

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.05

Соискатель: Морозов Вячеслав Андреевич

Тема диссертации: Разработка процесса пайки сотового уплотнения газотурбинного двигателя с использованием пластифицированного порошкового припоя в виде ленты

Специальность: 2.5.8. «Сварка, родственные процессы и технологии» (технические науки).

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации: на заседании 15 декабря 2021 года, протокол № 20/21, диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению она удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Морозову Вячеславу Андреевичу ученую степень кандидата технических наук

Присутствовали:

Галкин В.И. - председательствующий на заседании диссертационного совета, по приказу о возложении обязанностей;

Палтиевич А.Р. - ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета: Батышев К.А., Васильев В.А., Ершов М.Ю., Коллеров М.Ю., Конкевич В.Ю., Крит Б.Л., Латыпов Р.Л., Лозован А.А., Мамонов А.М., Никитина Е.В., Пашков И.Н., Петров А.П., Серов М.М., Смыков А.Ф., Чумадин А.С.

Председательствующий
на заседании диссертационного совета

Галкин В.И.

Ученый секретарь диссертационного совета

Палтиевич А.Р.

Начальник отдела УДС МАИ
Т.А. Аникина



ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15 декабря 2021 № 20/21

О присуждении Морозову Вячеславу Андреевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка процесса пайки сотового уплотнения газотурбинного двигателя с использованием пластифицированного порошкового припоя в виде ленты», по специальности 2.5.8. - «Сварка, родственные процессы и технологии» (технические науки), принята к защите 11 октября 2021 г., протокол № 15/21 диссертационным советом 24.2.327.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, приказ о создании совета № 426/нк от 17.04.2018г.

Соискатель Морозов Вячеслав Андреевич, 16 мая 1993 года рождения.

В 2017 г. соискатель окончил магистратуру в ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», в 2021 г. окончил аспирантуру кафедры «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», работает в должности инженера ООО «Аларм».

Диссертация выполнена на кафедре «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Пашков Игорь Николаевич, профессор кафедры «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Люшинский Анатолий Владимирович - доктор технических наук, АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро», г. Раменское, заведующий научно-исследовательской лабораторией;

Севрюков Олег Николаевич - кандидат технических наук, доцент, Институт ядерной физики и технологий «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, доцент офиса образовательных программ,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация АО «Объединённая двигателестроительная корпорация», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанным начальником сектора к.т.н. Никалиным З.Е., главным сварщиком Арутюняном Э.М. и утвержденный главным инженером к.т.н., Нуртдиновым Ю.Р., указала, что по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9 – 14 Положения о присуждении учёных степеней в редакции Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8. - «Сварка, родственные процессы и технологии» (технические науки).

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, опубликовано 3 работы.

Опубликованные работы, выполнены диссертантом в соавторстве с другими авторами, отражают результаты исследований и внедрений основных положений диссертации, полученных лично автором. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Монастырский В.П., Монастырская Е.В., Рожкова М.В., Морозов В.А. Опыт применения компьютерного моделирования технологического нагрева при разработке режима пайки / Технология машиностроения // -2020. - №6. - С.56-61.
2. Пашков И.Н., Мисников В.Е., Морозов В.А., Таволжанский С.А. Индукционная пайка твердосплавных резцов горного инструмента. Выбор состава и формы припоя / Сварочное производство // -2020. - №8. - С. 20–27.
3. Морозов В.А., Пашков И.Н., Мисников В.Е. Влияние формы и размера частиц порошковых припоев на свойства пластифицированных порошковых лент / Сварочное производство // -2021. - №7. - С. 46-53.
4. Морозов В.А., Монастырская Е.В. Технологии и материалы для пайки сотовых уплотнений / XLV Гагаринские чтения. Международная молодежная научная конференция // М.: МАИ, - 2019. - С. 822 – 823.

5. Морозов В.А., Пашков И.Н. Использование порошковых припоев в виде лент на полимерных связующих для пайки узлов ГТД / XLIV Гагаринские чтения. Международная молодежная научная конференция // М.: МАИ, - 2018. - С. 280 – 281.

6. Морозов В.А., Пашков И.Н., Монастырская Е.В. Пайка сотовых уплотнений газотурбинных двигателей порошковыми припоями в виде лент на пластичных полимерных связующих / Сб. тезисов научно-технического конгресса по двигателестроению // -Т. 2. Апрель 2018

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных Морозовым В.А. работах.

На автореферат поступило 9 отзывов от организаций:

1) Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, за подписью к.т.н., доцента кафедры «Материаловедения, сварки и производственной безопасности» Беляева А.В.

Замечания:

▪ В автореферате не указаны реальные значения зазоров при пайке сотового блока, а также полностью ли они заполнены припоем после пайки.

▪ К автореферату имеются некоторые замечания редакционного характера. Так, есть некоторые отступления от требований ГОСТа на библиографическое описание собственных публикаций.

2) ФГБОУ ВО Липецкий гос. технический университет, за подписью д.т.н., профессора кафедры «Оборудование и процессы машиностроительных производств» Лебедева С.В.

Замечания:

▪ Слишком общие технологические рекомендации по пайке сотовых уплотнений, которые требуют доработки для их полноценного использования на предприятиях газотурбостроительной отрасли.

▪ Большое количество грамматических ошибок и некоторое отступление от рекомендованных требований к оформлению автореферата, ссылок на рисунки, а также списка публикаций по теме диссертации.

3) АО «РОТЕК», за подписью директора проекта, инженера Иванова В.В.

Замечания:

▪ В работе указываются различные материалы и сплавы, но нет ссылки на нормативную документацию, по которой они производились.

▪ Проводились ли исследования свойств зарубежных материалов и анализ технологий пайки сотовых материалов?

4) ФГБОУ ВО «Московский гос. технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет), за подписью д.т.н., профессора кафедры «Технологии сварки и диагностики» Неровного В.М.

Замечания:

- В автореферате не приведен статистический анализ процессов пайки на предприятиях по выходу годных сотовых уплотнений, т.е. какой их процент отбраковки, что не дает достаточно четкого обоснования в технико-экономическом совершенствовании процесса пайки сотовых уплотнений с использованием пластифицированного порошкового припоя в виде ленты.
- В автореферате не представлены основные допущения, граничные условия, а также зависимости теплофизических свойств от температуры при моделировании тепловых процессов при пайке макета сотового уплотнения, что не позволяет оценить точность адекватности применяемой модели.
- Приоритет разработки процесса пайки сотового уплотнения ГТД с использованием порошкового припоя в виде ленты не подтвержден патентом на изобретение.
- В автореферате достаточно много орфографических ошибок и опечаток. Например, никелевые жаропрочные сплавы ХН78Т и ХН62ВМЮТ представлены как стали, отсутствует ссылка на рис. 11. на стр. 14.

5) АО «НПО им. С.А. Лавочкина», за подписями гл. сварщика Пономарева К.Е.; вед. инженера, к.т.н. Стрельникова И.В. и утвержденный зам. ген. директора по научной работе, д.т.н. проф. Шевченко С.Н.

Замечания:

- Автором не исследован вопрос влияния продуктов распада органического связующего и остатков растворителя при пайке на характеристики соединений и возможных механизмов нейтрализации этого влияния. Действительно, несмотря на наличие технологии производства высокотемпературных припоев в виде лент на органическом связующем, обеспечивающей фиксацию частиц припоя на паяемые поверхности и их равномерное дозирование, актуальным является вопрос обоснования способности связующего удаляться при нагреве без образования зольного остатка и интенсивного газообразования, а также ограниченность по сроку хранения. Выбор состава органического связующего для изготовления лент порошковых припоев и определение его технологических характеристик очень важно при отработке технологии пайки. Желательно приведение результатов теоретических изысканий, экспериментальных данных, подтверждаемых анализом металлографических исследований, спектральным анализом зон паяного соединения минимальную пористость (отсутствие интенсивного газообразования), малое содержание неметаллических включений (зол, окислов). Кроме того, в качестве лимитирующего фактора необходимо указать срок хранения припоя в виде ленты. Вероятно, эти данные приведены в диссертации как самостоятельное исследование или, например, в ссылке на труды А.Н. Афанасьева-Ходыкина, В.И. Лукина, В.С. Рыльникова и др.
- Автором указаны в качестве методов контроля визуальный на наличие растворения сотового блока и ультразвуковой на наличие непропаев. Однако, автор упустил наличие новых неразрушающих методов контроля: например, термическое тестирование.

▪ В приведенном списке работ приведено 8 источников, в то время как в разделе «Общая характеристика работы» указаны 9.

6) ФГБОУ ВО «Самарский гос. технический университет», за подписью к.т.н., доцента кафедры «Литейные и высокоэффективные технологии» Тимошкина И.Ю.

Замечания:

- В формуле (2) для расчета плотности ленты не указано что принимается за «Мп»;
- Вызывает сомнения достоверность способа определения равномерности распределения порошка припоя в пластифицированной ленте:
- Чем обоснована концентрация порошка припоя в шликере, как определяли оптимальную его концентрацию;
- На стр.14 указано, что при начале плавления припоя кремний диффундирует в расплав припоя и в основной материал.

7) АО «НПО «Энергомаш имени ак. В.П. Глушко», за подписью гл. сварщика А.Б. Аминова.

Замечания:

- Способы получения пластифицированных порошковых припоев в виде ленты имеют свои ограничения. В первой главе описан ряд ограничений порошковых лент производства ФГУП ВИАМ по пластическим свойствам, сроком хранения и получению ленты «бесконечной» длины. В автореферате не описаны ограничения, присущие порошковым лентам, разработанным в данном исследовании. Также способ получения порошковых лент, предложенной в исследовательской работе автора, может иметь ограничения по геометрическим признакам (максимальная и минимальная толщина ленты), что не указано в тексте автореферата.
- В первой главе автореферата говорится про методику исследования капиллярного соединения, где перечисляются факторы, влияющие на формирование паяного соединения (количество припоя, динамика нагрева и температура пайки). Однако также одним из основных факторов, влияющих на заполнение вертикальных зазоров, является смачиваемость паяемой поверхности расплавленным припоем. Анализ влияния соотношений компонентов порошковой ленты и других технологических условий на смачиваемость паяемой поверхности расплавом припоя не рассмотрены по тексту автореферата.

- В описании третьей главы на странице 14 автореферата, судя по контексту, ссылка на рис. 11.

8) АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», за подписями вед. конструктора отдела, к.т.н. Логунова Л.П.; вед. инженер-технолога отдела сварки Травинкина Ю.П. и утвержденный первым зам. ген. конструктора КБ «Салют», д.т.н., проф. Владимировым А.В.

Замечания:

- Недостаточный объем исследований, посвященный формированию паяного соединения в неравномерном зазоре. Автор описывает механизм формирования основываясь только на пайке образцов из одного сплава ХН78Т припоем ВПР11-40Н, которые имеют активное диффузионное взаимодействие, что приводит к аномальному заполнению зазора. Для подтверждения данного

механизма необходимо проведение исследований на других материалах, степень взаимодействия которых ниже.

9) ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова», за подписью научного сотрудника отд. ИЦ «Динамика, прочность, надежность», к.т.н. Исакова В.В.

Замечания:

- Отсутствует постановка задачи расчета термических циклов и описание методики численного эксперимента в пакете ProCAST.
- Не отражены применяемые диссертантом методы исследования, прочностных свойств паяных соединений, необходимые для оценки достоверности полученных результатов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокими компетенциями в области защищаемой диссертационной работы, подтвержденными наличием у них соответствующих публикаций.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая методика получения пластифицированного порошкового припоя в виде ленты с использованием высокомолекулярного каучука в качестве связующего; методика визуализации процесса высокотемпературной пайки сотового уплотнения в вакууме;

предложены: гипотеза формирования паяного соединения в клиновидном вертикальном зазоре при пайке сплава ХН78Т припоем ВПр11-40Н;

доказана зависимость влияния физических свойств порошковых сплавов на плотность и однородность пластифицированного порошкового припоя в виде ленты;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность использования построенной компьютерной модели процесса нагрева сотового уплотнения до температуры пайки в вакууме для разработки режимов пайки и проектирования технологической оснастки для пайки сотовых уплотнений;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использованы математическое моделирование методом конечных элементов с использованием программного обеспечения ProCAST, комплекс исследований по стандартизированным методикам (определение свойств порошковых сплавов, металлографические исследования); нестандартные методики исследования заполнения некапиллярного вертикального**

зазора расплавом припоя; методика визуализации высокотемпературной пайки в вакууме сотового уплотнения ГТД;

изложены условия, необходимые для получения стабильного качества паянных соединений при пайке узлов типа сотовое уплотнение;

изучены течение расплава припоя в некапиллярном вертикальном зазоре при пайке сплава ХН78Т припоев ВПр11-40Н;

проведена модернизация температурно-временных режимов высокотемпературной пайки в вакууме сотового уплотнения газотурбинного двигателя.

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

разработаны и внедрены методика по расчёту требуемого количества припоя для пайки конструкции типа «сотовое уплотнение» с гексагональной ячейкой сотового блока; процесс пайки сотового уплотнения авиационного газотурбинного двигателя, с помощью которого изготовлен опытный комплект сотовых уплотнений турбины низкого давления в количестве 16 штук;

определены границы применения порошковых сплавов в виде лент на органических связующих;

создана технические условия на порошковый припой ВПр11-40Н в виде пластифицированной ленты ТУ ТУ-244521-001-94123571-2020;

представлены типы конструкций (сотовые уплотнения ГТД), для изготовления которых применимы полученные результаты;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на современном сертифицированном оборудовании для металлографических исследований, достоверность результатов подтверждается хорошим совпадением экспериментальных данных и теоретических расчетов, систематическим характером экспериментальных исследований, а также практической реализацией полученных результатов;

теория получена на проверяемых данных и согласуется с ранее опубликованными результатами экспериментальных исследований по теме диссертации;

идея базируется на анализе и обобщении теоретических и практических данных технологического процесса пайки сотового уплотнения газотурбинного двигателя;

использованы данные исследований, проводившихся ранее в области порошковой металлургии; высокотемпературной пайки жаропрочных никелевых сплавов;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации;

Личный вклад соискателя состоит в: его непосредственном участии в проведении научных экспериментов; апробации результатов исследования; разработке компьютерных моделей распределения температуры при нагреве сотового уплотнения в вакууме; обработке и интерпретации экспериментальных и расчетных данных; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации замечаний критического характера высказано не было.

Соискатель Морозов В.А. ответил на все заданные ему в ходе заседания вопросы, с частью не критических замечаний согласился. Все, высказавшие замечания и задавшие вопросы соискателю, выразили удовлетворенность его ответами.

На заседании 15 декабря 2021 г. диссертационный совет принял решение:

за решение научно-технической задачи, в которой в результате выполненных автором исследований разработан метод получения пластифицированного порошкового припоя, исследованы процессы формирования паяного соединения и тепловые процессы при пайке сотовых уплотнений ГТД, позволившие впервые сформулировать научно обоснованные технологические рекомендации по пайке сотовых уплотнений, внедрение которых имеет существенное значение для развития авиационного двигателестроения страны,

присудить Морозову В.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 доктора наук по специальности 2.5.8. – «Сварка, родственные процессы и технологии» (технические науки), участвовавших в заседании, 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени - 17, против присуждения учёной степени - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председательствующий

на заседании диссертационного совета



Галкин Виктор Иванович

Ученый секретарь

диссертационного совета



Палтиеви́ч Андрей Романович

15 декабря 2021

Начальник отдела УДС МАИ
Т.А. Аникина