

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.316.02  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 18 мая 2023 г. № \_\_\_\_\_

3

О присуждении **Григорьеву Владимиру Владимировичу**, гражданину **Российской Федерации**, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование технологических процессов изготовления элементов силовых титановых конструкций летательных аппаратов электронно-лучевой сваркой» по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов» принята к защите 16 марта 2023 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом 24.2.316.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (ведомственная принадлежность – Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; адрес – Российская Федерация, 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, д. 27; приказ о создании от 01.04.2013 № 156/нк, приказ от 05.03.2015 № 220/нк, приказ от 18.06.2015 № 339/нк, приказ от 29.07.2015 № 848/нк, приказ от 28.04.2016 № 512/нк, приказ от 09.08.2016 № 1054/нк, приказ от 16.03.2017 № 212/нк, приказ от 12.07.2017 № 748/нк, приказ от 01.07.2019 № 569/нк, приказ от 03.06.2021 № 561/нк).

Соискатель Григорьев Владимир Владимирович, 1995 года рождения. В 2017 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», г. Комсомольск-на-Амуре, с присвоением квалификации бакалавр по специальности 15.03.01 «Машиностроение», диплом 102705 0050149, регистрационный номер 15-015/17 от 03 июля 2017 года. В 2019 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре, с присвоением квалификации магистр по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение», диплом 102724 4514875, регистрационный номер 15-096/19 от 01 июля 2019 года.

С 2019 года по настоящее время соискатель обучается в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре, по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника, очная форма обучения.

Работает в должности заведующего лабораториями факультета машиностроительных и химических технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Авиастроение» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, доцент **Бахматов Павел Вячеславович**, заведующий кафедрой «Технология сварочного и металлургического производства имени В.И. Муравьева» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».



### **Официальные оппоненты:**

**Медведев Александр Юрьевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры сварочных, литейных и аддитивных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа.

**Абашкин Евгений Евгеньевич**, кандидат технических наук, младший научный сотрудник лаборатории проблем создания и обработки материалов и изделий, 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.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** акционерное общество «Национальный институт авиационных технологий» (АО НИАТ), г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Коваленко А. В., кандидатом технических наук, заместителем генерального директора по научно-исследовательской деятельности, и Ивановым М. А., руководителем комплекта 3, и утвержденном Плихуновым Виталием Валентиновичем, первым заместителем генерального директора, доктором технических наук, профессором, указала, что диссертация Григорьева Владимира Владимировича является законченной научно-квалификационной работой, тема работы актуальна для авиационной промышленности, диссертация обладает научной новизной, научной и практической значимостью. Все утверждения обоснованы. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а также п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. Полученные научные результаты соответствуют

паспорту специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов». Автор диссертации Григорьев Владимир Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Соискатель имеет 13 опубликованных работ по теме диссертации, из них 6 статей в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ; 1 публикация в зарубежном издании, входящая в перечень Scopus; 5 в сборниках научных трудов и трудов международных и всероссийских научно-технических конференций; 1 монография (в соавторстве).

В работах, опубликованных в рецензируемых изданиях, в полной мере изложены материалы и основные научные результаты диссертации. Требования, предъявляемые к публикации основных результатов диссертации, предусмотренные пунктами 11 и 13, а также установленные пунктом 14 «Положения о присуждении ученых степеней», выполнены полностью.

Наиболее значительные работы соискателя:

1. Муравьев, В. И. Обеспечение свойств соединений титановых конструкций летательных аппаратов, полученных сваркой плавлением, одинаковых со свойствами основного металла / В. И. Муравьев, П. В. Бахматов, **В. В. Григорьев** // Вестник Московского авиационного института. – 2021. – Т. 28, № 3. – С. 218-227. (*Перечень ВАК*)

2. Муравьев, В. И. Особенности образования специфических дефектов при сборке крупногабаритных титановых конструкций летательных аппаратов / В. И. Муравьев, П. В. Бахматов, **В. В. Григорьев** // Вестник Московского авиационного института. – 2019. – Т. 26. – № 4. – С. 17-27. (*Перечень ВАК*)

3. Исследование влияния электронно-лучевой сварки титановых сплавов на распределение водорода в сварном шве / В. И. Муравьев, П. В.



Бахматов, **В. В. Григорьев** [и др.] // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2019. – Т. 18. – № 4. – С. 157-168. (*Перечень ВАК*)

4. Муравьев, В. И. Влияние режимов механической обработки стыкуемых кромок на качество неразъемных соединений, выполненных сваркой плавлением, при сборке титановых конструкций летательных аппаратов / В. И. Муравьев, П. В. Бахматов, **В. В. Григорьев** // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2021. – № 6(735). – С. 67-79. (*Перечень ВАК*)

5. **Григорьев, В. В.** Исследование влияния дефектов электронно-лучевой сварки на процессы разрушения титановых сплавов / **В. В. Григорьев**, В. И. Муравьев, П. В. Бахматов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2020. – № 3(720). – С. 23-34. (*Перечень ВАК*)

6. **Григорьев, В. В.** Изменение структуры и микротвердости неразъемных соединений силовых титановых конструкций из сплава BT23, выполненных электронно-лучевой сваркой / **В. В. Григорьев**, В. И. Муравьев, П. В. Бахматов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2019. – № 1(706). – С. 20-28. (*Перечень ВАК*)

7. Muravyev, V. I. Production process impact on permanent electron-beam weld connection characteristics for assembly of large titanium aircraft primary structural components / V. I. Muravyev, **V. V. Grigorev**, P. V. Bakhmatov // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Vol. 200. – P. 548-557. (*Scopus*)

8. Муравьев, В. И. Обеспечение качества неразъемных соединений титановых конструкций летательных аппаратов, выполненных сваркой плавлением : монография / В. И. Муравьев, П. В. Бахматов, **В. В. Григорьев**. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 296 с. (*Монография*)

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы** (все отзывы положительные, указаны только вопросы и замечания).

## **Отзывы на диссертацию:**

**1. Ведущая организация:** акционерное общество «Национальный институт авиационных технологий», г. Москва. Замечания:

1) В 1 главе на странице 25 дана ссылка на таблицу 1.8, но исходя из текста, ссылка должна быть на таблицу 1.9.

2) На странице 31 не совсем ясен смысл предложения «Место расположения, режимы ЭЛС, позволяют предполагать, что образование темных полос связано с недостаточным удалением ККВ в ходе прогрева расфокусированным лучом, а ЭЛС в начале не образует замкнутых полостей готовых зародышей, и ККВ взаимодействуя с расплавом непосредственно путем диссоциации и образования твердого раствора водорода в  $\alpha$ -титане и гидрида титана с плотностью ниже плотности металла шва».

3) В главе 2, на странице 60 при описании используемых установок для ЭЛС указана установка КЛ-138, но далее она нигде не фигурирует.

4) В главе 3 производится анализ химических элементов в зонах сварного соединения, линий сплавления и в дефектах, констатируется факт превышения легирующих элементов (Al, V, Zr) по сравнению с требованиями ОСТ 1 90013-81, но не уделяется внимание их влиянию на порообразование.

5) В главе 4 не установлено влияние режимов сварки на свойства сварных соединений. Там же в начале главы идет речь о нумерации образцов. Нумерация образцов на рисунке 4.3, соответствует нумерации образцов, которая представлена далее?

6) Не совсем ясно, зачем выполнена сравнительная оценка изношенной и новой фрез в 5 главе?

7) Применимы ли внедренные в производство режимы подготовки стыкуемых кромок фрезерованием сплава ВТ20 к сплаву ВТ23?

**2. Официальный оппонент Медведев Александр Юрьевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры сварочных, литейных и аддитивных технологий федерального государственного бюджетного



образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа. Замечания:

1) В обзоре показано, что режим сварки и характеристики электронного луча оказывают существенное влияние на порообразование при ЭЛС. При этом в работе не приведено описание и технические характеристики применяемого сварочного оборудования, не проведен анализ возможности снижения вероятности образования пор за счет изменения режимов и условий ЭЛС.

2) В подрисуночной надписи к рис. 3.1 лицевая сторона шва названа зоной усиления, а обратная сторона шва названа корневой зоной, что не соответствует общепринятой терминологии. Из графиков, приведенных на том же рисунке следует, что ширина шва с лицевой стороны больше, чем с обратной стороны.

3) В 3 главе показано превышение некоторых легирующих элементов (Zr, Al, V, таблицы 3.1-3.5), но при этом на основании полученных данных не сформированы выводы по их влиянию на порообразование.

4) Как следует из приведенных в главе 4 данных, для исследованного диапазона свариваемых толщин – 20...70 мм, наибольшая вероятность образования дефектов отмечалась на образцах с толщинами более 50 мм. При этом не совсем ясно, почему апробация принятых технологических решений была проведена только на образцах толщиной 30 мм.

**3. Официальный оппонент Абашкин Евгений Евгеньевич**, кандидат технических наук, младший научный сотрудник лаборатории проблем создания и обработки материалов и изделий, 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 диссертации, на странице 58 не ясно, выполнялось ли перед сваркой обезжиривание ацетоном и обезвоживание спиртом после высокопроизводительного фрезерования стыкуемых кромок?

2) На странице 73 из таблицы 3.1 не ясно, какие участки (кратер; центр; корень сварного шва) зоны сплавления представлены под номерами 1, 2, 3.

3) В третьей главе говорится о многократном превышении содержания легирующих элементов (Fe в 2,25 раз Zr до 5 раз) в зоне сварного соединения. Чем обуславливается механизм концентрации содержания этих химических элементов в конкретных областях? И возможно ли, что рост содержания водорода происходит по тому же принципу?

4) На странице 86 диссертации, в таблице 4.2 не ясно где присутствует дефект «темных полос».

5) На странице 88 диссертации говорится, что при скорости резания 125 м/мин образцов из сплава ВТ23 снижается предел прочности до 19%, но данные об образце полученного на этом режиме в таблице 4.2 отсутствуют.

6) На странице 88 автор констатирует факт, что повышение параметров режима резания сплава ВТ23 приводит к порообразованию и ухудшению механических свойств, но не объясняет это явления. Проводили ли исследования влияния режимов механической обработки сплава ВТ23 на изменение содержания водорода?

#### **Отзывы на автореферат:**

**1. Галимов Энгель Рафикович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой материаловедения, сварки и производственной безопасности, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань. Замечания:

1) Почему прогрев электронным лучом в вакуумной камере не дает эффекта удаления капиллярно-конденсированной влаги с поверхности свариваемых кромок титановых конструкций?

2) На рисунке 8 в образцах №6 и №5 указано «нет четкости», что это означает?



**2. Безъязычный Вячеслав Феокистович**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор кафедры «Технология авиационных двигателей и общего машиностроения», Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, г. Рыбинск. Замечания:

1) Из текста автореферата неясно, на каком этапе выполнялся рентгенографический контроль, до раскрытия темплетов или после?

2) Оценивалось ли влияние других химических элементов на порообразование, помимо  $H_2$ ?

**3. Прохоров Андрей Германович**, главный технолог, кандидат технических наук и **Тараканов Анатолий Анатольевич**, заместитель главного металлурга по сварке – главный сварщик, Филиал Публичного акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация» – Комсомольский-на-Амуре авиационный завод имени Ю.А. Гагарина, г. Комсомольск-на-Амуре. Замечания:

1) Если «темные полосы» имеют характер дефекта в виде пор, то каков критерий допуска без исправления?

2) На рис. 6 и 7 автореферата показано распределение количества водорода в сварных соединениях, с цифровым указанием значений, но их плохо видно.

3) На рисунках 9, 11, 15, отражающих результаты растровой электронной микроскопии структуры поверхности не ясна кратность увеличения.

**4. Огнев Юрий Федорович**, доктор технических наук, профессор кафедры самолёто- и вертолётостроения филиала в г. Арсеньеве ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Арсеньев. Замечания:

1) Почему не рассматривался вопрос об испытаниях сварных соединений на усталостную прочность?

**5. Жаткин Сергей Сергеевич**, кандидат технических наук, профессор кафедры «Литейные и высокоэффективные технологии» ФГБОУ ВО

«Самарский государственный технический университет», г. Самара.

Замечания:

1) В автореферате указывается, что на дефектообразование при электронно-лучевой сварке влияет неравномерность распределения температурного поля по объему свариваемой заготовки. В связи с этим целесообразно было провести моделирование процесса ЭЛС и анализ температурного поля в сварном шве и околошовной зоне.

2) На рисунке 5 приведено распределение содержания водорода по сварному шву ВТ23. Целесообразно было бы также для сравнения привести такие данные и для сплава ВТ20. При этом указывается, что распределение водорода в сварном шве титановых сплавов, выполненных электронно-лучевой сваркой, имеет сложный характер и в значительной степени отличается от распределения водорода в сечении сварного шва после аргонодуговой сварки. Однако сравнительные данные ЭЛС с аргонодуговой сваркой не приводятся.

3) Непонятна фраза «нет четкости» на гистограмме залегания дефектов... (рис. 8).

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

Замечания:

1) Из автореферата не понятно, почему в 5 главе проведено фрезерование только сплава ВТ20, выполнялись ли исследования по установлению рациональных режимов резания сплава ВТ23?

2) В формулах (1) и (2) не указана размерность параметров.

**Все отзывы положительные.** В отзывах отмечены актуальность темы работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов.



Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием публикаций в сфере исследований по теме диссертации. Выбор ведущей организации обоснован широкой известностью достижениями в научной области, связанной с проектированием, конструкцией, производством, испытаниями и эксплуатацией летательных аппаратов.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**проведен** анализ технологических факторов изготовления сварных элементов силовых титановых конструкций летательных аппаратов (ЛА), оказывающих влияние на образование дефектов, характерных для электронно-лучевой сварки;

**установлен** механизм образования «темных полос» и их влияние на механические свойства сварных соединений элементов силовых титановых конструкций ЛА, выполненных электронно-лучевой сваркой;

**установлена** закономерность влияния режимов механической обработки поверхности стыкуемых кромок на уровень дефектности сварных соединений элементов силовых титановых конструкций ЛА, выполненных электронно-лучевой сваркой;

**разработаны** технологические рекомендации по изготовлению элементов силовых титановых конструкций ЛА электронно-лучевой сваркой, гарантирующих исключение образования дефектов, улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств, снижение себестоимости.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

**изложены** особенности образования дефектов при изготовлении элементов силовых титановых конструкций ЛА электронно-лучевой сваркой;

**изучено** влияние цепочек субмикропор в диаметре от 5 нм до 50 мкм на механические свойства (предел прочности, относительное удлинение,

ударная вязкость) и структуру сварных соединений элементов силовых титановых конструкций ЛА;

**изучено** влияние параметров режима механической обработки стыкуемых кромок на образование субмикропор в сварных соединениях из сплава ВТ20, выполненных электронно-лучевой сваркой.

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

**разработан и внедрен** в производство на ПАО «ОАК» – «КнААЗ им. Ю.А. Гагарина», г. Комсомольск-на-Амуре, способ подготовки стыкуемых кромок элементов силовых титановых конструкций под электронно-лучевую сварку (акт внедрения предложения по улучшению ППУ №19/0021-2453 22 от 05.08.2022, акт об использовании диссертационной работы);

**определены** рациональные параметры режима резания (скорость резания, подача), при механической обработке стыкуемых кромок из сплава ВТ20, способствующие снижению уровня дефектности сварных соединений;

**представлены** рекомендации по изготовлению элементов силовых титановых конструкций из сплавов ВТ20 и ВТ23 электронно-лучевой сваркой, гарантирующие снижение порообразования.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** использовано современное высокоточное сертифицированное оборудование для проведения электронно-лучевой сварки, сканирующей электронной микроскопии, разрушающего и рентгенографического контроля применительно к выявлению причин образования дефектов при изготовлении силовых элементов титановых конструкций электронно-лучевой сваркой;

**теоретические аспекты** базируются на общепринятых теориях: теории сварочных процессов в области вопросов формирования сварных соединений, вопросов порообразования, теории резания металлов в отношении влияния параметров режима на изменения приповерхностного слоя, известных положениях материаловедения в части оценки влияния



содержания водорода (капиллярно-конденсированной влаги) в металле неразъемных соединений на их дефектность и свойства;

**идея** разработки способа снижения дефектности сварных соединений при электронно-лучевой сварке элементов силовых титановых конструкций ЛА за счет режимов технологической операцией фрезерования, обеспечивающей обезводораживание приповерхностного слоя, базируется на гипотезе формирования пор из деградированного поверхностного слоя стыкуемых кромок насыщенного капиллярно-конденсированной влагой, получаемого в ходе их подготовки под сварку;

**использованы** современные методики получения и обработки экспериментальных данных, обеспечивающие воспроизводимость и достоверность результатов исследований;

**Личный вклад соискателя состоит в** постановке цели и задач исследования, выполнении теоретической и экспериментальной частей исследования, анализе и интерпретации полученных результатов, формулировании научной новизны, положений и выводов, выносимых на защиту. Соискатель лично участвовал в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе, что подтверждается участием в международных и всероссийских конференциях.

### **Заключение**

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (ред. от 18.03.2023), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 18 мая 2023 года диссертационный совет принял решение присудить **Григорьеву Владимиру Владимировичу** учёную степень кандидата технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных

аппаратов» за новые научно-обоснованные результаты исследований технологических процессов изготовления элементов силовых титановых конструкций летательных аппаратов электронно-лучевой сваркой, имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет 24.2.316.02 в количестве 13 человек, из них 8 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 13, «против» – 0, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета



Феоктистов Сергей Иванович

Учёный секретарь

диссертационного совета

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Dmitry", is written over the text of the secretary's name.

Потянихин Дмитрий Андреевич

18 мая 2023 г.