

## **Отзыв официального оппонента**

**на диссертацию Пономарева Ильи Сергеевича на тему: «Повышение механических и специальных свойств сварных швов алюминиевых сплавов методом микроплазменного оксидирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.**

### **Актуальность темы**

Сварка алюминиевых сплавов с каждым годом непрерывно возрастает, что связано с увеличением номенклатуры производственных изделий и требований к ним. Область применения сварных конструкций из алюминиевых сплавов, как правило, предполагает их работу в условиях сложных механических нагрузок, в агрессивных средах. За счет этого, возрастают требования к сварным швам, механические и коррозионные свойства которых могут снижаться в процессе и после сварки. В настоящее время исследований по поверхностной обработке и созданию защитных покрытий на поверхности сварных швов из алюминиевых сплавов достаточно немного, что делает актуальной поставленную в выполненном исследовании научно-техническую задачу.

### **Новизна проведенных исследований и полученных результатов**

В основе диссертационной работы Пономарева И.С. предложена методика обработки поверхности и корня сварных швов из алюминиевых сплавов методом микроплазменного оксидирования для защиты соединений, работающих в агрессивных условиях и работающие на износ. Указанный процесс представляет собой образование защитного оксидного покрытия на обрабатываемой поверхности под воздействием высокотемпературных микроплазменных разрядов и преобразования поверхностного слоя алюминия в высокотемпературные оксидные фазы.

В исследовательской работе достаточно подробно изучены проблемы алюминиевых сварных швов в агрессивных условиях, процесс образования защитных покрытий при воздействии микроплазменных разрядов на поверхность алюминиевых сплавов, а также рассмотрены современные физико-химические модели горения микроплазменных разрядов на поверхности. На основе изученного вопроса соискателем предложены физическая и математическая модели образования защитного оксидного покрытия на поверхности при воздействии высокочастотного импульсного электрического тока высокой плотности. Проведенные в данной работе экспериментальные и аналитические исследования процесса микроплазменного оксидирования позволили получить технологию образования оксидных покрытий большой толщины с высокими

коррозионными и механическими свойствами, с минимальными временными и энергетическими затратами.

К положительным результатам работы следует отнести подробное описание предложенной модели образования защитного покрытия на поверхности алюминиевых сварных швов, разработку оборудования для проведения процесса, выполнение экспериментальных работ, результаты которых подтверждают предложенную физическую модель горения микроплазменных разрядов на обрабатываемой поверхности.

В работе впервые предложен процесс микроплазменного оксидирования для модификации и повышения механических и коррозионных свойств поверхности алюминиевых сплавов и прилегающих зон ЗТВ. Впервые получены коррозионно- и износостойкие защитные оксидные покрытия на поверхности алюминиевых сплавов различных составов толщиной более 100 мкм и микротвердостью до 35 ГПа за короткий промежуток времени.

Предложены и доказаны математическая и физическая модель процесса микроплазменного оксидирования алюминиевых сплавов с учетом изменения частоты и плотности электрического тока.

### **Оценка достоверности**

Автором диссертации глубоко проанализированы работы отечественных и зарубежных авторов, методы исследования и получения защитных оксидных покрытий на поверхности алюминиевых сплавов, которые были использованы в данной работе.

В процессе выполнения работы были использованы современные методы исследования, включающие оптическую микроскопию, измерение микротвердости, износостойкости, коррозионной стойкости, рентгенофлюоресцентный анализ химического состава полученных защитных покрытий. Достоверность полученных научных результатов подтверждается сопоставляемыми теоретическими и экспериментальными результатами, правильностью выбора методов исследований и технологий проведения процесса.

### **Общая характеристика диссертационной работы**

Диссертационная работа Пономарева И.С. состоит из введения, пяти глав, выводов по работе, списка литературы, приложения 1. Диссертация изложена на 166 страницах, в том числе содержит 111 рисунков, 17 таблиц, список литературы включает 137 наименований. По теме диссертации опубликовано 15 публикаций, 5 из которых опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК.

Первая глава диссертационной работы посвящена изучению проблемы сварки алюминиевых сплавов и работы сварных швов конструкций в сложных механических и агрессивных условиях. Проводится описание

различных видов дефектов сварных швов, возникающих при сварке деталей и узлов из алюминиевых сплавов и нагреве прилегающих зон. Рассмотрены способы поверхностной обработки для увеличения механических и коррозионных свойств сварных швов. Предложен способ микроплазменного оксидирования поверхности сварных швов как один из наиболее эффективных способов.

Во второй главе диссертации проводится описание методики проведения экспериментов по микроплазменному оксидированию алюминиевых сплавов АМг5 и Д16 с целью определения влияния химического состава сплава на механические свойства и структуру защитных оксидных покрытий. Также в данной главе проводится описание металлографических исследований покрытия, анализа химического состава и механических свойств, таких как твердость и износостойкость, описание методики измерения коррозионной стойкости.

Третья глава диссертации посвящена проведению экспериментальных исследований процесса микроплазменного оксидирования алюминиевых сплавов АМг5 и Д16. В ходе экспериментальных работ изменялись электрические параметры процесса, такие как частота и плотность электрического тока. После выполнения экспериментов, с помощью описанных во второй главе методик, проводились измерения механических свойств полученных защитных покрытий: твердость, износостойкость, толщина, коррозионных свойств и химического состава.

В четвертой главе диссертации предлагаются технологические рекомендации для получения защитных оксидных покрытий на поверхности алюминиевых сварных швов с заданными механическими свойствами, технологические особенности проведения процесса микроплазменного оксидирования на сварных конструкциях и локальных участках швов.

Приложение содержит листинг статистического анализа экспериментальных данных.

### **Практическая значимость диссертационной работы**

Разработаны и предложены физическая и математическая модели процесса микроплазменного оксидирования для получения защитных оксидных покрытий на поверхности и корне алюминиевых сварных швов, описывающие влияние электрических параметров на механические свойства защитных оксидных покрытий.

Определены оптимальные параметры для получения защитных оксидных покрытий толщиной выше 100 мкм и микротвердостью до 35 ГПа с наибольшей скоростью образования и минимальными затратами энергии.

Разработана установка для выполнения процесса микроплазменного оксидирования с возможностью изменения плотности и частоты электрического тока с высокой точностью.

### Замечания по работе

1. На покадровых фотографиях процесса микроплазменного оксидирования, при использовании традиционного оборудования, показано, что в обратный полупериод электрического тока на обрабатываемой поверхности разряды отсутствуют, однако нет подробного объяснения данного эффекта.
2. Для проведения экспериментальных работ использовался электрический ток частотой в диапазоне 50-15000 Гц, однако нет точного пояснения, почему был выбран именно этот диапазон.
3. Не указаны конкретные сварные изделия, к которым применим способ микроплазменного оксидирования в качестве обработки.

Тем не менее, указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы и её научной значимости.

### Заключение

По научной ценности, актуальности, новизне и практической значимости полученных результатов, диссертационная работа Пономарева Ильи Сергеевича является законченным научно-исследовательским трудом и в полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор **Пономарев Илья Сергеевич** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии».

Заведующий кафедры  
«Технического сервиса и  
ремонта машин» ФГБОУ ВО  
«Пермская государственная  
сельскохозяйственная академия  
имени академика Д.Н. Прянишникова»,  
профессор, кандидат технических наук,  
Щербаков Юрий Васильевич,  
614990 Россия, Пермский край,  
г. Пермь, ул. Петропавловская, 23,  
тел.: 7 (342) 212-53-94,  
e-mail: [gd@parmail.ru](mailto:gd@parmail.ru)

Щербаков Ю.В.

Собственноручную подпись  
*Щербакова Ю.В.* заверяю  
Начальник общего отдела  
0.05.2016

