

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.316.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 сентября 2025 г. № 10

О присуждении **Старцеву Егору Андреевичу**, гражданину
Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Структура и свойства неразъемных соединений из низкоуглеродистой стали, полученных электродуговым воздействием под слоем флюса, приготовленного из шлака электросталеплавильного производства» **по специальности** 2.6.17. Материаловедение (технические науки) принята к защите 25 июня 2025 г. протокол заседания № 7 диссертационным советом 24.2.316.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (Россия, 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, 27, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от «2» ноября 2012 г., приказ 350/нк от «29» июля 2013 г., приказ 419/нк от «15» июля 2014 г., приказ 633/нк от «12» ноября 2014 г., приказ 423/нк от «28» апреля 2015 г., приказ 512/нк от «28» апреля 2016 г., приказ 641/нк от «15» июня 2018 г., приказ 1046/нк от «15» октября 2021 г., приказ 86/нк от «26» января 2022 г., приказ №581/нк от «11» июня 2024 г., протокол № 889/нк от «25» сентября 2024 г., протокол 1209 от «17» декабря 2024 г.).

Соискатель Старцев Егор Андреевич, 1995 года рождения (12.10.1995), закончил в 2017г. очный бакалавриат по направлению 15.03.01 «Машиностроение» и в 2019г. очную магистратуру с отличием по направлению

подготовки 15.04.01 «Машиностроение» по профилю «Оборудование и технологии сварочного производства», по окончании которого трудоустроен в университет ассистентом кафедры «Машиностроение и металлургия» и в настоящий момент работает старшим преподавателем кафедры «Технология сварочного и металлургического производства им. В.И. Муравьева». В период работы в университете ведет учебные занятия в соответствии с профилем кафедры и полученными профессиональными компетенциями.

В 2019 году поступил в очную аспирантуру университета по направлению подготовки 22.06.01 – «Технология материалов» с квалификацией: Исследователь. Преподаватель-исследователь. Диссертационная работа выполнена на кафедре ТСМП им. В.И. Муравьева с применением оборудования Центра коллективного пользования «Новые материалы и технологии» при КнАГУ, и представлена после защиты ВКР с отличием.

Научный руководитель – Бахматов Павел Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии сварочного и металлургического производства им. В.И. Муравьева», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Официальные оппоненты:

Крюков Роман Евгеньевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Механика и машиностроение» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк;

Атеньев Александр Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Транспортно-технологические комплексы» ФГБОУ ВО «Дальневосточного государственного университета путей сообщения», г. Хабаровск.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск, в **своем**

положительном заключении, подписанном Николаем Иннокентьевичем Голиковым, доктором технических наук, главным научным сотрудником отдела технологий сварки и металлургии, Софьей Петровной Яковлевой, доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником отдела материаловедения, утвержденном Еленой Юрьевной Шиц, доктором технических наук, доцентом, заместителем генерального директора по науке «Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук», указали, что диссертационная работа по актуальности, научной новизне, уровню выполнения, объему, научной и практической значимости соответствует требованиям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 16.10.2024 г.) в отношении кандидатских диссертаций, а ее автор – Старцев Егор Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе 5 в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата наук. Одну монографию в соавторстве. Получено два патента РФ на изобретение (№2793303 от 31 марта 2023 г. и №2834666 от 12 февраля 2025 г.).

Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в других научных изданиях и материалах международных научных конференций. Вклад соискателя Старцева Егора Андреевича в работы, опубликованные в соавторстве, не вызывает сомнения и состоит в непосредственном участии при постановке задач исследований, проведении экспериментальных исследований, а также выполнении теоретической части работы, интерпретации полученных экспериментальных данных.

Наиболее значимые работы:

1. Старцев, Е. А. Структура и свойства сварного соединения при дуговой сварке низкоуглеродистой стали под слоем флюса, полученного из

металлургического шлака электросталеплавильного производства / Е. А. Старцев, В. В. Григорьев, П. В. Бахматов // Вопросы материаловедения. – 2024. – № 2(118). – С. 104-121. – DOI 10.22349/1994-6716-2024-118-2-104-121.

2. Старцев, Е. А. Влияние режимов дуговой автоматической сварки на геометрические параметры шва стыковых соединений из низкоуглеродистой стали, выполненных с применением экспериментального флюса / Е. А. Старцев, П. В. Бахматов // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2023. – Т. 25, № 4. – С. 61-73. – DOI 10.17212/1994-6309-2023-25.4-61-73.

Startsev, E. A. Effect of Automatic Arc Welding Conditions on the Geometric Parameters of Low-Carbon Steel Welded Butt Joints Made Using an Experimental Flux / E. A. Startsev, P. V. Bakhmatov // Russian Metallurgy (Metally). – 2024. – Vol. 2024, No. 11. – P. 1925-1933. – DOI 10.1134/S0036029525700521.

3. Влияние быстропротекающих процессов при фазовом превращении на структурные изменения и свойства сталей и сплавов / В. И. Муравьев, А. В. Фролов, П. В. Бахматов [и др.] // Metallurg. – 2022. – № 9. – С. 91-99. – DOI 10.52351/00260827_2022_09_91.

Effect of Rapid Processes During Phase Transformation on Steel and Alloy Structural Changes and Properties / V. I. Murav'ev, A. V. Frolov, P. V. Bakhmatov [et al.] // Metallurgist. – 2023. – Vol. 66, No. 9-10. – P. 1127-1139. – DOI 10.1007/s11015-023-01425-3.

4. Проблема дефицита лома на металлургическом заводе "Амурсталь" и поиск альтернатив его замещения / П. В. Бахматов, Е. А. Старцев, В. В. Григорьев, А. А. Брянский // Metallurg. – 2022. – № 4. – С. 25-30. – DOI 10.52351/00260827_2022_04_25.

Scrap Deficit Problem at the Amurstal Metallurgical Plant and Search for Alternatives to Substitute It / P. V. Bakhmatov, E. A. Startsev, V. V. Grigoriev, A. A. Bryanskii // Metallurgist. – 2022. – Vol. 66, No. 3-4. – P. 376-382. – DOI 10.1007/s11015-022-01339-6.

5. Bakhmatov, P. V. Impact and effect study of submerged-arc welding conditions on structural changes in weld metal / P. V. Bakhmatov, E. A. Startsev, B. M. Sobolev // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Vol. 200. – P. 65-76. – DOI 10.1007/978-3-030-69421-0_8.

6. Автоматическая дуговая сварка под флюсом. Вопросы изготовления флюса на основе металлургического шлака и получения бездеформационных соединений : моногр. / П. В. Бахматов, Б. М. Соболев, Е. А. Старцев [и др.] ; под общ. ред. П. В. Бахматова. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2025. – 260 с. ISBN 978-5-7765-1598-9

7. Патент № 2793303 С1 Российская Федерация, МПК В23К 35/362, В23К 35/40, С21С 5/54. Способ изготовления сварочного флюса из техногенных отходов сталеплавильного производства : № 2022128798 : заявл. 07.11.2022 : опубл. 31.03.2023 / П.В. Бахматов, Е.А. Старцев, Р.Е. Гладовский, Б.М. Соболев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Комсомольский-на-Амуре государственный университет" (ФГБОУ ВО "КнАГУ").

8. Патент № 2834666 С1 Российская Федерация, МПК В23К 9/18, В23К 35/362. Способ сварки тонкостенных листовых деталей под флюсом : № 2024111612 : заявл. 25.04.2024 : опубл. 12.02.2025 / Е.А. Старцев, Р.Е. Гладовский, П.В. Бахматов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Комсомольский-на-Амуре государственный университет" (ФГБОУ ВО "КнАГУ").

9. Бахматов, П. В. Влияние режимов дуговой сварки под слоем экспериментального флюса на распределение внутренних напряжений в сварных образцах, выявленных методом магнитной памяти металлов / П. В. Бахматов, Е. А. Старцев // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2023. – № 5(69). – С. 83-96. – DOI 10.17084/20764359-2023-69-83.

10. Старцев, Е. А. Анализ фазовых переходов и изменения массы сварочных флюсов и шлаков при высоких температурах / Е. А. Старцев, П. В. Бахматов // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2025. – № 1(81). – С. 85-92.

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов.

Отзывы на диссертацию:

1. Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск

Замечания:

1. В диссертации представлен значительный объем разнообразного фактического материала по изучению весьма обширного количества факторов с применением комплекса различных методов. Хотя такая детализация подчеркивает тщательность изучения вопроса, обилие информации осложняет восприятие. Целесообразно было бы дополнить работу описанием алгоритма и обобщающей схемой проведенных исследований, что повысило бы удобство восприятия, наглядность и связность представленных данных.

2. В дополнение к предыдущему замечанию следует отметить, что нет достаточно четкой формулировки критериев, по которым проводилась оптимизация состава флюса, режимов сварки, оценивалось качество полученных сварных соединений. Это может быть проиллюстрировано, к примеру, выводом 4, в котором после фразы «самым оптимальным является образец с $W = 1,85$ кДж/мм, так как содержание основных легирующих элементов... соответствуют содержанию этих элементов в основном металле» несколько противоречиво утверждается, что наилучшие показатели механических свойств (на уровне свойств основного металла) обеспечиваются в экспериментальных соединениях, полученных с совсем другими значениями погонной энергии – $1,35$ кДж/мм и $1,50$ кДж/мм.

3. Отмечаются определенные недочеты в оформлении:

- при представлении данных по ударной вязкости (таблица 4.6 диссертации, рис. 8 автореферата) автором не поясняется место ее определения (локализация надреза – в металле шва, ЗТВ или в зоне сплавления); также не указана температура испытания;

- на рис. 4.26 диссертации и рис. 11 автореферата представлен график распределения микротвердости, где по оси абсцисс вместо привязки к зонам сварного соединения даны номера точек измерения;

- не приведена площадь анализируемого дифрактометром участка, на котором определялись остаточные сварочные напряжения;

- в п.3. практической значимости следовало указать, что сварка по рекомендуемым режимам предусматривает использование разработанного флюса.

4. Несколько вопросов, возникших по содержанию диссертации:

- наиболее высокий уровень растягивающих напряжений обнаружен при погонной энергии сварки 1,5 кДж/мм (рис. 4.21 диссертации); почему уровень растягивающих напряжений при повышении погонной энергии сварки уменьшается?

- при анализе химического состава образцов (п. 4.3 диссертации) выявлено достаточно высокое содержание никеля – до 1,65% в шве, – но в составе стали ВСтЗсп, флюса и сварочной проволоки Св08А его мало; вследствие чего возможно получение высоких концентраций Ni в шве?

2. Официальный оппонент Крюков Роман Евгеньевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Механика и машиностроение» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

Замечания:

1. Избыточная детализация в отдельных разделах главы 4. Некоторые фрагменты, в частности при описании деформационных картин, анализа напряжённого состояния, планировании эксперимента перегружены техническими деталями и повторяющимися графиками, что затрудняет

восприятие ключевых выводов и закономерностей. Компактное представление этих данных позволило бы повысить наглядность и читабельность текста.

2. Ограниченность сопоставительного анализа с промышленными аналогами. Хотя в работе показана эффективность разработанного флюса, количественное сравнение его свойств и результатов применения с характеристиками стандартных серийных флюсов не представлено в полном объёме. Включение такого анализа усилило бы практическую аргументацию применимости разработанного материала.

3. Отсутствует анализ эффективности модифицирования шлаковой основы. В работе в качестве флюсующего материала использован металлургический шлак в исходном виде, без введения различного рода добавок или легирующих компонентов. При этом в диссертации не рассмотрены потенциальные преимущества или ограничения, связанные с возможным модифицированием состава флюса. Проведение параллельного сравнения с флюсами на основе шлака с различными добавками позволило бы шире обосновать выбранный подход.

4. Выбор малой толщины исследуемых образцов требует дополнительного обоснования. В работе использованы образцы из низкоуглеродистой стали толщиной 5 мм, подвергнутые электродуговому воздействию под слоем разработанного флюса. Однако в тексте диссертации не представлено развернутого пояснения, чем был обусловлен выбор именно такой толщины. Уточнение причин выбора геометрических параметров образцов позволило бы более убедительно аргументировать применимость результатов к промышленным условиям.

5. Не раскрыто технологическое значение повышения теплоёмкости разработанного флюса. В диссертации отмечено, что флюс, полученный на основе шлака электросталеплавильного производства, характеризуется повышенной теплоёмкостью. Однако в тексте работы недостаточно подробно раскрыто, каким образом это свойство влияет на технологический процесс формирования неразъёмных соединений при электродуговом воздействии.

Уточнение данного аспекта позволило бы более чётко представить прикладной эффект от использования предложенного материала в производственных условиях.

6. Ограниченность варьируемых параметров в статистическом моделировании. В работе проведено статистическое моделирование с целью оптимизации параметров электродугового воздействия, однако в числе варьируемых факторов отсутствует скорость электродугового воздействия. Учитывая, что этот параметр оказывает существенное влияние на форму шва, глубину проплавления и термический режим, его исключение из модели требует дополнительного обоснования.

7. Ограничение исследования одним видом обрабатываемого металла. В работе все эксперименты по электродуговому воздействию проведены только на образцах из низкоуглеродистой стали марки ВСтЗсп. При этом в тексте не раскрыты причины исключения других классов сталей или сплавов, что несколько сужает область возможного применения результатов. Дополнительное обоснование выбора материала повысило бы убедительность ограничения объекта исследования.

8. Недостаточно подробно раскрыт механизм обеспечения химической стабильности перерабатываемого шлака. В диссертации указано, что флюс изготавливался из шлака электросталеплавильного производства, однако не представлено подробного описания критериев и методики его отбора, направленных на обеспечение стабильности химического состава. Учитывая естественную вариабельность техногенных отходов, уточнение процедуры контроля и отбора материала позволило бы повысить технологическую надёжность предлагаемого подхода.

9. Имеются отдельные недостатки в оформлении иллюстративного материала, табличных данных и текста. Некоторые подписи к рисункам и графикам даны в сокращённой или формальной форме, без пояснения выявленных особенностей, или выводов, что снижает самостоятельную информативность иллюстраций и требует постоянного обращения к основному

тексту. В ряде таблиц (особенно в главе 4) представлены чрезмерно подробные наборы экспериментальных данных, что затрудняет восприятие результатов и выявление ключевых закономерностей. Более уместным представлялось бы выносить полные массивы данных в приложения, сохраняя в теле диссертации только обобщённые и сравнительные значения. Кроме того, в тексте работы встречаются единичные орфографические и пунктуационные погрешности, не влияющие на научное содержание, но требующие редакторского внимания при подготовке итоговой версии документа.

3. Атеняев Александр Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Транспортно-технологические комплексы» ФГБОУ ВО «Дальневосточного государственного университета путей сообщения», г. Хабаровск.

Замечания:

1. П. 1 научной новизны (стр.6): «...определены основность, химическая активность и теплофизические свойства флюса, обеспечивающие требуемые технологические характеристики и качество соединения». Данные определения и расчеты не являются предметом научной новизны.

2. Информация на стр. 35-44 о техногенных отходах и их влиянии на окружающую среду избыточна, более того данные за 2020-21 годы могут быть неактуальны.

3. Отсутствует обоснование, почему за прототип выбран флюс АН-42.

4. Отсутствуют выводы по второй главе.

5. В работе отсутствует первоначальный состав альтернативно флюса.

6. Не понятно, откуда в наплавленном слое появился никель. Хотя далее по тексту он отсутствует.

7. Не на всех фото микроструктур указаны обозначения структурных составляющих, что затрудняет их анализ.

8. В диссертации достаточно широко освещены вопросы замеров микротвёрдости по глубине наплавленного металла, однако нет данных по изменению его состава.

9. Не ясно проводились ли эксплуатационные испытания в условиях ударных нагрузок.

10. В третьей главе очень много внимания уделяется шлаковой корке, не совсем понятно цель данного исследования.

11. В диссертационной работе имеются незначительные ошибки и опечатки

Отзывы на автореферат:

1. Громов Виктор Евгеньевич, доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, Лауреат премии РАН им. И.П. Бардина, заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин имени профессора В.М. Финкеля Федерального бюджетного государственного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

Невский Сергей Андреевич, доктор технических наук, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин им. профессора В.М. Финкеля Федерального бюджетного государственного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

Замечания:

1. Основное содержание работы характеризуется высокой информационной насыщенностью, однако в некоторых разделах отмечается перегруженность текста, что затрудняет восприятие основных выводов.

2. В работе использован показатель фрактальной размерности для описания структурной организации материала, однако автору следовало бы более четко раскрыть связь данного параметра с конкретными физико-механическими свойствами исследованных неразъемных соединений.

2. Гусева Елена Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения сварочных и аддитивных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск.

Замечаний нет.

3. Комаров Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент, директор обособленного подразделения Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Комсомольск-на-Амуре.

Замечания:

1. В автореферате недостаточно четко отражены возможные направления дальнейших исследований в рамках выбранной темы.

2. В автореферате слабо освещен вопрос экономической целесообразности внедрения разработанной технологии.

4. Овсянников Виктор Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология машиностроения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень

Замечания:

1. На рисунке 3 приведены результаты регрессионного анализа данных эксперимента. При этом в качестве уравнения выбрана прямая (линейная зависимость). Однако остается неясным проверялись ли другие варианты, возможно, они дали более высокий коэффициент детерминации.

2. В тексте автореферата говорится о том, что был использован фрактальный анализ, однако из текста работы непонятно каким методом определялась величина размерности.

5. Казанцева Наталья Васильевна, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Аддитивных технологий» Федерального государственного учреждения Института физики металлов им. М.Н. Михеева, Уральского отделения Российской Академии наук, г. Екатеринбург.

Замечаний нет.

6. Овчинников Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», г. Москва.

Замечания:

1. Автору следовало бы более четко обозначить практические рекомендации по применению разработанного флюса, особенно в части конкретизации технологических условий и границ возможного применения.

2. В автореферате слабо освещен вопрос экономической целесообразности внедрения разработанной технологии, отсутствует сравнение экономических показателей использования предлагаемого флюса с известными аналогами.

7. Плеханов Владимир Иванович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Материаловедение и технологии конструкционных материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень.

Замечания:

1. Замечания носят частный характер. В частности, было бы полезно дополнить исследование сведениями о поведении соединений при длительных эксплуатационных нагрузках и в условиях коррозионной среды, что особенно важно для машиностроительных конструкций.

8. Негров Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Материаловедение и технологии материалов» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет», г. Омск.

Замечания:

1. Текст автореферата (последовательность представленных результатов исследования) изложен достаточно сложно для восприятия. Встречаются опечатки.

2. Рисунок 11 (результаты измерения микротвердости образцов) является не информативным. Из приведенных данных остается не понятно какие точки относятся к металлу шва, околошовной зоне и зоне термического влияния. Учитывая то, что по приведенным микроизображениям структура металла является гетерофазной – значение микротвердости в различных точках будет существенно отличаться.

Все отзывы положительные.

В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость полученных результатов исследования для различных отраслей промышленности.

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов в области материаловедения, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований.

Выбор ведущей организации обусловлен широко известными достижениями Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» в различных областях науки, в том числе в материаловедении.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных исследований:

Разработан новый состав сварочного флюса на основе электросталеплавильного шлака, обеспечивающий получение соединений из низкоуглеродистой стали требуемого качества.

Предложены оригинальные технологические решения по использованию вторичного техногенного сырья для производства сварочных флюсов и рациональные режимы электродугового воздействия, обеспечивающие

однородность химического состава и стабильные физико-механические свойства соединений.

Доказана зависимость структуры и характеристик металла шва и околошовной зоны от теплофизических свойств флюса и формирующейся шлаковой корки, а также подтверждена промышленная применимость разработанного материала результатами внедрения на предприятии ООО «КЭМ».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что теплофизические свойства сварочного флюса на основе электросталеплавильного шлака и формирующейся в процессе электродугового воздействия шлаковой корки определяют закономерности формирования структуры и свойств металла шва и околошовной зоны;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов исследования, позволивший выявить причинно-следственные связи между составом флюса, параметрами электродугового воздействия и свойствами соединений;

изложены факторы, определяющие формирование структуры и напряжённно-деформированного состояния металла шва при изменении параметров электродугового воздействия;

раскрыты закономерности распределения легирующих элементов в металле шва при различных параметрах электродугового воздействия, определяющие уровень сегрегации и однородность структуры;

изучены факторы, влияющие на формирование микроструктуры и физико-механических свойств неразъёмных соединений, а также установлены оптимальные диапазоны режимов электродугового воздействия.

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

разработан и внедрён в производственных условиях состав сварочного флюса на основе электросталеплавильного шлака, обеспечивающий получение

однородность химического состава и стабильные физико-механические свойства соединений.

Доказана зависимость структуры и характеристик металла шва и околошовной зоны от теплофизических свойств флюса и формирующейся шлаковой корки, а также подтверждена промышленная применимость разработанного материала результатами внедрения на предприятии ООО «КЭМ».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что теплофизические свойства сварочного флюса на основе электросталеплавильного шлака и формирующейся в процессе электродугового воздействия шлаковой корки определяют закономерности формирования структуры и свойств металла шва и околошовной зоны;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов исследования, позволивший выявить причинно-следственные связи между составом флюса, параметрами электродугового воздействия и свойствами соединений;

изложены факторы, определяющие формирование структуры и напряжённно-деформированного состояния металла шва при изменении параметров электродугового воздействия;

раскрыты закономерности распределения легирующих элементов в металле шва при различных параметрах электродугового воздействия, определяющие уровень сегрегации и однородность структуры;

изучены факторы, влияющие на формирование микроструктуры и физико-механических свойств неразъёмных соединений, а также установлены оптимальные диапазоны режимов электродугового воздействия.

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

разработан и внедрён в производственных условиях состав сварочного флюса на основе электросталеплавильного шлака, обеспечивающий получение

неразъемных соединений из низкоуглеродистой стали требуемого качества и соответствие нормативно-технической документации;

определены перспективы практического применения разработанного флюса в производстве металлоконструкций, включая сохранение качества соединений, снижение себестоимости и рациональное использование техногенных отходов металлургии;

создан перечень практических рекомендаций по выбору режимов электродугового воздействия, обеспечивающих формирование однородной структуры металла шва с требуемым комплексом физико-механических свойств;

представлены технологические рекомендации для производственных организаций по применению сварочного флюса из электросталеплавильного шлака и совершенствованию режимов электродугового воздействия для обеспечения стабильного качества и воспроизводимости свойств неразъемных соединений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на современном высокоточном сертифицированном оборудовании, обработка экспериментальных данных проведена на базе компьютерных вычислительных комплексов, что обеспечило воспроизводимость результатов исследований;

теория построена на известных положениях материаловедения и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе практики переработки металлургических шлаков и применения сварочных флюсов в промышленности;

использованы современные методики получения и обработки экспериментальных данных, обеспечивающие воспроизводимость и достоверность результатов исследований, их корректное сравнение;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в публикациях в открытых источниках;

Личный вклад соискателя состоит в: подготовке литературного обзора по теме диссертации, планировании и проведении экспериментальных

исследований, анализе и интерпретации полученных результатов, формулировании научных положений и выводов, в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа охватывает основные вопросы сформулированной цели исследования и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается логичной структурой разделов диссертации, непротиворечивостью используемых методик и процедур, взаимосвязью полученных результатов и выводов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1) В автореферате и диссертации в общей характеристике работы имеется пункт «Методология и методы исследования», отмечается, что методология подразумевает учение о методах, то есть о способах и стратегиях исследования и организации деятельности, что не соответствует содержанию работы. Данный пункт стоило назвать «Методики научного исследования».

2) В работе не представлена выдвинутая соискателем гипотеза.

3) Сравнение характеристик флюса выполнено только с одной маркой известного производственного флюса АН-42.

Соискатель Старцев Егор Андреевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа **Старцева Егора Андреевича** является законченной научно-квалификационной работой и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании «26» сентября 2025 г. диссертационный совет 24.2.316.01 принял решение присудить Старцеву Егору Андреевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение за решение актуальной научно-практической задачи по разработке состава и

технологии получения флюса для электродугового воздействия из электросталеплавильного шлака, установлению закономерностей его влияния на структуру и свойства неразъемных соединений из низкоуглеродистой стали, что является существенным вкладом в развитие производства металлоконструкций в машиностроении.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против - нет, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель диссертационного
совета, д.т.н., профессор

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.т.н.



Дата оформления заключения 26 сентября 2025 г.