

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.403.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШТНЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 06.10.2023 № 10

О присуждении Курашкину Сергею Олеговичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модели и методы для автоматизации процесса электронно-лучевой сварки тонкостенных деталей» по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами принята к защите 27 июня 2023 (протокол заседания № 6) диссертационным советом 24.2.403.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, приказ о создании совета № 1201/нк от 07.10.2016 г.).

Соискатель Курашкин Сергей Олегович, 19 апреля 1995 года рождения, в 2016 году окончил бакалавриат, в 2018 году окончил магистратуру Сибирского государственного университета науки и технологий имени

академика М.Ф. Решетнева по направлению информатика и вычислительная техника, в 2022 году окончил очную аспирантуру Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева. Работает ассистентом на кафедре «Информационно-управляющих систем» в Сибирском государственном университете науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева.

Диссертация выполнена на кафедре «Информационно-управляющих систем» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Мурыгин Александр Владимирович, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», заведующий кафедрой «Информационно-управляющих систем».

Официальные оппоненты:

Москвичев Владимир Викторович – доктор технических наук, профессор, Красноярский филиал ФГБУН «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий», директор Красноярского филиала;

Царев Роман Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет», доцент кафедры «Прикладной математики»;

Дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь в своем положительном отзыве, подписанном Щицыным Юрием Дмитриевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Сварочное производство, метрология и технология материалов», а

также Трушниковым Дмитрием Николаевичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Сварочное производство, метрология и технология материалов» указала, что диссертация является завершенной квалификационной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, содержащей новые научные результаты в области повышения качества сварного соединения в процессе электронно-лучевой сварки для тонкостенных деталей за счет определения и установления требуемых технологических параметров процесса сварки в установившемся режиме и оптимизации скорости сварки и тока луча. Диссертационная работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Курашкин Сергей Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управления технологическими процессами и производствами.

Соискатель имеет 43 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 21 работа, из них в научных изданиях, рекомендованных ВАК опубликовано 7 работ, 14 работ опубликовано в международных изданиях, индексируемых в системах цитирования Web of Science и Scopus. Получено 8 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ. Научные работы посвящены вопросам моделирования и управления процессом электронно-лучевой сварки. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые из них:

1. Курашкин, С. О. Моделирование режима электронно-лучевой сварки тонкостенной конструкции из сплава АД31 / С. О. Курашкин, Ю. Н. Серегин, В. С. Тынченко, А. В. Мурыгин, С. В. Котельникова. – Текст : непосредственный // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2022. – Т. 23, № 2. – С. 296–304.

2. Курашкин, С. О. Разработка программного обеспечения для математического моделирования распределения температуры в процессе электронно-лучевой сварки / С. О. Курашкин, Д. В. Рогова, В. С. Тынченко, Е. В. Шуткина. – Текст : непосредственный // Программные продукты и системы. – 2022. – Т. 35, № 3. – С. 509–517.

3. Курашкин, С. О. Имитационное моделирование процесса электронно-лучевой сварки в установившемся режиме для отработки технологического процесса / В. С. Тынченко, С. О. Курашкин. – Текст : непосредственный // Вестник МГТУ "Станкин". – 2022. – № 3(62). – С. 42-46.

4. Modeling the Temperature Distribution in an Electron Beam Welded Bimetallic Ring with COMSOL Multiphysics / S. Kurashkin, E. Shutkina, Y. Tynchenko, V. Bukhtoyarov, I. Makarchuk, A. Bocharov // Software Engineering Application in Systems Design. CoMeSySo 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer, Cham, 2023. – Т. 596. – direct text.

5. Simulation model of the electron beam welding process for the formation of the effective technological parameters during the welding of aerospace structures / S. O. Kurashkin, V. V. Bukhtoyarov, A. V. Murygin, A. N. Bocharov, Yu. N. Seregin, D. V. Rogova // 2022 21st International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH). – IEEE, 2022. – P. 1-5. – direct text.

6. The use of ANSYS for modelling the energy distribution in steady mode with electron beam welding / S. O. Kurashkin, V. S. Tynchenko, A. V. Murygin, D. V. Rogova // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1889, № 4. – P. 042061. – direct text.

7. Analytical characteristics of the electron beam distribution density over the heated spot for optimizing the electron-beam welding process / S. O. Kurashkin, V. D. Laptinok, A. V. Murygin, Yu. N. Seregin // IOP conference series: materials science and engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 681, № 1. – С. 012021. – direct text.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. Начальника отдела АСУП, к.т.н. Казанцева Михаила Александровича, «Научно производственное предприятие «Радиосвязь», г. Красноярск. Отзыв с 2 замечаниями.

2. Главного технолога АО «Решетнев» к.т.н., Михнёва Михаила Михайловича и начальника сектора технологии сварки и пайки – главного сварщика, к.т.н., Злобина Сергея Константиновича, АО «Информационные спутниковые системы», г. Железногорск. Отзыв с 2 замечаниями.

3. Заведующего кафедрой СМ-12 «Технологии ракетно-космического машиностроения» д.т.н., профессора, Галиновского Андрея Леонидовича, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва. Отзыв с 2 замечаниями.

4. Первого зам. Генерального директора-технического директора АО «Красмаш», к.т.н., Якубовича Олега Петровича, АО «Красмаш», г. Красноярск. Отзыв с 2 замечаниями.

5. Профессора кафедры «Системы автоматизации, автоматизированного управления и проектирования», д.т.н., профессора Ченцова Сергея Васильевича, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Отзыв с 3 замечаниями.

6. Заслуженного деятеля науки РФ, главного научного сотрудника, заведующего отделом «Системы искусственного интеллекта в энергетике», д.т.н., проф., Массель Людмилы Васильевны, Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН), г. Иркутск. Отзыв с 2 замечаниями.

7. Профессора кафедры электропривода и электрического транспорта ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», д.т.н., профессора, Михаила Павловича Дунаева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск. Отзыв с 2 замечаниями.

8. Доцента кафедры Управления в технических системах, ФГБОУ ВО Братский государственный университет, к.т.н., доцента, Колтыгина Дмитрия Станиславовича, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Братский государственный университет, г. Братск.

Все отзывы положительные. В замечаниях критически отражаются:

отсутствие обоснования выбора предложенной математической модели расчёта распределения температуры; отсутствие оценки адекватности с помощью общепринятых критериев, используемых при верификации (погрешность модели и т.д.); отсутствие обоснования использования понятия «тока коллектора вторичных электронов» в рамках оценки тока электронного пучка; отсутствие прямого сравнения результатов металлографических исследований и моделирования зоны сварного шва; а также отмечено отсутствие рассмотрения вопроса разработки специального диагностического контроля сварных швов неразрушающими методами.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– *разработана* новая математическая модель электронно-лучевой сварки для расчета распределения температуры на поверхности свариваемой детали в процессе электронно-лучевой сварки для тонкостенных деталей, основанная на уравнениях подвижных мгновенных источников энергии (точечного и линейного), учитывающая геометрические размеры изделия и технологические параметры процесса сварки, позволяющая с помощью расчета траектории движения луча получать распределение температуры на поверхности свариваемой детали, обеспечивающее качество сварного соединения;

– *разработана* новая методика для оценки глубины провара и ширины сварного шва при электронно-лучевой сварке тонкостенных деталей, основанная на уравнениях быстродвижущихся мгновенных источников энергии, отличающаяся тем, что она учитывает геометрические размеры и

теплофизические параметры детали, а также технологические параметры процесса сварки, позволяющая получать стыковые соединения заданных геометрических размеров;

– **разработан** новый метод адаптивного управления скоростью сварки и током луча при электронно-лучевой сварке тонкостенных деталей в установившемся режиме, основанный на использовании аппарата теории тепловых процессов; отличающийся применением комплекса четырех источников нагрева, позволяющий стабилизировать подводимую энергию к зоне сварного соединения и снизить количество дефектов;

– **доказаны** эффективность и возможность применения новой модели, методики и метода для автоматизированной системы управления электронно-лучевой сваркой тонкостенных деталей для повышения качества сварного соединения в процессе электронно-лучевой сварки.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что: в результате разработанной методики, метода и модели получены новые знания в области автоматизации сварочных процессов, объясняющие механизм воздействия тепловых процессов при электронно-лучевой сварке для получения бездефектного соединения тонкостенных деталей и принципы построения автоматизированных систем для управления электронно-лучевой сварки.

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

– результаты работы **использовались** при изготовлении действующего макета электронно-лучевого оборудования, разработанного при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания № FEFE-2023-0004 «Адаптивные методы синтеза и управления проектированием компонентов сложных систем», в рамках проекта № 20-48-242917, выполненного при финансовой поддержке РФФИ, Правительства Красноярского края и Краевого фонда науки по теме «Модели и методы управления процессом электронно-лучевой сварки тонкостенных

конструкций, также в рамках стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, на 2022-2024 (приказ №38 от 20.01.2022) по теме «Разработка комплексной системы автоматизации электронно-лучевой сварки тонкостенных конструкций аэрокосмического назначения»;

- *определены* перспективы практического использования разработанных моделей и алгоритмов для управления процессом электронно-лучевой сварки.

Результаты диссертационного исследования рекомендуются к применению при переходе к передовым цифровым технологиям и интеллектуальным производственным технологиям, применяемым при создании ответственных деталей на предприятиях ракетно-космической отрасли.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- экспериментальные исследования, выполненные при различных параметрах технологического процесса электронно-лучевой сварки, *подтвердили* работоспособность и эффективность разработанных алгоритмов управления;

- *теоретические выкладки* основываются на корректном использовании математического аппарата, непротиворечивостью физическим явлениям и законам теплового нагрева свариваемых деталей, подтверждаются сведениями, полученными от других авторов, моделированием на ЭВМ.

Личный вклад соискателя состоит в получении основных результатов, выносимых на защиту, участии на всех этапах исследования процесса электронно-лучевой сварки тонкостенных конструкций, непосредственном участии в научных экспериментах и апробации результатов исследования, разработке математических моделей, подготовке публикаций. Научные положения, выносимые на защиту, и выводы

принадлежат автору. Текст диссертации и автореферата имеет ясное, логичное и последовательное изложение.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: отсутствие показателей качества, за исключением требуемых геометрических размеров шва; недостаточно детализированной информации в представленных блок-схемах, что сказывается на их понимании; а также отмечено отсутствие в пятом пункте раздела результатов сведений о повышении качества сварного шва.

Соискатель Курашкин С.О. аргументировано ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

Таким образом, в диссертации Курашкин С.О. приведены материалы, свидетельствующие об успешном решении поставленной задачи – повышения качества сварного соединения в процессе электронно-лучевой сварки для тонкостенных деталей за счет определения и установления требуемых технологических параметров процесса сварки в установившемся режиме и оптимизации скорости сварки и тока луча.

Диссертация удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных лично автором исследований, обладающих научной новизной, содержится решение научно-технической задачи,

закключающейся в разработке автоматизированной системы управления электронно-лучевой сваркой на основе математической модели электронно-лучевой сварки для расчета распределения температуры на поверхности свариваемой детали и методики для оценки глубины провара и ширины сварного шва, позволяющей производить процесс сварки тонкостенных деталей и обеспечивать повторяемость технологического процесса за счет мониторинга процесса сварки и выбора оптимальных параметров технологического процесса.

На заседании 06 октября 2023 года диссертационный совет принял

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек (6 человек дистанционно), из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека входящего в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, воздержавшихся – нет.

Панфилов
Илья Александрович

06.10.2023₂