

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук Дмитриева Сергея Ивановича 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

Надежность и долговечность современных летательных аппаратов в значительной степени определяются ресурсом неразъемных, в первую очередь заклепочных, соединений. Статистика показывает, что до 85% усталостных разрушений фюзеляжа приходится именно на зоны заклепочных швов. В связи с широким применением алюминиевых сплавов, склонных к концентрации напряжений у краев отверстий под крепеж, задача технологического обеспечения качества поверхности сопрягаемых деталей приобретает особую остроту. Диссертант совершенно справедливо фокусируется на поиске метода финишной обработки, способного не только снизить исходную шероховатость, но и сформировать благоприятный микрорельеф поверхности, повышающий сопротивление усталости зоны соединения. Это позволяет рассматривать выбранную тему как актуальную и практически востребованную.

2. Научная новизна диссертации

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.

3. Степень обоснованности и достоверности научных результатов

Работа отличается логичной структурой. Соискатель провел достаточно глубокий анализ текущего состояния проблемы обеспечения качества неразъемных соединений летательных аппаратов. Теоретическая часть исследования, включающая выбор порошков и смазочно-охлаждающих жидкостей, моделирование магнитного поля в ANSYS и обоснование конструктивных параметров установки, выполнена на хорошем научном уровне. Экспериментальная часть базируется на классических методах

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-160 от 11.06.26
Л.У.УС

планирования эксперимента, проведена на сертифицированном оборудовании (станок с ЧПУ, профилометр Mitutoyo SurfTest, микроскоп Leica), что является достаточной гарантией достоверности полученных данных. Разработанный способ защищен патентом на изобретение RU2800274C1, результаты апробированы на многочисленных конференциях и внедрены на предприятии АО «Ленаэропроект».

4. Научные результаты, их ценность

Научную новизну диссертационной работы определяют следующие основные результаты:

1. Установлены количественные закономерности влияния режимных факторов (магнитной индукции, частоты вращения детали, времени обработки) двухконтурной магнитно-абразивной обработки на формирование шероховатости и твердости поверхностного слоя алюминиевых сплавов.

2. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность разработанного способа, которая заключается в возможности одновременного ведения чернового и чистового этапов обработки в одном технологическом переходе.

3. Показана взаимосвязь между характеристиками микрорельефа поверхности (R_a , R_{sm} , R_{mr}) и качеством контакта в заклепочном соединении, что позволило предложить технологию, обеспечивающую повышение относительной опорной длины профиля R_{mr} с 70% до 89%.

Научная новизна работы не вызывает сомнений и полностью соответствует пунктам 4 и 7 паспорта специальности 2.5.6. Технология машиностроения, указанным автором.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы состоит в развитии научных представлений о механизме формирования микрорельефа и физико-механического состояния поверхностного слоя алюминиевых сплавов в условиях двухконтурной магнитно-абразивной обработки. Автором:

- теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность совмещения черновой и чистовой стадий обработки в одном технологическом переходе за счёт независимого регулирования магнитной индукции в каждом из контуров;

- на основе моделирования магнитного поля в программной среде ANSYS выявлены закономерности распределения магнитной индукции в рабочей зоне, позволившие установить рациональное расстояние между контурами и обосновать конструктивные параметры установки;

- получены регрессионные зависимости параметра шероховатости R_a от технологических факторов (магнитной индукции, частоты вращения детали и времени обработки), углубляющие понимание кинетики процесса магнитно-абразивного микрорезания и пластического деформирования;
- установлена количественная связь между высотными и шаговыми параметрами микрорельефа (R_a , R_{sm} , R_{mr}) и качеством контактирования в заклепочном соединении, что развивает положения технологического обеспечения эксплуатационных свойств неразъемных соединений.

Практическая значимость результатов заключается в их прямой применимости в производственной деятельности предприятий авиастроительного профиля и включает:

- разработанный и защищённый патентом РФ способ двухконтурной магнитно-абразивной обработки деталей из алюминиевых сплавов, обеспечивающий стабильное получение шероховатости $R_a = 0,2-0,3$ мкм и повышение относительной опорной длины профиля R_{mr} до 89 %;
- математическую модель, позволяющую технологу назначать рациональные режимы обработки под заданное значение параметра R_a без проведения дополнительных экспериментальных работ;
- рекомендации по выбору геометрических и режимных параметров установки, которые могут быть использованы при проектировании промышленного оборудования для магнитно-абразивной обработки;
- подтверждённый актом производственного внедрения эффект повышения качества сопрягаемых поверхностей на предприятии АО «Ленаэропроект», что свидетельствует о готовности разработки к практическому использованию.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты работы целесообразно рекомендовать:

- к внедрению в производственный процесс предприятий авиастроительного комплекса, специализирующихся на изготовлении и ремонте элементов планера летательных аппаратов из алюминиевых сплавов;
- для использования при разработке технологических процессов механосборочного производства, где предъявляются повышенные требования к качеству контакта в неразъемных заклепочных соединениях;
- для включения в отраслевые методические материалы и технологические рекомендации по финишной обработке сопрягаемых поверхностей деталей из алюминиевых сплавов;
- для применения в учебном процессе высших учебных заведений при подготовке бакалавров и магистров по направлениям «Машиностроение»

и «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», а также в курсах повышения квалификации инженеров-технологов.

Актуальным направлением дальнейших исследований может стать адаптация предложенного способа магнитно-абразивной обработки к деталям из алюминий-литиевых сплавов и слоистых металлополимерных композиционных материалов, а также разработка автоматизированной системы управления процессом, обеспечивающей стабилизацию параметров качества в условиях серийного производства.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В работе недостаточно подробно обоснован выбор интервала расстояния между контурами обработки (рекомендовано 70–75 мм). Вероятно, это расстояние критично для предотвращения взаимовлияния магнитных полей, однако количественная оценка этого влияния в тексте не представлена.

2. При анализе физико-механического состояния поверхности (Глава 4) основное внимание уделяется статическим параметрам шероховатости R_a и R_{mr} . Исследование остаточных технологических напряжений в поверхностном слое, которые напрямую влияют на зарождение усталостных трещин, выполнено в меньшем объеме.

3. В тексте диссертации присутствуют незначительные опечатки и стилистические погрешности (например, пропущенные запятые в некоторых сложных предложениях и разнобой в написании терминов «заклёпка» / «заклепка»), что, однако, не снижает общего положительного впечатления от работы.

4. В тексте диссертации практически не затронут вопрос экономической эффективности предложенной технологии. Отсутствие расчета себестоимости обработки или сравнительной оценки затрат на изготовление детали по базовому и предлагаемому вариантам затрудняет оценку перспектив промышленного внедрения.

8. 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.

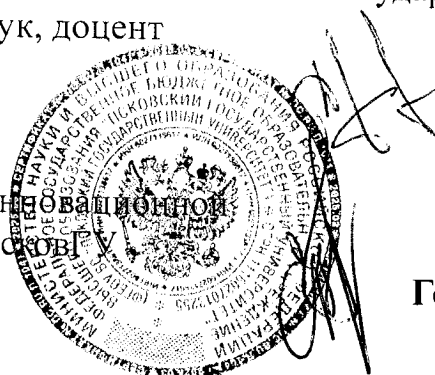
Официальный оппонент:

заведующий отделением инженерных технологий Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Псковский государственный университет», кандидат технических наук, доцент

Дмитриев Сергей Иванович

Согласовано

Проректор по инновационной
деятельности ПсковГУ



Гончарова Екатерина Викторовна

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Псковский государственный университет»

Почтовый адрес: 180000, Псковская обл., г. Псков, пл. Ленина, дом 2

Официальный сайт в сети Интернет: <https://pskgu.ru/>

эл. почта: s.dmitriev@pskgu.ru телефон: +78112201699

<i>Легализация С.И. Дмитриева,</i>
<i>Е.В. Гончаровой уполномоченные</i>
Специалист по персоналу I Категории отдела кадров ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»
<i>Иванова В.А.</i>
« 30 » мая 20 26 г.