

О Т З Ы В

официального оппонента

**кандидата технических наук, доцента Дмитриева Сергея Ивановича
на диссертацию Филипенко Ирины Анатольевны на тему: «Технологическое
повышение качества кромок листового проката из алюминиевого сплава
марки АМц методом магнитно-абразивной обработки», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.02.08 – Технология машиностроения**

1. Актуальность темы диссертации

Обеспечение бесперебойной работы всех узлов изделий, снижение затрат на обслуживание и ремонт промышленного оборудования, экономия рабочего времени и материалов на обслуживание производственных мощностей является общемировой тенденцией промышленной экономики. Применение новых технологий, направленных на повышение качества и надежности изготавливаемой продукции является приоритетным направлением развития промышленности. Разработка способа магнитно-абразивной обработки, изучение влияния ее факторов на формирование качественных характеристик поверхности изделий, а также ее влияния на дальнейшие операции является актуальной научной и практической задачей. Метод магнитно-абразивной обработки известен и обладает широкой географией исследований, однако, его применению для обеспечения качества поверхностного слоя изделий из алюминиевого сплава марки АМц не уделялось внимания ранее. Сплав АМц является одним из наиболее распространенных сплавов алюминия, применяемых в промышленности, для изготовления сварных конструкций, баков, корпусов. Одним из основных факторов, препятствующих формированию прочного сварного соединения, является наличие устойчивого естественного окисла на поверхности алюминия, который имеет температуру плавления значительно выше основного металла и не расплавляется при сварке. Применение метода магнитно-абразивной обработки в качестве предварительной операции по зачистке кромок перед сваркой, изучение его влияния на формируемое сварное соединение, а

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-472 от 05.09.22
АУ УС

также поверхностный слой обрабатываемых изделий, нуждается в изучении и позволит обеспечить качество получаемых изделий и сварных конструкций.

Таким образом, диссертационная работа Филипенко И.А. выполнена на актуальную тему и посвящена изучению процесса магнитно-абразивной обработки плоских изделий из алюминиевого сплава марки АМц, его влиянию на формируемое качество поверхностного слоя, а также применение его в качестве предварительной операции зачистки кромок изделий перед сваркой и влиянию на прочность сварного соединения.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна

Диссертационная работа Филипенко И.А. содержит значительное количество теоретических и экспериментальных исследований, проработанные источники литературы соответствуют тематике исследования. Экспериментальные исследования проводились согласно известным методикам планирования эксперимента, все выводы построены на корректной интерпретации и анализе полученных результатов. Результаты измерений показателей параметров шероховатости поверхности, количества снимаемого материала и прочности сварного соединения проводилось при помощи сертифицированного оборудования по стандартным методикам измерений. Все вышперечисленное свидетельствует о достоверности полученных результатов и выдвинутых рекомендаций.

Исследования направлены на разработку способа магнитно-абразивной обработки, включающего схему обработки, сочетание рабочих движений, диапазоны значений технологических факторов, марку и количество абразивного порошка, состав смазочно-охлаждающей жидкости, позволяющего обеспечить равномерную и бездефектную обработку плоских изделий из алюминиевого сплава марки АМц. Разработанный способ реализован на устройстве, базирующемся на фрезерном станке с ЧПУ.

Научная новизна исследования заключается в разработанных математических зависимостях, позволяющих установить влияние технологических факторов магнитно-абразивной обработки на формирование шероховатости поверхности, удельного съема материала с единицы площади и толщину снимаемого материала, а также получить их количественные значения в зависимости от величины установленных технологических параметров.

3. Научные результаты, их ценность

Научные результаты, полученные в диссертационном исследовании, сформулированы автором в трех положениях, выносимых на защиту:

1. Применение способа магнитно-абразивной подготовки кромок поверхностей плоских изделий из алюминиевого сплава марки АМц, включающий в себя схему обработки, сочетание рабочих движений, диапазоны технологических факторов и технологический инструмент, позволяют удалить существующий оксидный и дефектный слой, обеспечить шероховатость поверхности $Ra = 0,23$ мкм и произвести равномерную бездефектную обработку.
2. Разработанные регрессионные математические зависимости технологической системы, учитывающие влияние технологических параметров магнитно-абразивной обработки, позволяют получить значения шероховатости поверхности, удельного съема материала с единицы площади и толщины снимаемого материала при обработке плоских изделий из алюминиевого сплава марки АМц.
3. Разработанный и реализованный на практике способ магнитно-абразивной предварительной подготовки кромок поверхностей плоских изделий из алюминиевого сплава марки АМц обеспечивает увеличение предела прочности сварного соединения в 1,6 раз, работу разрушения в 4,5 раза по сравнению со сварными соединениями, кромки которых подготовлены ручным абразивным инструментом.

Доказательство первого защищаемого положения основывается на экспериментальных исследованиях магнитно-абразивной обработки пластин из

алюминиевого сплава АМц с сочетанием вращательного, возвратно-поступательного и осцилляционного движений, диапазонами технологических параметров: частота вращения $n = 225-475 \text{ мин}^{-1}$, скорость подачи заготовки вдоль полюсных наконечников $S = 75-175 \text{ мм/мин}$. В качестве режущего инструмента применяется абразивный порошок Пр10Р6М5 с фракцией 50-250 мкм, формируемый под действием магнитной индукции в диапазоне 0,5-0,8 Тл. Образцы после обработки подвергались измерениям веса на измерительных весах марки ВЛТЭ 310, шероховатости боковых и торцевой поверхностей измерялись профилометром марки Mitutoyo SurfTest SJ-210 и оптическому контролю поверхности. Измерения показали, что контролируемые значения при выбранном диапазоне значений технологических факторов принимают значения: толщина снимаемого материала $h = 3-51 \text{ мкм}$, что доказывает полное удаление оксидного слоя с поверхности; показатель шероховатости $Ra = 0,233-0,847 \text{ мкм}$. Результаты оптического контроля показали полное удаление дефектного слоя с поверхности кромок.

Доказательство второго защищаемого положения заключается в построенных регрессионных зависимостях на основании анализа и обработки полученных результатов экспериментальных исследований, проводимых в соответствии с матрицей центрального композиционного рототабельного плана. Полученные зависимости позволяют получить значения контролируемых параметров в зависимости от значений магнитной индукции, времени обработки, частоты вращения и скорости подачи вдоль полюсных наконечников. Оценка адекватности зависимостей проводилась по критерию Фишера, которая показала, что построенные зависимости являются адекватными.

Доказательством третьего защищаемого положения являются результаты экспериментальных исследований образцов сварных соединений пластин, кромки которых предварительно обработаны магнитно-абразивным способом и ручным абразивным инструментом. Экспериментальные исследования образцов на растяжение показали, что предел прочности сварного соединения, кромки которого были обработаны магнитно-абразивным способом с обеспечением

шероховатости поверхности $Ra = 0,79$ мкм больше в 1,1 раз, с обеспечением шероховатости $Ra = 0,23$ мкм больше в 1,6 раз по сравнению с пределом прочности образцов, кромки которых были подготовлены ручным абразивным инструментом. Результаты макро- и микроанализа на поляризационном микроскопе модели Leica DM2700P показали большую сплошность сварного соединения и отсутствие посторонних включений при сварке кромок, подготовленных магнитно-абразивным способом.

Все защищаемые положения, сформулированные в диссертационной работе, соответствуют названию диссертации и целям исследования, являются обоснованными и опираются на результаты выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований в соответствии с фундаментальными законами. В диссертации рассмотрено достаточное количество научно-технической литературы по теме исследования, ссылки на все источники приведены в тексте работы.

Основные положения работы были доложены на международных конференциях и симпозиумах. Работа выполнялась в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований, что подтверждает ее актуальность и научную новизну результатов. Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 13 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, в 2 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получено 2 патента на изобретение.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

К основным результатам выполненных научно-прикладных исследований, характеризующихся теоретической и практической значимостью, можно отнести:

- разработан способ магнитно-абразивной обработки кромок плоских изделий толщиной до 8 мм и способ для изделий толщиной более 8 мм,

подтвержденные двумя свидетельствами на патент Российской Федерации № 2710085 и № 2751392;

- получены регрессионные математические зависимости, позволяющие получить значения шероховатости поверхности, удельного съема материала с единицы площади и толщины снимаемого материала в зависимости от величины магнитной индукции, времени обработки, частоты вращения и подачи вдоль полюсных наконечников, а также установить влияние каждого из технологических факторов на контролируемый параметр;

- установлено, что значения технологических параметров в диапазонах магнитная индукция $B = 0,5-0,65$ Тл, время обработки $t = 4-6$ мин, скорость подачи $S = 125-175$ мм/мин, частота вращения $n = 225-475$ мин⁻¹, применение абразивного порошка ПР10Р6М5 и смазочно-охлаждающей жидкости на эмульсионной основе позволяют удалить существующий оксидный и дефектный слой, обеспечить шероховатость поверхности $Ra = 0,23$ мкм, не искажая геометрию кромок и предотвращая появления дефектов;

- установлено, что применение разработанного способа магнитно-абразивной обработки кромок плоских изделий из алюминиевого сплава марки АМц в качестве предварительной зачистки перед сваркой позволяет повысить прочность сварного соединения в 1,1-1,6 раз, а работу разрушения в 4,5 раз по сравнению с применением ручного абразивного инструмента;

Результаты проведенных исследований были внедрены в учебный процесс кафедры «Машиностроения» Санкт-Петербургского горного университета, а также прошли промышленную апробацию на производственных предприятиях АО ВО «Электроаппарат» и ООО «ПО» Электромашина», что подтверждает практическую значимость исследования.

Диссертационная работа выполнялась в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований на выполнение фундаментальных научных исследований, что подтверждает теоретическую значимость работы.

5. Замечания и вопросы по работе

1. В первой главе диссертационной работы приводятся данные об ускорении роста оксидной пленки на поверхности алюминиевых изделий при повышении температуры воздействия. Желательно было привести график роста оксидной пленки в зависимости от температуры и данные по изменению толщины оксидного слоя в зависимости от температуры для большей наглядности процесса окисления и причин применения «холодных» методов обработки.

2. В качестве замечания методологического характера стоит отметить, что способы подготовки кромок перед сваркой, помимо механического и химического, следовало бы описать более полно или привести их особенности (пункт 1.3.3 диссертации).

3. В главе 2.3.2 диссертации утверждается, что для достижения наименьшего значения показателя шероховатости рекомендуется применение частиц сферической формы. В дальнейшем при описании экспериментальных исследований не указывается форма частиц в связи с чем возникает вопрос: какая форма частиц применялась при проведении исследований и проводились ли исследования, связанные с формой частиц?

4. Проводилось ли исследование стойкости абразивного материала при разработанном способе магнитно-абразивной обработки и с какой частотой менялся абразив при проведении экспериментальных исследований?

Указанные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования и важности основных полученных результатов.

6. Заключение по диссертации

Диссертационная работа Филипенко И.А. является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему, полученные результаты которой являются новыми и носят теоретическую и практическую значимость.

Диссертация «Технологическое повышение качества кромок листового проката из алюминиевого сплава марки АМц методом магнитно-абразивной обработки», представленная на соискание ученой степени кандидата технических

наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения полностью отвечает 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 **Филипенко Ирина Анатольевна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Доцент кафедры инженерных технологий и техносферной безопасности
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Псковский государственный университет»

Кандидат технических наук, доцент



Дмитриев Сергей Иванович

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

Почтовый адрес: 180000, г. Псков, площадь Ленина, д. 2

Официальный сайт в сети Интернет: www.pskgu.ru

e-mail: rector@pskgu.ru

Телефон: +7 (8112) 201-699

Подпись Дмитриева Сергея Ивановича заверяю.

*Системный администратор по персоналу и кадровой работе отдела кадров
управления организационно-методической и кадровой работы ПсковГУ*

А.В. Н.С. Лоскутов

25.08.2022

М.П.