


«УТВЕРЖДАЮ»



Директор Института химии  
Дальневосточного отделения  
Российской академии наук  
член-корреспондент РАН

  
С.В. Гнеденков

« 30 » октября 2020 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

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

Представленное исследование направлено на разработку новых и совершенствование имеющихся подходов к реализации процесса микродугового оксидирования (МДО) в условиях серийного производства. В различных отраслях промышленности широко применяются изделия из алюминия и сплавов на его основе. Условия работы отдельных изделий из подобных материалов накладывают повышенные эксплуатационные требования к материалу-основе по стойкости к трению, износу и коррозии, электроизолирующим свойствам поверхностных слоев. В этих случаях находит широкое применение такой метод модификации поверхности деталей, как микродуговое оксидирование, позволяющий получать сложные по составу многофункциональные керамикоподобные покрытия, значительно превосходящие материал основы по износостойкости и коррозионной

стойкости. Данный метод позволяет улучшить механические и физико-химические свойства поверхностных слоев на деталях из алюминиевых сплавов, продлить их срок службы и расширить возможности их применения. Исходя из этого, **актуальность** данного исследования не вызывает сомнений.

Основное внимание в работе Д. Б. Чудинова уделено комплексному анализу проблемы стабильности и воспроизводимости свойств МДО-покрытий, получаемых на одновременно обрабатываемых деталях. Четко сформулированы цель и задачи работы. К ним относятся выявление и анализ факторов, влияющих на свойства МДО-покрытий при параллельной обработке, обоснование способа автоматической коррекции режима обработки для повышения стабильности свойств покрытий, разработка программно-аппаратных средств автоматизации процесса МДО, экспериментальная апробация разработанного оборудования.

Для решения поставленных задач соискателем были использованы современные методы исследования: вихретоковая толщинометрия, измерение сквозной пористости покрытий по электрическому сопротивлению двухэлектродной электрической ячейки, определение напряжения электрического пробоя покрытий, измерение микротвердости по Виккерсу, статистическая обработка данных, математическое моделирование, схемотехническое моделирование электронных устройств, системный анализа, анализ электрических цепей.

**Научную новизну** диссертационной работы определяют следующие результаты исследования, полученные лично соискателем.

Получены и систематизированы экспериментальные данные по влиянию параметров режима обработки на неравномерность свойств МДО-покрытий на образцах, подвергавшихся одновременной обработке в одной электролитной ванне. На основе анализа полученных данных, предложен способ стабилизации характеристик покрытий за счет выравнивания количества электричества пропущенного через единицу площади поверхности отдельных параллельно обрабатываемых деталей.

Предложена физико-математическая модель системы деталь-покрытие-электролит-ванна позволяющая рассчитать количество электричества,

проходящего через поверхность параллельно обрабатываемых деталей, и обосновать способ автоматической коррекции режима обработки.

На основе предложенной физико-математической модели расчетным путем показано, что на начальном этапе МДО отношение токов между двумя параллельно обрабатываемыми деталями пропорционально корню квадратному из отношения площадей обрабатываемых поверхностей, что позволило разработать способ автоматического определения площади поверхности деталей сложной формы.

### **Значимость для науки и практической деятельности полученных соискателем результатов.**

Разработан алгоритм функционирования автоматизированной системы управления (АСУ) МДО-процесса, основанный на автоматической коррекции хода выполнения обработки по результатам анализа совокупности технологических параметров, условий функционирования МДО разряда и распределения электрического тока между обрабатываемыми поверхностями деталей.

Разработана функциональная схема и аппаратные средства АСУ, позволившие впервые осуществлять автоматическую коррекцию технологического режима МДО при параллельной обработке деталей. На разработанные решения получены патенты РФ 97734 и 135648.

Проведена экспериментальная апробация разработанных средств автоматизации процесса МДО показавшая эффективность предложенных технических решений по индивидуальной коррекции режима обработки деталей в зависимости от количества прошедшего электричества через каждую деталь в обрабатываемой группе. По результатам апробации выработаны рекомендации по выбору параметров коррекции для обеспечения наилучшей стабильности процесса МДО в зависимости от назначения формируемого покрытия

Разработанная АСУ была включена в состав технологического источника тока мощностью 100 кВт ТИТ МДО-100Г. Данное оборудование внедрено в учебный и научный процессы лаборатории МДО кафедры «Технологии производства приборов и информационных систем управления летательных аппаратов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный

исследовательский университет)». Источник МДО-100Г применяется в научных исследованиях кафедры, а также при обработке мелких и средних серий таких деталей как мембраны тензодатчиков, алюминиевые корпуса светодиодных ламп, корпуса фотографических камер и их элементы.

Достоверность научных выводов и практических рекомендаций Чудинова Д.Б. убедительно подтверждена положительными результатами промышленной апробации разработанной технологии и оборудования для параллельной МДО-обработки деталей.

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Считаем целесообразным продолжить работу по автоматизации процесса МДО в направлении расширения круга обрабатываемых сплавов и используемых электролитов и режимов оксидирования.

Содержание диссертационной работы достаточно полно раскрыто в опубликованных работах и автореферате.

Отмечая достоинства диссертационной работы, ее практическую значимость и научную новизну, следует указать на некоторые спорные положения и высказать замечания.

1. Не сформулированы методические рекомендации по применению разработанного автоматизированного процесса микродугового оксидирования для параллельной обработки деталей.

2. При описании эксперимента по исследованию влияния технологических факторов на воспроизводимость параметров МДО-покрытий (с. 35 диссертации) не указано по какому принципу были выбраны исследуемые технологические режимы и состав электролита.

3. В выводе 7 (с. 19 автореферата) указывается на необходимость выбора интервала коррекции режима при параллельной обработке деталей в зависимости от назначения формируемого покрытия. Вместе с тем, автор рекомендует выбирать этот параметр равным 1,5 % вне зависимости от назначения покрытия (вывод 2 на с. 132 диссертации).

4. Если наименьшие интервалы вариации свойств формируемых покрытий наблюдаются при наименьшем исследуемом значении интервала

коррекции 1,5 % (рис. 5.2-5.10 диссертации), то не понятно почему не были проведены исследования при более низких значениях интервала коррекции.

5. Автор в подписи к рис. 7 автореферата называет процесс параллельной обработки деталей – групповой обработкой, что не совсем верно.

**Заключение.** В целом диссертационная работа Чудинова Д.Б. является законченной научно-исследовательской работой, являющейся развитием микродугового оксидирования для массового производства.


Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, имеет научную и практическую ценность. Представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013г., а её автор, Чудинов Данила Борисович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на семинаре отдела электрохимических систем и процессов модификации поверхности ИХ ДВО РАН, протокол № 6 от 30 октября 2020 года. На заседании присутствовали 21 человек, в том числе 3 доктора наук и 9 кандидатов наук. Результаты голосования: за – 21, против – нет, воздержавшихся – нет.

Заместитель директора по научной  
работе, заведующий лабораторией нестационарных  
поверхностных процессов, д.х.н. (специальность  
02.00.04 – физическая химия), доцент

 С.Л. Синебрюхов

Подпись С.Л. Синебрюхова удостоверяю  
Ученый секретарь ИХ ДВО РАН, к.х.н.

 Д.В. Маринин