



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

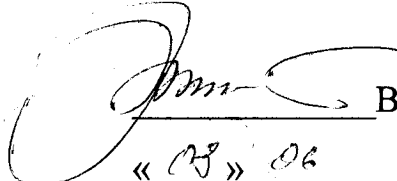
1-я Красноармейская ул., д. 1, Санкт-Петербург, 190005
Тел./факс: (812) 316-23-94; (812) 490-05-91
e-mail: bgtu@voenmeh.ru; <http://www.voenmeh.ru>
ОКПО 02066374, ОГРН 1027810328721
ИНН/КПП 7809003047/783901001

03.06.2026 № ЕР/18

На _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
и инновационному развитию


В.А. Воронов
« 03 » 06 2026 г.

М.П.

ОТЗЫВ

ведущей организации
на диссертацию Ефимовой Марии Владимировны, на тему:
«Технологическое обеспечение качества поверхности сопрягаемых изделий
из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов на основе магнитно-
абразивной обработки», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология
машиностроения

1. Актуальность темы диссертации

Повышение ресурса и надёжности авиационной техники остаётся одной из ключевых задач современного машиностроения. Значительная доля отказов планера летательных аппаратов вызвана усталостными разрушениями в зонах заклёпочных соединений. Качество поверхности сопрягаемых деталей, определяемое параметрами шероховатости и микротвёрдости, непосредственно влияет на концентрацию напряжений и долговечность соединения. Применяемые алюминиевые сплавы чувствительны к состоянию поверхностного слоя, а традиционные методы механической обработки не всегда обеспечивают требуемый комплекс параметров микрорельефа. В этой связи разработка научно обоснованной технологии финишной магнитно-абразивной обработки, позволяющей одновременно снизить шероховатость и сформировать благоприятную опорную длину профиля, является актуальной и имеет важное отраслевое значение.

2. Степень обоснованности и достоверности научных результатов

Обоснованность научных положений обеспечивается корректным использованием фундаментальных положений теории резания материалов, механики контактного взаимодействия, численного моделирования магнитных полей в программном комплексе ANSYS, а также методов математического планирования экспериментов. Достоверность результатов

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-151 от 09.06.26
АУ УС

подтверждена большим объемом экспериментальных данных, полученных на сертифицированном оборудовании (станок с ЧПУ, профилометр Mitutoyo SurfTest, микроскоп Leica) и обработанных с применением апробированных статистических методов. Результаты опубликованы в рецензируемых научных изданиях (три статьи в журналах из перечня ВАК, две – в изданиях, индексируемых в Scopus), получен один патент РФ на изобретение, а также прошли апробацию на пяти научно-практических конференциях, в том числе международных.

3. Цель работы

Повышение качества поверхностного слоя кромок сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов и формирования равномерного упрочнения зоны заклепочного соединения для летательных аппаратов на основе магнитно-абразивной обработки.

4. Задачи исследования

1. Провести анализ особенностей финишной обработки изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов, проанализировать текущее состояние и перспективы развития технологического обеспечения и повышения качества поверхностей посредством магнитно-абразивной обработки.

2. Провести экспериментальные исследования с целью определения закономерностей влияния режимных факторов магнитно-абразивной обработки на показатели шероховатости поверхности зоны заклепочного соединения сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов.

3. На основании экспериментальных исследований разработать способ магнитно-абразивной обработки поверхностей, предусматривающий научное обоснование выбора рациональных схем обработки, траекторий рабочих движений и режимных факторов, обеспечивающих качество обработанных поверхностей на основе одновременной черновой и чистовой обработки.

4. Установить математические зависимости, описывающие взаимосвязь между режимными факторами магнитно-абразивной обработки и характеристиками шероховатости поверхности зоны заклепочного соединения сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов.

5. Разработать практические рекомендации по выбору способа магнитно-абразивной обработки поверхности сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов, а также по подбору режимов, обеспечивающих прогнозируемую шероховатость.

5. Научная новизна диссертации

В ходе решения поставленных в работе задач разработан способ двухконтурной магнитно-абразивной обработки, обеспечивающий шероховатость обрабатываемых поверхностей по параметру R_a в диапазоне 0,2–0,3 мкм. В диссертации Ефимовой М.В.:

– Установлены закономерности влияния технологических параметров двухконтурной черновой и чистовой магнитно-абразивной обработки – магнитной индукции, частоты вращения, времени обработки на качество поверхностного слоя зоны заклепочного соединения сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов.

– Определены диапазоны параметров качества поверхностного слоя на плотность контакта при соединении сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов с поверхностью опорной головки заклепочного соединения.

6. Научные результаты, их ценность

К числу наиболее значимых научных результатов, полученных автором, относятся:

– способ двухконтурной магнитно-абразивной обработки, защищённый патентом RU 2800274 C1 и позволяющий получать стабильную шероховатость Ra в диапазоне 0,2–0,3 мкм;

– регрессионные зависимости, позволяющие технологю назначать рациональные режимы обработки (магнитную индукцию, частоту вращения детали и время обработки) под заданное значение Ra;

– установленная взаимосвязь параметров микрорельефа (Ra, Rsm, Rmr) с плотностью контакта и экспериментальное подтверждение повышения опорной длины профиля до 89 % после МАО;

– доказательство того, что совмещение черновой и чистовой стадий в одном технологическом переходе не приводит к взаимному негативному влиянию контуров при соблюдении рекомендованного расстояния 70–75 мм.

7. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

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.

Практическая значимость определяется готовностью разработанной технологии к внедрению в производство, что подтверждено актом использования результатов на АО «Ленаэропроект». Предложенный способ и математическая модель дают производственникам инструмент для быстрого назначения режимов обработки и обеспечивают стабильное качество поверхности, что улучшает эксплуатационные характеристики заклёпочных соединений.

8. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы целесообразно рекомендовать:

– к внедрению в технологические процессы изготовления и ремонта элементов планера летательных аппаратов на предприятиях авиастроительной отрасли;

– для создания отраслевых нормативно-технических документов и технологических рекомендаций по финишной обработке сопрягаемых поверхностей из алюминиевых сплавов;

– к использованию в учебном процессе высших учебных заведений при подготовке специалистов по направлениям «Машиностроение», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Перспективным направлением дальнейших исследований является адаптация предложенного способа к алюминий-литиевым сплавам и слоистым металлополимерным композитам, а также создание автоматизированной системы управления процессом с обратной связью по параметрам качества поверхности.

9. Замечания и вопросы по работе

1. В диссертации не рассмотрено влияние возможных вибраций, возникающих при вращении обрабатываемой детали в магнитном поле, на равномерность съёма материала и итоговые параметры шероховатости. Исследование динамической устойчивости процесса способствовало бы более точному прогнозированию качества обработки.

2. Автором не затронут вопрос износа абразивного порошка и стабильности его режущих свойств в течение длительного цикла обработки. Отсутствие данных о периодичности замены или обновления порошковой среды затрудняет проектирование серийной технологии.

3. В работе не представлены результаты оценки тепловых эффектов в зоне обработки. Микрорезание и пластическое деформирование способны вызывать локальный нагрев, что для алюминиевых сплавов может приводить к нежелательным структурным изменениям, поэтому учёт температурного фактора повысил бы полноту исследования.

4. Полученная математическая модель прогнозирует только параметр R_a , в то время как определяющим для качества контакта заклёпочного соединения являются параметры R_{mr} и R_{sm} . Отсутствие для них аналогичных моделей несколько ограничивает возможности технологического проектирования.

5. Экспериментальная часть работы выполнена с использованием абразивного порошка одного состава. Исследование влияния зернистости, твёрдости и материала абразива на показатели процесса позволило бы расширить область применения разработанных рекомендаций.

6. В диссертации недостаточно внимания уделено вопросам производственного контроля параметров качества обработанных поверхностей: не предложены периодичность, объём выборки и конкретные методики операционного контроля для условий реального производства.

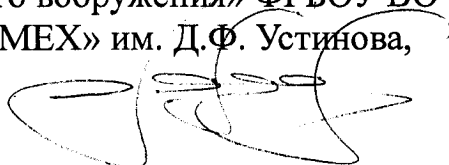
10. Заключение

Высказанные замечания не снижают научной и практической ценности выполненной работы. Диссертация Ефимовой Марии Владимировны является самостоятельной, завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложено новое научно обоснованное технологическое решение задачи повышения качества поверхности сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов, имеющее существенное значение для развития технологии машиностроения.

Диссертация «Технологическое обеспечение качества поверхности сопрягаемых изделий из алюминиевых сплавов для летательных аппаратов на основе магнитно-абразивной обработки», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Ефимова Мария Владимировна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения.

Отзыв на диссертацию заслушан, обсуждён и одобрен на заседании кафедры «Технология и производство артиллерийского вооружения» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», протокол № 9 от 06.05.2026 г. На заседании кафедры присутствовали 15 преподавателей и научных сотрудников, из них 2 доктора наук и 9 кандидатов наук. В голосовании приняли участие 15 человек. Результаты голосования: за – 15, против – 0, воздержавшихся – 0.

Зав. кафедрой «Технология и производство артиллерийского вооружения» ФГБОУ ВО «БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,
к.т.н., доцент



Федосов Андрей Викторович

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

Почтовый адрес: 190005, город Санкт-Петербург, улица 1-я Красноармейская, дом 1

Официальный сайт в сети «Интернет»: <https://voenmeh.ru/>

эл. почта: bgtu@voenmeh.ru

телефон: +7 (812) 316-23-94

ПОДПИСЬ: Федосов А.В.
УДОСТОВЕРИТЬ
НАЧАЛЬНИК КАФЕДРЫ
СЕРГЕЕВА О.
03.06.2026