muradian. Influence of various welding methods on the structure and properties of welded austenite steel joints with nitrogen content ~ 0,5% // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 525 (2019), DOI:10.1088/1757- 899X/525/1/012063.

6. S.O. Muradyan, M.V. Kostina, V.S. Kostina and P.Yu. Polomoshnov. The corrosion resistance investigation of the austenitic nitrogen Cr-Mn-Ni-Mo-N steel in the cast and deform state // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 525 (2019), doi:10.1088/1757- 899X/525/1/012064.

7. V.S. Kostina, M.V. Kostina, M.G. Sharapov, I.O. Samodurov and S.O. Muradyan. The investigation of the welded joints of the nitrogen containing cast austenitic steel, obtained by the manual arc welding // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* (2020), DOI: 10.1088/1757-899X/848/1/012039.

8. Костина В.С., Костина М.В., Мурадян С.О. Влияние механической тепловой правки на механические свойства сварных соединений из новой аустенитной азотсодержащей стали // *Сб. материалов Второй Всероссийской молодежной научно-технической конференции с международным участием "Инновации в материаловедении"*, Москва, 2015, с. 67-68.

9. Костина В.С., Костина М.В., Мурадян С.О. Исследование микроструктуры и механических свойств сварных соединений проката 10 мм новой аустенитной высокоазотистой стали // *Сб. материалов VI Международной конференции «Деформация и Разрушение Материалов и Наноматериалов»*, Москва, 2015, с. 388-390.

10. Костина В.С. Определение оптимальной температуры механической тепловой правки для исправления коробления сварных соединений новой аустенитной коррозионностойкой стали // *Сб. материалов Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2016»*, Москва, 2016.

11. Костина В.С., Мурадян С.О., Костина М.В., Фомина О.В.

Исследование структуры и свойств сварных соединений новой коррозионностойкой высокопрочной аустенитной стали 04X20H6Г11М2АФБ // Сб. материалов V Международной конференции-школы по химической технологии, Том 2, Волгоград, 2016, с.251-254.

12. Костина В.С. Структура и механические свойства сварных соединений новой аустенитной азотсодержащей стали // XLIII Международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения». Москва, 2017, с. 266.

13. Костина В.С., Ворончук С.Д., Костина М.В. Влияние лазерной сварки на механические свойства тонколистовой аустенитной азотсодержащей стали // Сб. материалов VII Международной конференции «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». Москва, 2017, с.40-42.

14. Костина М.В., Ворончук С.Д., Костина В.С. Высокопрочные сварные соединения азотсодержащей аустенитной стали, полученные лазерной сваркой // Сб. материалов XXIX Международной научной конференции «Лазеры в науке, технике, медицине», 2018, Москва.

15. Костина В.С. Выбор сварочной присадки для аустенитной высокопрочной азотсодержащей стали // Сб. материалов XV Российской ежегодной конференции молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов» (с международным участием). Москва, 2018, с. 59-61.

16. Костина В.С. Костина М.В., Мурадян С.О. Влияние различных способов сварки на структуру и свойства сварных соединений аустенитных сталей с содержанием азота ~0,5% // Сб. Материалов VI междисциплинарного научного форума с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии», 2018, Москва.

17. Костина В.С. Определение оптимальных технологических параметров сварки азотсодержащей аустенитной стали с ~ 0,6% азота // XVI Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов "Физико-химия и технология неорганических материалов", ИМЕТ РАН Москва 2019, сс. 49-50.

18. Костина В.С., Костина М.В., Мурадян С.О. Форма разделки кромок под сварку толстолистового сварного соединения азотсодержащей аустенитной стали // VIII Международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов», 19-22.11.2019 г. // Сборник материалов. – М: ИМЕТ РАН, с. 825-827.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных

соискателем исследований:

- реализован комплексный подход по подбору аустенитных сварочных материалов, способов и режимов сварки высокоазотистых коррозионностойких Cr-Ni-Mn-Mo аустенитных сталей, включающий анализ влияния химического состава сварочных материалов, режимов дуговой и лазерной сварки, термической и термомеханической обработок на структурно-фазовый состав и уровень механических и коррозионных свойств;
- доказано, что параметр погонной энергии дуговых способов сварки азотосодержащих сталей не должен превышать 2 кДж/мм;
- показано, что механическая тепловая правка сварных соединений не приводит к появлению трещин, мартенсита деформации, росту количества частиц избыточных фаз в структуре сварных соединений и выявлена оптимальная по критериям прочности, микротвердости, ударной вязкости, минимизации прикладываемых деформационных усилий температура механической тепловой правки (600 °С).

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что:

- разработан подход к выбору химического состава предназначенных для сварки аустенитных высокоазотистых сталей коррозионностойких сварочных материалов, обеспечивающих высокий уровень прочностных и пластических свойств и однородный фазовый состав аустенитного металла шва, опирающийся на термодинамические расчеты растворимости азота, расчеты фазового состава с использованием диаграммы Шеффлера, расчетную оценку коррозионной стойкости;
- выявленная корреляция микротвердости разных зон сварных соединений литых и деформируемых высокоазотистых аустенитных сталей, полученных дуговыми способами сварки, с размером зерна в этих зонах и пределом текучести основного металла и сварных соединений позволяет использовать данные измерений микротвердости для предварительной экспресс-оценки прочностных свойств сварных соединений;
- изучено влияние параметров технологии дуговой сварки, в т.ч. уровня погонной энергии сварки, формы разделки кромок под сварку, толщины свариваемого металла на структурно-фазовое состояние, величину зоны термического влияния и механические свойства сварных соединений и определены параметры данного процесса, обеспечивающие получение бездефектных высокопрочных аустенитных коррозионностойких сварных соединений высокоазотистых сталей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики обусловлено разработанной технологией сварки горячекатаных и литейных азотосодержащих аустенитных сталей и доказанной возможностью использования способа механической тепловой правки для устранения коробления. Практическая значимость подтверждается тем, что разработанные технологические рекомендации процесса ручной дуговой сварки успешно опробованы в «НИЦ «Курчатовский Институт» - ЦНИИ КМ «Прометей»» и получили высокую оценку сотрудников организации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс экспериментальных методов исследования структуры, фазового состава, включая исследование распределения в структуре сварных соединений легирующих элементов, методики кратковременных испытаний механических свойств при комнатной и пониженной температурах, методики проведения испытаний на коррозионную стойкость;

- результаты, представленные в диссертационной работе, получены на основе экспериментов, проведенных на современном научном оборудовании и с использованием апробированных аналитических методов; достоверность полученных результатов обеспечена использованием комплекса взаимодополняющих экспериментальных и аналитических методик и подтверждена их воспроизводимостью;

- полученные результаты интерпретированы на основе традиционных и современных принципов металловедения, теории воздействия параметров сварочного процесса и термической обработки, а также сопоставлены с известными экспериментальными данными отечественных и зарубежных исследователей;

- полученные в диссертационной работе результаты дополняют и расширяют научные знания по проблематике диссертации и соответствуют существующим теоретическим представлениям.

Личный вклад соискателя состоит в выборе темы, постановке задач, участии на всех этапах работы и обсуждении полученных результатов совместно с научным руководителем и научным консультантом. Все экспериментальные данные были получены лично автором либо с его непосредственным участием. Лично автором проведена обработка и интерпретация экспериментальных и теоретических данных. Статьи и тезисы докладов на всероссийских и международных конференциях написаны лично

автором или при участии автора.

Диссертационная работа соответствует требованиям паспорта специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

На заседании 03 декабря 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Костиной Валентине Сергеевне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 доктора наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет. Решение диссертационного совета принималось открытым голосованием в соответствии с Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Об особенностях порядка организации работы советов по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» №734 от 22 июня 2020 г., направленным на предотвращение распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19), ввиду удаленного участия 5 членов диссертационного совета из 14 участвовавших в заседании.

Председатель

Диссертационного совета  
Д 002.060.01, д.т.н., проф.

Поварова К.Б.

Ученый секретарь

Диссертационного совета  
Д 002.060.01, д.т.н., проф.

Рожушкин В.В.

«09» декабря 2020 г.

Подписи К.Б. Поваровой и В.В. Рожушкина удостоверяю:

Ученый секретарь  
ИМЕТ РАН, к.т.н.

Фомина О.Н.

