

Заключение диссертационного совета 24.2.312.12,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный
исследовательский технологический университет», Министерство науки и
высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание
ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 марта 2026 г. № 4

О присуждении Нюхляеву Олегу Александровичу, гражданину
Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Управление микроструктурой конструкционных трубных
сталей в зоне лазерной сварки» по специальности 2.6.17.
Материаловедение принята к защите 25 декабря 2025 г. (протокол заседания №
16) диссертационным советом 24.2.312.12, созданным на базе федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский
технологический университет», Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68; совет утвержден
приказом Минобрнауки от 22.06.2023 г. № 1311/нк.

Соискатель Нюхляев Олег Александрович, 16 июля 1994 года рождения, в
2016 году окончил ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ». В период с 2016 по 2020 год
обучался в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ» по
направлению подготовки 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии». В
настоящее время работает в должности инженера в АО «Мелита-К».

Диссертация выполнена на кафедре «Лазерные и аддитивные технологии»
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Казанский национальный исследовательский

технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Горунев Андрей Игоревич, профессор кафедры лазерных и аддитивных технологий ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ».

Официальные оппоненты:

Вологжанина Светлана Антониновна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры материаловедения и технологии художественных изделий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»;

Прияткин Дмитрий Вячеславович – кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования и технологии сварочного производства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет»; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск, в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Информационно-измерительная техника» Самодуровой Мариной Николаевной и утвержденном первым проректором – проректором по научной работе, доктором технических наук, профессором Коржовым Антоном Вениаминовичем, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи по управлению микроструктурой и повышению комплекса механических свойств сварных соединений трубных сталей, получаемых лазерной сваркой с акустическим воздействием.

Автором показано, что применение акустических колебаний с частотой 22–80 кГц и мощностью 1,5 кВт в процессе лазерной сварки конструкционных трубных сталей позволяет получать сварные швы с пониженной химической неоднородностью, уменьшенным в 1,5–2 раза размером зерен и неметаллических включений, сниженным количеством газовых пор и увеличенными характеристиками прочности до 20%.

Установлено, что воздействие ультразвуковых колебаний с частотой 80 кГц при сварке стали 12Х18Н10Т приводит к снижению химической неоднородности в объеме сварного шва до 15%, фрагментации пластинчатых включений δ-феррита в 1,5–2 раза и повышению прочности при изгибе в 1,5 раза.

Выявлено, что введение ультразвуковых колебаний с частотой 22 кГц в зону сварки стали 09Г2С обеспечивает увеличение прочности при статическом растяжении в 1,3 раза, снижение пористости в 3–5 раз и уменьшение размера зерен в структуре металла в 3 раза. Теоретически и экспериментально показана возможность получения качественного сварного шва при сварке насосно-компрессорных труб из стали 09Г2С за счет лазерно-акустического воздействия, что позволяет увеличить глубину проплавления в 2 раза и снизить ширину ванны расплава в 1,2 раза.

Диссертационная работа Нюхляева Олега Александровича «Управление микроструктурой конструкционных трубных сталей в зоне лазерной сварки» представляет собой завершенное научное исследование, в котором решена актуальная научная задача, имеющая важное практическое значение для машиностроения, полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013), а ее автор Нюхляев Олег Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, все по теме диссертации, общим объемом 132 страницы, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК для размещения материалов диссертаций по специальности 2.6.17, 2 статьи в

журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, а также тезисы докладов в сборниках научных трудов российских и международных конференций. В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени, заимствованный материал без ссылки на автора и (или) источник заимствования, а также результаты научных работ, выполненных Нюхляевым О.А. в соавторстве, без ссылок на соавторов. Авторский вклад соискателя составляет 85%.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Нюхляев, О.А.** Лазерная сварка образцов, полученных методами аддитивного производства / А.И. Горунов, **О.А. Нюхляев**, О.В. Кудимов, А.Х. Гильмутдинов // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2022. – Т. 78. – № 1. – С. 52-56.
2. **Нюхляев, О.А.** Особенности формирования структуры сварных швов в процессе лазерно-акустической сварки нержавеющей стали / А.И. Горунов, **О.А. Нюхляев**, А.Х. Гильмутдинов // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2022. – Т. 78. – № 1. – С. 57-60.
3. **Нюхляев, О.А.** Лазерно-акустическая сварка образцов из стали 12Х18Н9Т / А.И. Горунов, **О.А. Нюхляев**, А.Х. Гильмутдинов // Вестник Югорского государственного университета. – 2023. – № 4. – С. 112-119.
4. **Нюхляев, О.А.** Лазерная сварка труб из стали 09Г2С / А.И. Горунов, **О.А. Нюхляев**, А.Х. Гильмутдинов // Вестник Югорского государственного университета. – 2024. – № 1. – С. 35-45.
5. **Нюхляев, О.А.** Влияние акустических колебаний на структуру и свойства образцов из стали 12Х18Н10Т / А.И. Горунов, **О.А. Нюхляев** // Известия ВолгГТУ. – 2025. – № 6 (301). – С. 81-86.
6. **Nyukhlaev, O.A.** Investigation of microstructure and properties of low-carbon steel during ultrasonic-assisted laser welding and cladding / A.I. Gorunov, **O.A. Nyukhlaev**, A.K. Gilmutdinov // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2018. – № 99(9-12). – Pp. 2467-2479.

7. **Nyukhlaev, O.A.** Investigations of the sound frequency effect on laser acoustic welding of stainless steel / A.K. Gilmutdinov, A.I. Gorunov, **O.A. Nyukhlaev**, M. Schmidt // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2020. – Vol. 106. – Pp. 3033-3043.

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов: от доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Производственный менеджмент» Набережночелнинского института (филиала) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» **Бикулова Р.А.**; от доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Лазерная техника и технология» (МТ-12) ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана» **Григорьянца А.Г.**; от доктора технических наук, профессора Высшей школы машиностроения ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» **Радкевича М.М.**; от доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» **Ельцова В.В.**; от доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией физики поверхностных явлений ФГБУН «Институт физики прочности и материаловедения им. В.Е. Панина Сибирского отделения Российской академии наук» **Панина А.В.**; от начальника управления научно-исследовательских разработок и материаловедения – главного химика, доктора технических наук Акционерного общества «Опытное конструкторское бюро «НОВАТОР» **Койтова С.А.**; от директора Научно-образовательного центра внедрения лазерных технологий ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ)», кандидата технических наук, доцента **Люхтера А. Б.**

Все отзывы положительные. В качестве пожеланий и замечаний отмечено следующее: 1. На графиках влияния частоты ультразвука на предел прочности для стали 09Г2С наблюдается тенденция к насыщению при частотах выше 60–80 кГц. Планируется ли исследование влияния более высоких частот (свыше 100

кГц) для выявления возможного оптимума? (Бикулов Р.А.); 2. За счет каких гидродинамических процессов в расплаве (акустическая кавитация, акустические течения) достигается сужение сварочной ванны в 1,3 раза и увеличение глубины проплавления в 1,5 раза? (Бикулов Р.А.); 3. Чем объясняется немонотонный характер распределения микротвердости для частоты 15 кГц и какие структурные изменения вызывают пиковые значения в центральной части шва? (Григорьянц А.Г.); 4. Проводилась ли количественная оценка распределения фрагментированных частиц δ -феррита по размерам и их объемной доли в структуре сварного шва? (Григорьянц А.Г.)

5. Проводились ли исследования микроструктуры и свойств зоны термического влияния, которая часто является наиболее слабым участком сварного соединения? (Радкевич М.М.); 6. Рассматривалась ли возможность однопроходной сварки бывших в употреблении НКТ с оптимизированными параметрами, и если да, то почему от нее отказались? (Радкевич М.М.); 7. Каков физический механизм влияния частоты 80 кГц на фрагментацию δ -феррита в стали 12Х18Н10Т, и с чем связано именно такое резонансное значение частоты? (Ельцов В.В.); 8. Почему в выводах не приведено сравнение достигнутых значений прочности с требованиями нормативной документации для НКТ данного класса? (Ельцов В.В.); 9. С чем автор связывает существенное различие в оптимальных частотах ультразвука для сталей 12Х18Н10Т (80 кГц) и 09Г2С (22 кГц)? (Панин А.В.); 10. Каков механизм снижения пористости в сварных швах стали 09Г2С в 3–5 раз – происходит ли коалесценция и всплывание пузырьков газа или предотвращается сам процесс их зарождения? (Панин А.В.); 11. Чем обусловлена столь высокая точность при определении предела прочности образцов 12Х18Н10Т (527,998 МПа), представленная в таблице 1? (Панин А.В.); 12. Каков физический механизм селективного влияния различных частот ультразвука на процессы кристаллизации разных классов сталей? (Койтов С.А.); 13. Насколько устойчивы полученные структурные модификации к длительным термическим воздействиям? (Койтов С.А.); 14. Каковы перспективы применения разработанного подхода к другим классам материалов? (Койтов

С.А.); 15. Каков вклад различных механизмов упрочнения в общее улучшение механических свойств? (Койтов С.А.); 16. Нарушено правило нумерации двух разделов арабскими цифрами на страницах 1 и 8 (см. ГОСТ Р 7.0.11-2011, п.5.3.2); (Люхтер А.Б.); 17. Не соблюдены правила буквенного обозначения отдельных графических частей составных рисунков 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9 и местоположения наименования таблицы 1 (см. ГОСТ Р 2.105-2019, п.6.8 и п.6.9). (Люхтер А.Б.); 18. Чем обусловлен выбор фиксированных частот 22 и 80 кГц для проведения основной части исследований, и рассматривалась ли автором возможность плавной регулировки частоты для оптимизации процесса под конкретный химический состав стали? (Люхтер А.Б.)

Выбор официальных оппонентов обосновывается их достижениями и компетенцией в области материаловедения, сварочных процессов, исследования структуры и свойств металлических материалов, наличием публикаций в соответствующей области исследований и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Ведущая организация известна исследованиями в области материаловедения и разработки технологий получения сварных соединений и композиционных материалов, в том числе с использованием лазерных и аддитивных технологий. Исследования ведущих ученых (Самодуровой М.Н., Иванова М.А., Трофимова Е.А., Шабуровой Н.А., Пашкеева К.Ю. и др.) отражены в публикациях в российских и международных изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science.

Диссертационный совет 24.2.312.12 отмечает, что наиболее существенные результаты, полученные соискателем исследований, и их научная новизна заключаются в следующем:

- Установлено, что лазерная сварка конструкционных трубных сталей с применением акустических колебаний с частотой 22–80 кГц и мощностью 1,5 кВт позволяет получать сварные швы с пониженной химической неоднородностью, уменьшенным в 1,5–2 раза размером зерен и неметаллических

включений, сниженным количеством газовых пор, увеличенными характеристиками прочности до 20%.

- *Установлено*, что применение акустических колебаний с частотой 80 кГц и мощностью 1,5 кВт в процессе лазерной сварки сталей 12Х18Н10Т позволяет снизить химическую неоднородность в объеме сварного шва до 15%, размер пластинчатых включений δ -феррита в 1,5–2 раза и увеличить прочность сварных швов при испытаниях на изгиб в 1,5 раза.

- *Установлено*, что введение ультразвуковых колебаний с частотой 22 кГц и мощностью 1,5 кВт в зону сварного шва в процессе лазерно-акустической сварки и наплавки стали 09Г2С позволяет увеличить прочность сварных швов при испытаниях на статическое растяжение в 1,3 раза, снизить пористость в 3-5 раз и размер зерен в структуре металла в 3 раза.

- *Теоретически и экспериментально показана* возможность получения сварного шва из стали 09Г2С при сварке насосно-компрессорных труб, что достигается лазерной сваркой с дополнительным воздействием ультразвуковыми колебаниями с частотой колебаний 22 кГц и мощностью 1,5 кВт, что позволяет увеличить глубину проплавления основного металла в 2 раза, а ширину ванны расплава снизить в 1,2 раза.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- *Установлены* закономерности формирования структуры и свойств сварных швов с учетом дополнительного воздействия ультразвуковых колебаний в зону плавления;

- *Изучено* влияние технологических параметров сварки и ультразвуковых колебаний на химический состав, структуру и свойства сварных швов насосно-компрессорных труб;

- *Изучены* закономерности образования дендритной структуры сварных швов, способы регулирования размерами зон термического влияния; устранения ликвации за счет ультразвукового воздействия на зону лазерного плавления;

- *Разработана* технологическая схема сварки отбракованных, бывших в употреблении насосно-компрессорных труб класса прочности «Д» для нефтяной промышленности с применением излучения волоконного лазера и дополнительных ультразвуковых воздействий.

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

- *Разработаны* программы ЭВМ: Пр. ЭВМ №2020662243 – для управления процессом лазерно-акустической сварки; Пр. ЭВМ №2019619392 – для управления процессом лазерной сварки с присадочной проволокой, кронштейнов с соединением типа «шип-паз», на роботизированном комплексе; Пр. ЭВМ №2019619138 – для управления процессом гибридной лазерной сварки на роботизированном комплексе; Пр. ЭВМ №2019619137 – «Программа лазерной сварки кронштейнов с соединением типа "шип-паз"».

- *Предложенные* в работе технические решения, основанные на фрагментации дельта феррита и снижении пористости в нержавеющей стали из-за введения ультразвуковых колебаний в процессе лазерной сварки позволили увеличить прочностные характеристики сварных швов насосно-компрессорных труб в 1,5 раза.

- *Предложена* технологическая схема двухпроходной лазерно-акустической сварки бывших в употреблении насосно-компрессорных труб класса прочности «Д» из стали 09Г2С, обеспечивающая получение бездефектных соединений с высокими механическими свойствами;

- *Разработан* метод устранения сквозного канала, образующегося в месте начала сварки, при помощи импульса мощностью 10 кВт и длительностью 30 мс;

- *Результаты* исследования переданы в рамках договора НИОКР компании ООО «ТЕХНОФОРДЖ» для внедрения в производство; опытные образцы сваренных труб выдержали гидравлические испытания и находятся в промышленной эксплуатации;

- Материалы диссертации внедрены в учебный процесс кафедры лазерных и аддитивных технологий КНИТУ-КАИ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- Результаты получены с использованием современных сертифицированных методов исследования и высокоточного оборудования (растровая электронная микроскопия, рентгеновская томография, механические испытания), аттестованного в соответствии с требованиями ГОСТ;
- Теоретические положения базируются на известных достижениях фундаментальных и прикладных научных дисциплин, согласуются с современными представлениями в области материаловедения;
- Выводы и рекомендации подкреплены значительным объемом экспериментальных данных, их статистической обработкой и воспроизводимостью результатов;
- Установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов с данными, представленными в независимых источниках по тематике исследования.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач исследования, разработке методик, проведении всего комплекса экспериментальных работ по лазерной сварке, металлографическому и механическому анализу, обработке и интерпретации полученных данных, формулировании научных положений и выводов, подготовке публикаций и заявок на регистрацию программ для ЭВМ. Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, логичной взаимосвязи поставленных задач и полученных результатов. Результаты исследований, приведенные в диссертации, могут быть применены для сварки труб нефтяной и газовой промышленности. Теоретические выводы, полученные в исследовании, помогут в понимании процессов формирования микроструктуры металла сварных швов под воздействием ультразвука, что в свою очередь позволит расширить номенклатуру свариваемых труб. По своему содержанию диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.6.17. Материаловедение: п. 1 – разработка новых металлических материалов с заданным комплексом свойств

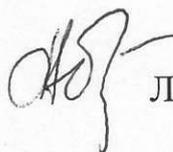
путем установления закономерностей влияния технологии (лазерной сварки с ультразвуковым воздействием) на структуру и функциональные свойства; п. 3 – разработка физико-механических процессов формирования новых металлических материалов, обладающих уникальными физико-механическими и эксплуатационными свойствами; п. 4 – установление закономерностей и критериев оценки разрушения металлических материалов от действия механических нагрузок.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний, ставящих под сомнение основные научные результаты. Соискатель исчерпывающе ответил на все заданные в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию по существу высказанных замечаний. С рядом высказанных замечаний соискатель согласился. Диссертационным советом сделан вывод, что диссертация Нюхляева Олега Александровича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований решена актуальная научно-техническая задача по разработке технологических основ лазерно-акустической сварки конструкционных трубных сталей, обеспечивающих управление микроструктурой и получение сварных соединений с повышенным комплексом физико-механических свойств. По актуальности, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки России (в действующей редакции).

На заседании 19 марта 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Нюхляеву Олегу Александровичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за решение актуальной научно-технической задачи, заключающейся в разработке технологических основ лазерно-акустической сварки конструкционных трубных сталей, обеспечивающих управление микроструктурой, снижение дефектности и получение сварных соединений с повышенным комплексом физико-механических свойств.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовал: «за» – 13, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



Л.Н. Абуталипова

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор технических наук, доцент



Н.В. Тихонова

19 марта 2026 г.

