

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.9
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30.06.2026 № 7

О присуждении Ефимовой Марии Владимировне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Технологическое обеспечение качества поверхности сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов на основе магнитно-абразивной обработки» по специальности 2.5.6. Технология машиностроения принята к защите 28.04.2026, протокол заседания № 6, диссертационным советом ГУ.9 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 10.03.2023 № 312 адм, с изменениями от 13.07.2023 № 1090 адм, от 05.09.2023 № 1227 адм, от 29.07.2024 № 1207 адм, от 03.06.2025 № 673 адм, от 12.09.2025 № 1121 адм.

Соискатель, Ефимова Мария Владимировна, 22 апреля 1999 года рождения, в 2022 г. с отличием окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

Диссертация выполнена на кафедре машиностроения в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

С 01.10.2022 г. по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – **Максаров Вячеслав Викторович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», механико-машиностроительный факультет, декан.

Официальные оппоненты:

Бреки Александр Джалюльевич — доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», международный научно-образовательный центр «BaltTribo-Polytechnic», профессор;

Дмитриев Сергей Иванович — кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Псковский государственный университет», отделение инженерных технологий Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства, руководитель; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова**», г. Санкт-Петербург – в своем положительном отзыве, подписанном Федосовым Андреем Викторовичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Технология и производство артиллерийского вооружения» и утвержденном Вороновым Владимиром Александровичем, проректором по научной работе и инновационному развитию, указала, что теоретическая значимость работы состоит в углублении научных представлений о механизмах формирования микрогеометрии и физико-механического состояния поверхностного слоя алюминиевых сплавов при одновременном воздействии двух магнитных полей с различной индукцией; разработанные регрессионные модели вносят вклад в развитие методов инженерного прогнозирования результатов магнитно-абразивной обработки. Предложенный способ и математическая модель дают производителям инструмент для быстрого назначения режимов обработки и обеспечивают стабильное качество поверхности, что улучшает эксплуатационные характеристики заклёпочных соединений.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе 3 статьи - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, 2 статьи - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получен 1 патент.

Общий объем – 3,75 печатных листов, в том числе 2 печатных листа - соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в

которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Максаров, В. В. Перспективы применения магнитно-абразивной обработки сопрягаемых деталей летательных аппаратов / В. В. Максаров, М. В. Ефимова, М. С. Синюков, П. И. Романов // Металлообработка. – 2023. – № 3(135). – С. 43-50. – DOI 10.25960/mo.2023.3.43. (ВАК №1611 ред. 22.05.2023).

Соискателем выполнен анализ современных методов обработки сопрягаемых поверхностей деталей летательных аппаратов, обоснована перспективность применения магнитно-абразивной обработки (МАО) для повышения их качества. Сформулирована гипотеза о влиянии состояния поверхностного слоя изделий из алюминиевых сплавов на обеспечение долговечности неразъёмных соединений в конструкциях летательных аппаратов.

2. Максаров, В. В. Двухконтурная магнитно-абразивная обработка кромок сопрягаемых изделий / В. В. Максаров, М. В. Ефимова, В. Е. Трушников // Металлообработка. – 2024. – № 2(140). – С. 41-49. – DOI 10.25960/mo.2024.2.41. (ВАК №1684 ред. 23.04.2024).

Соискателем разработана и реализована методика двухконтурной магнитно-абразивной обработки кромок сопрягаемых изделий. Проведены экспериментальные исследования по определению влияния параметров двухконтурной схемы (частоты вращения инструмента, величины зазоров, зернистости порошка в каждом контуре) на качество обработки кромок. Выполнены измерения шероховатости и микротвердости образцов до и после обработки, построены зависимости, позволяющие оценить эффективность предложенного метода. Результаты измерения твердости на 8 образцах показали, что после обработки значения находятся в промежутке 32 – 35 HRB, а до обработки разброс значений твердости варьировался в пределах от 15 до 30 HRB. Можно сделать вывод о том, что магнитно-абразивная обработка приводит к незначительному увеличению твердости, но при этом такое упрочнение поверхностного слоя является равномерным.

3. Максаров, В.В. Применение магнитно-абразивного полирования поверхностей заклепочных соединений деталей из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов / В.В. Максаров, М.В. Ефимова, К.Ю. Шахназаров // Цветные металлы. – 2026. – № 1. – С. 85-91. – DOI 10.17580/tsm.2026.01.11. (ВАК-МБД №1195 ред. 31.12.2023 (CA(pt), Scopus))

Соискателем выполнена экспериментальная часть исследования по

применению магнитно-абразивного полирования для обработки поверхностей заклепочных соединений деталей из алюминиевых сплавов. В рамках работы соискателем были изготовлены лабораторные образцы из листового проката и проведено тестирование процедуры магнитно-абразивного полирования зоны отверстия под заклепочное соединение на специализированном оборудовании лабораторного комплекса Санкт-Петербургского горного университета. Соискателем выполнены измерения параметров качества поверхности образцов до и после обработки, построены сравнительные графики. На основе полученных результатов соискателем установлены математические зависимости, описывающие взаимосвязь между режимными факторами магнитно-абразивной обработки и характеристиками шероховатости поверхности зоны заклепочного соединения сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов. Проведенные исследования доказывают, что разработанный способ позволяет увеличить относительную опорную длину профиля сопрягаемых изделий R_{mr} с 70 до 89 %, что обеспечит плотность контакта поверхностей заклепочных соединений.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

4. Maksarov, V.V. Choosing parameters of a magnetic abrasive polishing for machining of edges of aircraft body parts from aluminum alloys / V.V. Maksarov, M.V. Efimova, I.A. Filipenko // Tsvetnye metally. – 2024. – № 3. – pp. 78-84. – DOI 10.17580/tsm.2024.03.11.

Максаров, В.В. Выбор параметров процесса магнитно-абразивного полирования для обработки кромок корпусных деталей летательных аппаратов из алюминиевых сплавов / В.В. Максаров, М.В. Ефимова, И.А. Филипенко // Цветные металлы. – 2024. – № 3. – С. 78-84. – DOI 10.17580/tsm.2024.03.11.

Соискателем выполнен анализ влияния параметров магнитно-абразивной обработки на качество обработки кромок деталей летательных аппаратов из алюминиевых сплавов. Проведено математическое моделирование процесса и определены оптимальные режимы обработки. Проведенные исследования позволили разработать практические рекомендации по выбору способа магнитно-абразивной обработки поверхности сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов, а также по подбору значений режимных факторов обработки, обеспечивающих прогнозируемую шероховатость: $B=0,2$ до $0,57$ Тл; время обработки $t=4-8$ мин; частота вращения заготовки $n=460-750$ мин⁻¹ (43-70 м/мин).

5. Maksarov, V.V. Methodology of automated magnetic abrasive machining of aircraft parts in the mining transportation complex/ V.V. Maksarov, M.V. Efimova // Russian Mining Industry. – 2025. – № S1. – pp. 62-67. – DOI 10.30686/1609-9192-2025-1S-62-67.

Максаров, В.В. Методика автоматизированной магнитно-абразивной обработки деталей летательных аппаратов в горно-транспортном комплексе/ В.В. Максаров, М.В. Ефимова // Горная промышленность. – 2025. – № S1. – С. 62-67. – DOI 10.30686/1609-9192-2025-1S-62-67.

Соискателем разработана методология автоматизированной магнитно-абразивной обработки деталей летательных аппаратов применительно к условиям горно-транспортного комплекса. По результатам численного моделирования и проведенных лабораторных экспериментов, разработана методика подбора оптимальных параметров технологического процесса, которые обеспечивают микровыглаживание поверхности изделий из алюминиевых сплавов и могут быть рекомендованы к применению на производстве. Проблемы, возникающие в производственном процессе аппаратов ГТК, требуют комплексного подхода для их решения и повышения эффективности производства в транспортной отрасли, в связи с чем предложена методика финишной обработки деталей летательных аппаратов ГТК, позволяющая достичь шероховатости поверхности в диапазоне Ra от 0,2 до 0,3 мкм.

Публикации в прочих изданиях:

6. Ефимова, М.В. Перспективы применения магнитно-абразивной обработки для производства изделий летательных аппаратов // Россия молодая: Сборник материалов XV Всерос. научно-практической конференции с международным участием, 18-21 апр. 2023 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: К. С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2023. – С. 423031-423033

Соискателем выполнен аналитический обзор перспектив применения магнитно-абразивной обработки (МАО) для производства изделий летательных аппаратов. Лично систематизированы существующие методы финишной обработки деталей из алюминиевых сплавов, выявлены их недостатки, обоснована целесообразность использования МАО для повышения качества поверхностей. Сформулированы основные направления внедрения технологии в авиастроительное производство, определены ключевые задачи для дальнейших исследований.

7. Ефимова, М.В. Обработка кромок корпусных деталей летательных аппаратов // IV Всероссийская научно-техническая конференция

с международным участием «Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении»: сборник докладов. – Тула: Изд-во ТулГУ. – 2023. – С.91-93.

Соискателем выполнен анализ существующих методов обработки кромок корпусных деталей летательных аппаратов. Выявлены ограничения традиционных способов финишной обработки. На основе обобщения результатов сформулированы требования к качеству обработки кромок и определены перспективные направления совершенствования технологического процесса.

8. Ефимова М.В. Современное состояние проблемы обработки кромок деталей летательных аппаратов и перспективы ее решения // Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: Материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: НИЦ МС, 2024. – С. 51-53.

Соискателем выполнен аналитический обзор современного состояния проблемы обработки кромок деталей летательных аппаратов. Лично систематизированы существующие методы финишной обработки, выявлены их недостатки применительно к деталям из алюминиевых сплавов. На основе анализа предложены перспективные направления совершенствования технологических процессов, включая применение магнитно-абразивной обработки.

9. Ефимова М.В. Влияние магнитно-абразивного полирования на качество обрабатываемых поверхностей из алюминиевых сплавов // Механика и машиностроение. Наука и практика: Материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: НИЦ МС, 2025. – С. 66-68.

Соискателем выполнены экспериментальные исследования влияния магнитно-абразивного полирования на качество обрабатываемых поверхностей из алюминиевых сплавов, проведены измерения шероховатости образцов до и после обработки. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о благоприятном влиянии МАП на эксплуатационные характеристики деталей из алюминиевых сплавов.

Патент:

10. Патент № 2800274 С1 Российская Федерация, МПК В24В 31/00 (2006.01); СПК В24В 31/00 (2023.02). Способ магнитно-абразивной обработки. Заявка № 2023105979: заявл. 15.03.2023; опубл. 19.07.2023 / В.В. Максаров, А.И. Кексин, И.А. Филипенко, М.В. Ефимова, М.С. Синюков; заявитель/патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский

горный университет". – 11 с. : 2 ил.

Соискателем выполнен комплекс экспериментальных исследований по влиянию режимных факторов магнитно-абразивной обработки на формирование качественной характеристики поверхностей из алюминиевых сплавов. Разработанный способ реализован на фрезерном станке с ЧПУ Etco Concept Mill 250. На основании разработанного способа магнитно-абразивной обработки проведены экспериментальные исследования. На основе полученных данных соискателем установлено, что магнитно-абразивную обработку поверхностей из алюминиевых сплавов следует проводить с применением магнитно-абразивного порошка Пр10Р6М5 (фракция от 50 до 250 мкм) и СОЖ марки GLOBAL. Обеспечение качества поверхностного слоя кромок листа и повышение производительности магнитно-абразивной обработки достигается тем, что обработку производят двумя трехполюсными системами, у которых каждый из полюсных наконечников совершает вращательные движения вокруг собственной оси. Благодаря первому контуру из трехполюсных наконечников осуществляется черновая обработка при рабочем зазоре 2-3 мм, второй контур при рабочем зазоре 4-5 мм позволяет произвести чистовую обработку поверхности и достичь значений шероховатости в диапазоне Ra от 0,2 до 0,3 мкм.

Апробация результатов диссертации проведена на 5 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 3 международных. За последние 3 года принято участие в 2 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 2 международных:

XI форум вузов инженерно-технологического профиля союзного государства (2023 г., г. Минск),

XV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Россия молодая» (2023 г., г. Кемерово),

IV Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении» (2023 г., г. Тула),

VII международная научно-практическая конференция «Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация» (2024 г., г. Санкт-Петербург),

VIII Международная научно-практическая конференция «Механика и машиностроение: наука и практика» (2025 г., г. Санкт-Петербург).

Принято участие в конкурсе грантов для студентов вузов, расположенных на территории Санкт-Петербурга, аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории

Санкт-Петербурга (2024 г., 2025 г., г. Санкт-Петербург).

В диссертации Ефимовой Марии Владимировны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: руководителя лаборатории трения и износа ИПМаш РАН, д.т.н. **Е.Б. Седаковой**; начальника СКТО ПК «ЦНТУ «Прометей», к.т.н. **Н.Г. Шведова**; профессора кафедры «Технология и оборудование машиностроительных производств» ИРНИТУ, д.т.н., профессора **В.М. Свинина**; доцента высшей школы машиностроения СПбПУ, к.т.н., доцента **С.А. Любомудрова**; заведующего кафедрой технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», к.т.н., доцента **А.С. Степанова**; профессора кафедры металлорежущих станков и инструментов ФГБОУ ВО «КузГТУ», д.т.н., профессора **С.И. Петрушина**; заведующего кафедрой «Конструкторско-технологическая подготовка машиностроительных производств» ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», д.т.н., доцента **С.А. Шиляева**; доцента кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», к.т.н., доцента **М.П. Журавлева**; начальника ОМЗК ООО «НПП «ОРИОН», к.т.н. **Д.А. Осминко**; профессора кафедры технологии машиностроения ТулГУ, д.т.н. **В.Д. Артамонова**.

1. Приведённая математическая зависимость для прогнозирования шероховатости (формула 1) носит эмпирический характер. Желательно было бы привести более подробное обоснование структуры модели или ссылку на методику её построения (например, планирование эксперимента, регрессионный анализ). (д.т.н. **Е.Б. Седакова**);

2. В работе основное внимание уделено МАО. Однако для полноты картины стоило бы кратко сравнить предложенный способ с другими современными методами финишной обработки (например, виброабразивная обработка, электрохимическая полировка), чтобы подчеркнуть преимущества именно магнитно-абразивной обработки. (д.т.н. **Е.Б. Седакова**);

3. Не указаны возможные ограничения по применению двухконтурной МАО (например, по геометрии деталей, толщине листа, доступности зон обработки). (д.т.н. **Е.Б. Седакова**);

4. В автореферате можно было бы более подробно показать, каким образом изменение параметров магнитно-абразивной обработки влияет не только на шероховатость, но и на равномерность упрочнения поверхностного слоя. (к.т.н. **Н.Г. Шведов**);

5. В автореферате не вполне подробно раскрыт вопрос о технологических ограничениях предложенной схемы обработки, связанных с масштабированием процесса на изделия иной геометрии и размеров. **(к.т.н. Н.Г. Шведов);**

6. В автореферате было бы целесообразно более подробно раскрыть сравнительную эффективность предложенного способа двухконтурной магнитно-абразивной обработки по отношению к альтернативным методам финишной обработки кромок алюминиевых сплавов с точки зрения производительности и технологической целесообразности. **(д.т.н. В.М. Свинин);**

7. Желательно было бы более детально в автореферате представить обоснование выбора диапазонов режимных параметров обработки, в частности взаимосвязь между магнитной индукцией, частотой вращения заготовки и временем обработки при достижении заявленных показателей шероховатости и упрочнения поверхности. **(д.т.н. В.М. Свинин);**

8. В тексте автореферата полезно было бы более наглядно сопоставить экономический эффект от внедрения предложенного способа с традиционными методами финишной обработки. **(к.т.н. С.А. Любомудров);**

9. Для более полного раскрытия практической применимости результатов желательно привести расширенные сведения о влиянии обработки на эксплуатационную долговечность соединений в реальных условиях работы летательных аппаратов. **(к.т.н. С.А. Любомудров);**

10. В автореферате нет информации о проведении исследования влияния предлагаемых технологических решений на надежность заклепочных соединений в результате теплового расширения - сжатия в условиях очень больших перепадов температуры наружной обшивки летательных аппаратов при изменении высоты полета. **(к.т.н. А.С. Степанов);**

11. В автореферате недостаточно подробно представлена методика проведения экспериментальных исследований, что затрудняет оценку воспроизводимости полученных результатов. **(д.т.н. С.И. Петрушин);**

12. В автореферате не приведены результаты исследования микроструктуры и наклепа поверхностного слоя после магнитно-абразивной обработки, что важно для оценки эксплуатационных свойств соединений. **(д.т.н. С.И. Петрушин);**

13. В автореферате на стр. 6 приведена научная новизна работы, в том числе «Определены диапазоны параметров качества поверхностного слоя на плотность контакта при соединении сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов с поверхностью опорной головки загруженного

соединения», при этом в тексте автореферата не представлена информация по свойствам и характеристикам поверхностного слоя листового материала в зоне заклепочного соединения сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов, необходимых для обеспечения долговечности соединений, сопрягаемых изделий летательных аппаратов. (д.т.н. С.А. Шиляев);

14. В автореферате не представлена методика проведения экспериментальных исследований, на основе которых разработан способ магнитно-абразивной обработки, что не позволяет в полной мере оценить полноту и корректность проведенных исследований. (д.т.н. С.А. Шиляев);

15. В автореферате отсутствуют данные об изменении микротвердости поверхностного слоя после МАО, что не позволяет оценить степень наклепа и его влияние на усталостную прочность соединений. (к.т.н. М.П. Журавлев);

16. Отсутствует сравнение предлагаемого метода с альтернативными способами финишной обработки (алмазное хонингование, виброобработка, электрохимическая полировка) по критерию качества поверхности и трудоемкости. (к.т.н. М.П. Журавлев);

17. В автореферате можно было бы подробнее раскрыть связь между полученными значениями шероховатости и эксплуатационной долговечностью заклепочных соединений. (к.т.н. Д.А. Осминко);

18. Было бы полезно дополнительно показать, насколько устойчивы полученные результаты при изменении исходного состояния обрабатываемых поверхностей. (к.т.н. Д.А. Осминко);

19. Следовало бы более детально обозначить пределы применимости предложенного способа обработки для различных алюминиевых сплавов и конструктивных элементов. (к.т.н. Д.А. Осминко).

20. Из автореферата не ясно (с. 10), какие конкретные значения определены для технологических параметров (д.т.н. В.Д. Артамонов);

21. Не указаны достигнутые пределы долговечности (с. 11) неразъемных соединений летательных аппаратов (д.т.н. В.Д. Артамонов).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея технологического обеспечения качества поверхностного слоя зоны заклепочного соединения на основе применения

двухконтурной магнитно-абразивной обработки, позволяющая одновременно осуществлять черновую и чистовую обработку сопрягаемых поверхностей из алюминиевых сплавов;

предложены оригинальные суждения по заявленной тематике, заключающиеся в нетрадиционном подходе к финишной обработке поверхностей сопрягаемых изделий летательных аппаратов на основе двухконтурной магнитно-абразивной обработки;

доказана перспективность использования предлагаемой идеи двухконтурной магнитно-абразивной обработки изделий из алюминиевых сплавов на практике, которая позволяет повысить плотность контакта в заклепочных соединениях за счёт увеличения относительной опорной длины профиля R_{mr} с 70 до 89 % и достижения шероховатости по параметру R_a в диапазоне 0,2...0,3 мкм;

введен новый термин двухконтурная магнитно-абразивная обработка, заключающаяся в одновременном осуществлении черновой и чистовой обработки поверхности изделий из алюминиевых сплавов за один технологический проход.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения вносящие вклад в расширение представлений об изучаемом явлении и представляющие собой решение актуальной научно-технической проблемы, в частности, разработанный и реализованный на практике способ магнитно-абразивной обработки торцевых поверхностей и кромок сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов, включающий двухконтурную черновую обработку с зазором 2...3 мм и чистовую с зазором – 4...5 мм, расположенных в последовательности технологического процесса на расстоянии друг от друга в пределах 70...75 мм, обеспечивает равномерное упрочнение поверхностного слоя до 32...35 HRB и шероховатость обрабатываемых поверхностей в диапазоне R_a от 0,2 до 0,3 мкм; теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что применение разработанного способа магнитно-абразивной обработки позволяет обеспечить необходимую плотность контакта в заклепочных соединениях листов из алюминиевых сплавов, расположенных внахлестку по каркасу летательного аппарата с поверхностью опорной головки заклепочного соединения за счет формирования рациональной микрогеометрии (R_a , R_{sm} , R_{mr}), увеличивающей относительную опорную длину профиля R_{mr} с 70 до 89 %;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использован комплекс существующих базовых методов исследования, включающий известные данные в области магнитно-абразивной обработки, научные основы технологии машиностроения, статистические методы

исследований, методики математического моделирования и методы компьютерного моделирования;

изложены положения, обосновывающие применение разработанного способа двухконтурной магнитно-абразивной обработки для обеспечения необходимой плотности контакта в заклепочных соединениях листов из алюминиевых сплавов за счёт формирования рациональной микрогеометрии (R_a , R_{sm} , R_{mr});

раскрыты противоречия между традиционными методами финишной обработки поверхностей сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов и достигаемым качеством поверхностного слоя зоны заклепочного соединения;

изучены взаимосвязи между режимными факторами двухконтурной магнитно-абразивной обработки и характеристиками шероховатости поверхности зоны заклепочного соединения сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов, что позволило установить рациональные параметры микрогеометрии, влияющие на повышение плотности контакта при соединении сопрягаемых изделий с поверхностью опорной головки заклепочного соединения;

проведена модернизация существующих математических моделей магнитно-абразивной обработки, учитывающая влияние технологических параметров двухконтурной обработки на качество поверхности изделий из алюминиевых сплавов, обеспечивающая получение новых результатов по теме диссертации.

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

разработаны и внедрены в производственную деятельность предприятия АО «Проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт воздушного транспорта «Ленаэропроект» (подтверждено актом о внедрении от 26.11.2025 г.) способ магнитно-абразивной обработки (Патент на изобретение RU2800274C1) и практические рекомендации по его применению для технологического обеспечения качества поверхностного слоя зоны заклепочного соединения сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов;

определены пределы и перспективы практического использования теории при разработке технологии двухконтурной магнитно-абразивной обработки сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов;

создана система практических рекомендаций по назначению режимных параметров двухконтурной магнитно-абразивной обработки с целью снижения шероховатости поверхности и равномерного упрочнения зоны

заклепочного соединения сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов;

представлены методические рекомендации по применению разработанного способа магнитно-абразивной обработки торцевых поверхностей и кромок сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов, направленные на повышение долговечности неразъемных соединений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном и поверенном оборудовании: фрезерный станок с ЧПУ Emco Concept Mill 250, профилометр Mitutoyo Surftest SJ-210, инвертированный микроскоп Leica DM ILM HC, сканирующий нанотвердомер Nanoscan 4D+; исследования проведены с использованием стандартных методов, с применением методов математического планирования эксперимента, что обеспечивает воспроизводимость результатов;

теория построена на известных, проверяемых данных в области магнитно-абразивной обработки, научных основах технологии машиностроения, статистических методах исследований и методиках математического моделирования, полученные результаты исследований согласуются с опубликованными результатами отечественных и зарубежных исследователей;

идея базируется на анализе особенностей эксплуатации и обеспечения качества неразъемных соединений летательных аппаратов, анализе существующих методов размерной и финишной обработки изделий летательных аппаратов, а также на обобщении передового опыта в области технологии машиностроения;

использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее передовыми отечественными и зарубежными исследователями в области магнитно-абразивной обработки;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, что подтверждено результатами промышленного опробования на производственных предприятиях;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов (единиц) наблюдения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в:

постановке цели и задач диссертационного исследования; анализе зарубежной и отечественной научной литературы по теме исследования;

разработке способа двухконтурной магнитно-абразивной обработки сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов, установлении математических зависимостей влияния режимных факторов магнитно-абразивной обработки на шероховатость и твердость поверхностей неразъемных соединений, проведении экспериментальных исследований по обработке поверхностей неразъемных соединений способом магнитно-абразивной обработки, подготовке рекомендаций по назначению режимных факторов магнитно-абразивной обработки с целью технологического обеспечения качества поверхностей сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Ефимова М.В. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 30.06.2026 диссертационный совет принял решение присудить Ефимовой М.В. ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи, имеющей значение для развития технологии машиностроения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председательствующий
заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Пряхин
Евгений Иванович

Ефимов
Александр Евгеньевич

30.06.2026 г.