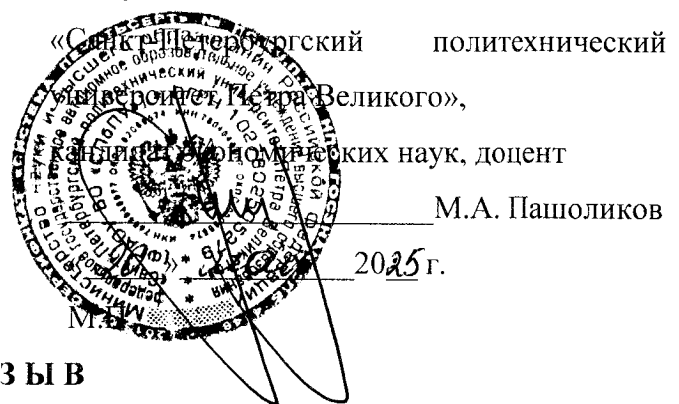


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по молодежной политике и
коммуникативным технологиям, ФГАОУ ВО



О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию *Минина Александра Олеговича* на тему:
«Технологическое обеспечение качества растачиваемых поверхностей изделий из
коррозионностойких алюминиевых сплавов на основе высокочастотного волнового
воздействия», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.6. – Технология машиностроения.

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время компании, занимающиеся производством продукции из
алюминиевых сплавов, сталкиваются с проблемой обеспечения равномерной шероховатости по
всей длине профиля. Сложности при обработке возникают вследствие высоких значений
пластичности и теплоемкости алюминия — при лезвийной обработке происходит
наростообразование, что приводит к ухудшению качества обработанных поверхностей
вследствие постоянного изменения геометрии режущей части. Из-за мгновенного нагрева
материала до значительных температур (около 200°C, в том числе и при использовании
смазочно-охлаждающих жидкостей) и последующего быстрого охлаждения с применением
различных охлаждающих веществ возможно возникновение локальных зон закалки,
отрицательно сказывающихся на характеристиках готового изделия. Шлифование также
создает сложности: температуры достигают уровня около 400°C, возникает эффект засаливания
абразивного круга и появляются термические повреждения поверхности.

Растачивание с применением высокочастотного волнового воздействия позволяет
обеспечить заданное качество внутренних поверхностей, однако на текущий момент
недостаточно изучено влияние параметров высокочастотного волнового воздействия на
величину и периодичность наростообразования, влияние направления и точки приложения
воздействия относительно зоны резания, влияние формы концентратора на эффективность
воздействия, не выявлены зависимости качества обработанной внутренней поверхности от
технологических параметров обработки. Отсутствуют методики подбора технологических
параметров. Разработка способа растачивания отверстий в изделиях из коррозионностойких
алюминиевых сплавов на основе высокочастотного волнового воздействия позволит обеспечить

равномерность обработки по всему профилю. Таким образом, диссертация Минина А.О. посвящена решению актуальной научно-технической задачи, а тема диссертации является актуальной.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1) Установлены закономерности влияния технологических параметров растачивания с применением высокочастотного волнового воздействия на шероховатость и микротвердость обработанной внутренней поверхности из алюминиевого сплава марки АМц.

2) Разработана математическая модель технологической системы механической обработки, учитывающая применение высокочастотного волнового воздействия и позволяющая оценить динамическую устойчивость системы при различных технологических параметрах.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Теоретические исследования представлены в виде широкого научного обзора исследований в области обработки с применением высокочастотного (ультразвукового) воздействия и обработки алюминиевых сплавов, патентного обзора существующих технических решений. Определена проблема выбора оптимального направления высокочастотного воздействия. Проведено компьютерное моделирование распределения высокочастотных волн относительно зоны резания, в зависимости от направления, точки приложения воздействия и форм концентраторов. Автором предложено техническое решение, на которое получен патент на изобретение. Экспериментальные исследования проведены на универсальном токарном станке с применением установки, подготовленной для реализации разработанного способа. Проведена серия предварительных экспериментальных исследований, в ходе которых установлены диапазоны технологических параметров обработки. Основная серия экспериментов включает в себя четыре варьируемых параметра и 31 опыт, по результатам которых построены математические регрессионные модели зависимости шероховатости и микротвердости от технологических параметров обработки. Адекватность модели оценивалась по критерию Фишера.

Экспериментально исследовано влияние метода на производительность процесса и микротвердость поверхности. Автором проведено сравнение метода шлифования и растачивания с применением высокочастотного волнового воздействия. Экспериментальные исследования проведены на исправном оборудовании с применением поверенных средств измерения и приборов.

Теоретические и экспериментальные исследования, представленные автором, должным образом подтверждают обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

4. Научные результаты, их ценность

В результате экспериментальных исследований влияния технологических параметров растачивания с применением высокочастотного волнового воздействия на шероховатость поверхности и микротвердость установлены закономерности влияния варьируемых параметров на шероховатость и микротвердость обработанной внутренней поверхности из алюминиевого сплава марки АМц. Установлено, что каждый технологический параметр обработки, рассматриваемый в эксперименте, оказывает влияние на шероховатость поверхности R_a и микротвердость H_v . Минимальные значения шероховатости растачиваемой поверхности достигаются при следующих значениях технологических параметров: частота воздействия f до 15 и свыше 25 кГц; угол воздействия $\omega = 30-45^\circ$; подача резания $S = 0,04-0,06$ мм/об; частота вращения заготовки $n \geq 1250$ мин⁻¹. Наибольшие значения $H_v = 440$ МПа достигаются при следующих параметрах: $S = 0,08-0,12$ мм/об, $n = 750-1250$ мин⁻¹, f до 15 или свыше 25 кГц, $\omega = 30-45^\circ$.

Сравнение шлифования и растачивания с применением высокочастотного волнового воздействия показало, что применение метода высокочастотного волнового воздействия позволяет обработать внутреннюю поверхность корпуса элегазового трансформатора из алюминиевого сплава АМц с обеспечением шероховатости поверхности $R_a = 0,8-0,9$ мкм, тем самым обеспечить устойчивость к пробоям тока и прожигу корпуса. По результатам применения способа было установлено повышение производительности в 8-12,5 раз.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 9 печатных работах, в том числе в 3 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получен 1 патент на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Автором разработан способ растачивания отверстий в изделиях из коррозионностойких алюминиевых сплавов (Патент на изобретение RU 2787289 C1), на основе высокочастотного волнового воздействия, выполняемого в направлении, противоположном направлению сходящей стружки. Предлагаемые способ и установка для его реализации универсальны, могут быть применены на станках токарной и фрезерной группы.

Автором определены технологические параметры растачивания отверстий с применением высокочастотного волнового воздействия в изделиях из алюминиевого сплава АМц, позволяющие обеспечить равномерную шероховатость $R_a = 0,8$ мкм. Достигнутые значения шероховатости отвечают требованиям, предъявляемым к поверхностям отверстий деталей элегазового трансформатора. Комбинации технологических параметров высокочастотного волнового воздействия влияют на качество обработанной внутренней поверхности, производительность и эффективность обработки.

Разработанные способ и устройство для его осуществления, полученные математические модели являются состоятельными и могут быть применены при составлении технологии обработки изделий, составлении рекомендаций к операции высокочастотного волнового воздействия.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертации могут быть применены на предприятиях машиностроительного и энергетического комплексов, на которых изготавливают ответственные детали из алюминиевых сплавов. В частности, результаты могут быть внедрены в технологический процесс изготовления корпусов, экранов, цилиндров и труб элегазового трансформатора на АО ВО «Электроаппарат».

Рекомендации, разработанные на основе экспериментальных исследований, могут быть внедрены в производственные процессы предприятий, занимающихся изготовлением и ремонтом деталей.

Использование растачивания с применением высокочастотного волнового воздействия позволит заменить ручные операции, выполняемые с помощью ручных шлифовальных машин и абразивного инструмента, что существенно повысит производительность процесса окончательной обработки.

7. Замечания и вопросы по работе

1) Исследования выполнены для алюминиевого сплава марки АМц, в связи с этим возникает вопрос, возможно ли выполнение растачивания с применением высокочастотного волнового воздействия в рамках изготовления изделий из других алюминиевых сплавов?

2) На странице 51, рисунок 2.13 образцы стружки полученные в результате растачивания «традиционным способом» и в результате растачивания с применением высокочастотного волнового воздействия изображены в разном масштабе.

3) Оценка шероховатости проводилась только по параметру Ra . По какой причине не учитывались другие параметры, например, Rz ?

4) В тексте не описано каким образом проводилось измерение микротвердости внутренней поверхности отверстий на микротвердомере ПМТ-3М. Каким образом фиксировалась заготовка при измерении микротвердости?

5) В диссертации в достаточной степени подтверждается эффективность применения высокочастотного волнового воздействия в процессе растачивания отверстий по сравнению со шлифованием с точки зрения производительности и параметров качества, однако отсутствуют сведения об экономической эффективности.

Указанные замечания не снижают общей важности и обоснованности предлагаемого научно-технического решения.

8. Заключение по диссертации

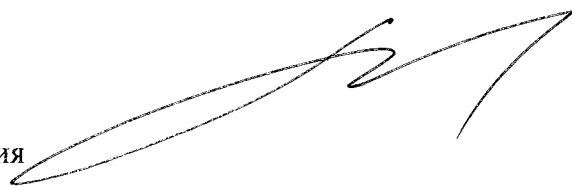
Диссертация «Технологическое обеспечение качества растачиваемых поверхностей изделий из коррозионностойких алюминиевых сплавов на основе высокочастотного волнового воздействия», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по

специальности 2.5.6. – Технология машиностроения, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм., а ее автор **Минин Александр Олегович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. – Технология машиностроения.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации **Минина Александра Олеговича** обсужден и утвержден на заседании Высшей школы машиностроения Института машиностроения, материалов и транспорта Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», протокол № 07 от 07.05.2025 года.

Председатель заседания

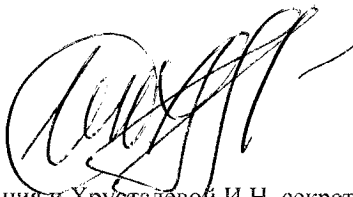
Директор Института машиностроения, материалов и транспорта
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
д.т.н., профессор



Попович Анатолий Анатольевич

Секретарь заседания

Доцент высшей школы машиностроения
Института машиностроения, материалов и транспорта
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
к.т.н.



Хрусталева Ирина Николаевна

Подпись Поповича А.А. председателя заседания и Хрусталева И.Н. секретаря заседания заверяю

М.П.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Почтовый адрес: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

Официальный сайт в сети Интернет: www.spbstu.ru

эл. почта: office@spbstu.ru. телефон: +7 (812) 775-05-30

