

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Чудинова Данилы Борисовича «Разработка автоматизированного процесса микродугового оксидирования для параллельной обработки деталей из алюминиевого сплава АМг6», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Актуальность темы. Поверхностная обработка позволяет существенно улучшить износостойкость, коррозионную стойкость и другие свойства металлов и сплавов, не изменяя их объёмные характеристики. Модификация поверхности осуществляется химико-термической обработкой или нанесением покрытий, среди которых перспективно микродуговое оксидирование. Расширяющееся применение этой технологии ставит задачу повышения ее производительности путем одновременной обработки партии деталей. Существующие установки для реализации процесса не обеспечивают равные условия даже для одинаковых, параллельно обрабатываемых деталей, что означает появление дополнительной проблемы качества изделий. Поставленная задача решается разработкой автоматизированной системы управления процессом микродугового оксидирования. Исходя из состояния вопроса в рассматриваемой области, актуальность темы диссертационной работы Д.Б. Чудинова не вызывает сомнений.

Научная новизна.

В процессе выполнения диссертационного исследования автором выполнен анализ воспроизводимости характеристик микродугового оксидирования алюминиевых деталей при их параллельной обработке в одной ванне. Определены коэффициенты вариации толщины покрытия, их пористости и микротвердости. Рассчитано электрическое сопротивление изучаемой системы, преимущественно сосредоточенное в открытых порах покрытий, позволяющее определить величину тока, необходимого для обработки деталей сложной формы. Показано, что пористость слоя определяет локализацию электрических разрядов, что приводит к неравномерности покрытия. Определено пороговое значение относительного отклонения прошедшего заряда для коррекции режима МДО. Эти и другие результаты обладают бесспорной научной новизной.

Достоверность полученных результатов. Результаты диссертации получены с помощью современных измерительных средств и апробированных стандартных методик на современном оборудовании. Основные выводы работы и защищаемые положения обоснованы применением независимых методов исследования, корректным применением физических моделей изучаемых процессов. Представленные автором материалы представляют собой достаточный массив экспериментальных измерений с надлежащей статистической обработкой и оценками погрешностей. Кроме того, достоверность данных и обоснованность выводов подтверждаются согласием с опубликованными результатами, полученными в сопоставимых условиях.

Практическая значимость работы. Результаты диссертационного исследования расширяют представления о возможностях микродугового оксидирования. Автором разработан способ автоматической коррекции режима параллельной обработки нескольких изделий, позволяющий в 4 раза уменьшить разброс значений микротвердости и повысить качество обработки. Новизна технических решений подтверждена патентами Российской Федерации.

Научные положения диссертации рекомендуется учесть при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов по направлению «Технологии материалов», а также при повышении квалификации преподавателей и специалистов, связанных с различными отраслями машиностроения.

Содержание. В первой главе критически проанализированы результаты исследований, касающихся особенностей технологии МДО. К ним относятся режимы обработки, составы электролитов, основные факторы. Рассмотрены области применения МДО, преимущества этого процесса по сравнению с альтернативными технологиями. Отмечен существенный недостаток метода, связанный с многочисленными факторами, влияющими на свойства наносимых покрытий, в том числе, случайным образом. В разделе описаны структурные схемы технологических источников тока, функции их элементов и предложенные средства контроля. Изучение состояния вопроса в области практического использования МДО привело к формулировке цели исследования, заключающейся в разработке автоматизированной системы управления процессом и частных задач, необходимых для достижения указанной цели.

Изложена методика проведения исследований и измерений. Обоснован выбор исследуемого алюминиевого сплава, состава электролита и режимов обработки. Определены подлежащие измерениям основные характеристики покрытия – толщина, сквозная пористость, пробивное

напряжение и микротвердость. Выполнена оценка воспроизводимости и стабильности указанных величин по экспериментальным данным.

Основным результатом диссертационного исследования является разработка функциональной схемы автоматической системы управления процессом МДО, позволяющей корректировать режимы нанесения покрытия при параллельной обработке деталей сложной формы. В качестве определяющей характеристики выбрано количество электричества, протекающего через каждую деталь. Следует отметить и разработанный способ оценки обрабатываемой площади, применительно к деталям сложной формы. Методика управления конкретизирована для деталей из алюминиевого сплава АМг6. Автоматическая коррекция режима МДО повышает стабильность свойств покрытий на одновременно обрабатываемых деталях путем выравнивания заряда, прошедшего через их поверхности.

Автором предложена физическая модель процесса МДО для параллельной обработки нескольких деталей, основанная на предположении о доминировании фарадеевских процессов при образовании покрытия. В расчете показано, что сопротивление всей многофазной системы преимущественно сосредоточено в открытых порах покрытия, точнее, в их части, называемых барьерным слоем. Модель позволяет оценить массу образующегося покрытия по известному распределению тока в ванне между деталями.

Замечания по диссертации и автореферату.

1. Причина неравномерного распределения тока среди параллельно обрабатываемых одинаковых деталей не получила должного объяснения. Ею могут быть гидродинамические условия в электролизере, которые определяют равномерность распределения температуры в объеме электролита, уровень ее стабилизации, а также состояние парогазовой среды вблизи обрабатываемой детали.

2. Применяемый автором механизм микродугового оксидирования содержит ряд упрощений, не вполне обоснованных. Гипотеза о росте слоя только за счет фарадеевских процессов нуждается в защите. Игнорирование химических и плазмохимических реакций следует обосновать.

3. Применяемый критерий выработки электролита удобен на практике, но лишь косвенно связан с изменением его состава и свойств. Кроме того, этот критерий содержит внутреннее противоречие – фарадеевские процессы описываются плотностью тока, следовательно, выработка электролита должна быть пропорциональна площади обрабатываемой поверхности. Но столь же очевидно, что долговечность электролита должна быть пропорциональна его объему. Желательно подтвердить избранный критерий данными химического анализа состава электролита при параллельной обработке нескольких деталей.

4. Измерение температуры электролита в одной точке ванны недостаточно информативно. Распределение температуры в ванне может быть стационарным при надлежащем перемешивании, но не может быть однородным.

5. Выводы 1 и 3 после главы 3 не содержат сведений о возможностях разработанной схемы и системы управления

6. То же самое относится ко всем выводам главы 4.

7. Имеются недостатки в оформлении результатов исследования. Вплоть до страницы 35 не уточняется, о каких, параллельно обрабатываемых, деталях идет речь – одинаковых или различных.

8. Экран на рисунке 5.1 практически не описан, также не указана его роль – влияние на распределение тока в электролизере, температуру электролита или иные процессы.

9. На рисунках 2.1–2.9, включая подписи, дважды указано время обработки, но ни разу не расшифрован символ D, вероятно, степень выработки электролита.

10. Надписи на рисунках 2.1–2.9, выполненные неудачным шрифтом, плохо читаются при недостаточном увеличении.

11. Таблица 2.1 выглядит избыточной, ибо априорно известно, что сопротивление металлов пренебрежимо мало по сравнению с водными электролитами и, тем более, с оксидом алюминия.

Заключение.

В целом диссертация Чудинова Д.Б. «Разработка автоматизированного процесса микродугового оксидирования для параллельной обработки деталей из алюминиевого сплава АМг6» представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Постановка задач исследования, методика их реализации, полученные результаты изложены с достаточной степенью подробности. Качество оформления соответствует требованиям к материалам, предназначенным для публикации в научной печати. Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 12 научных международных и всероссийских форумах, опубликованы в 22 печатных работах, в том числе в двух

