

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Сбичакова Анна Алексеевна

**Состав, структура и свойства оксидных покрытий, наносимых
на алюминиевые сплавы методом микродугового оксидирования**

Направление подготовки

22.04.01 - «Материаловедение и технологии материалов»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Никитина Елена Николаевна
Проверено
30.06.2020 Зачтено Библиотека

2020

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

доктор технических наук,
доцент Башков Олег Викторович

Рецензент

кандидат технических наук,
Штанов Олег Викторович

Защита состоится «30» июня 2020 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 202/2.

Автореферат разослан ____ июня 2020 г.

Секретарь ГЭК

Белова Инна Валерьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

На сегодняшний день интенсивно развиваются теоретические, экспериментальные исследования в области улучшения технических, эксплуатационных свойств металлов и сплавов путем видоизменения их поверхности.

Алюминий и алюминиевые сплавы широко используются в кораблестроении и других областях промышленности, что связано с их наивысшими удельными характеристиками. Впрочем, существуют области, где применение этих сплавов лимитировано невысокой твердостью и износостойкостью. Вот почему актуальной является задача поверхностного упрочнения алюминия и его сплавов.

Покрытие - это одно или многослойная структура, нанесенная на поверхность для защиты от внешних воздействий (температуры, давления, коррозии, эрозии и тому подобное).

Основной из главных причин появления и развития технологии нанесения защитных покрытий является стремление повысить долговечность деталей, узлов всевозможных механизмов и машин.

Употребления неудовлетворительного прочного покрытия, толщина которого за время использования стремительно уменьшается, вероятно, может привести к снижению прочности всей детали в целом. В результате чего уменьшается эффективность площади ее полного поперечного сечения.

И наоборот, взаимная диффузия компонентов из подложки в покрытие и судя по всему, может привести к обеднению и вдобавок к обогащению сплавов одним из элементов.

Высокоперспективным методом поверхностного упрочнения интерпретируется микродуговое оксидирование (МДО). Упрочнения металлов при микродуговом оксидировании вытекает за счет образования на поверхности металла покрытия, которое состоит из оксида металла подложки и оксидов химических элементов, входящих в состав электролита.

Преимущественно отличительными чертами процесса МДО служит экологичность электролитов, их достаточно длительный срок службы и отсутствие обязательно тщательной предварительной подготовки поверхности в самом начале технологической цепочки, в свою очередь компактное, простое в эксплуатации оборудование.

Сугубо важно при получении покрытий многообразной цветовой гаммы и покрытий с высокой излучающей способностью, является качественное и количественное определение их химического состава.

В ходе формирования МДО – покрытия значимую роль представляют плазмохимические и термические процессы, исход которых на поверхности образуются сложные химические соединения.

Целью работы является исследование свойства покрытий, наносимых методом микродугового оксидирования, кинетику роста оксидного слоя и изменение химического, фазового состава формируемых покрытий в зависимости от технологических параметров.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие **основные задачи исследования:**

- 1) теоретически проанализировать различные методы нанесения оксидных покрытий;
- 2) осуществить выбор материалов, оборудования и методов исследования образцов для изучения характера формирования оксидных покрытий на основе метода микродугового оксидирования;
- 3) провести микроструктурный анализ исследуемых образцов;
- 4) провести влияние режимов микродугового оксидирования на кинетику травления слоя и значение шероховатости поверхности алюминиевых сплавов.

Объект и предмет исследования. Объектом изучения является исследование характера образования покрытий, наносимых методом микродугового оксидирования и их свойства.

Метод исследования. Выполнение научных исследований проводилось

на основе теоретических данных с использованием метода микродугового оксидирования.

Новизна полученных результатов:

- получен новый экспериментальный материал алюминиевых сплавов Д16 и 1163;
- изменение параметров покрытий.

Достоверность и обоснованность результатов исследования.

Достоверность полученных и представленных в диссертации результатов подтверждается использованием современных независимых, взаимодополняющих методов исследования, большим объемом непротиворечивых экспериментальных данных, согласованность с данными теоретических исследований. Анализ экспериментальных данных проведен с соблюдением критериев достоверности измерений.

Практическая значимость и ценность работы.

Практическая значимость работы заключается в получении результата - изучения оксидных покрытий, наносимых на алюминиевые сплавы.

Ценность работы заключается в предложении новой методики оценки характера образования оксидных покрытий при микродуговом оксидировании.

Личный вклад автора.

Представленные в работе результаты получены лично автором или при его непосредственном участии.

Анализ литературных источников, изучении экспериментальных исследований, а также обработка и анализ результатов экспериментов выполнены лично автором. Постановка задач исследований и обсуждение результатов проведено при непосредственном участии автора совместно с научным руководителем.

Основные положения, выносимые на защиту:

На защиту выносятся следующие основные положения и результаты работы:

- экспериментальный материал об испытаниях образцов из алюминиевого сплава Д16 и 1163;
- изменение параметров МДО.

Структура и объём магистерской диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, трёх разделов, заключения и списка литературы. Общий объём работы составляет 66 страниц, включая 33 рисунка, 7 таблиц, список используемой литературы, состоящий из 22 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлено обоснования актуальности темы диссертационной работы, изложены основные направления проведённых исследований, сформулированы цель и задачи исследований.

В первом разделе представлен обзор литературных данных, посвящённый особенностям оксидных покрытий, их характеристика, виды и свойства.

Во втором разделе диссертационной работы описаны материалы, используемые при проведении исследований, методика проведения испытаний, а также оборудования используемое для проведения исследований.

В качестве образцов при исследовании были выбраны образцы из алюминиевых сплавов, марок: Д16 и 1163.

В процессе были выбраны приборы такие как:

- установка МДО;

Программное обеспечение установки МДО представлено на рисунке 1.

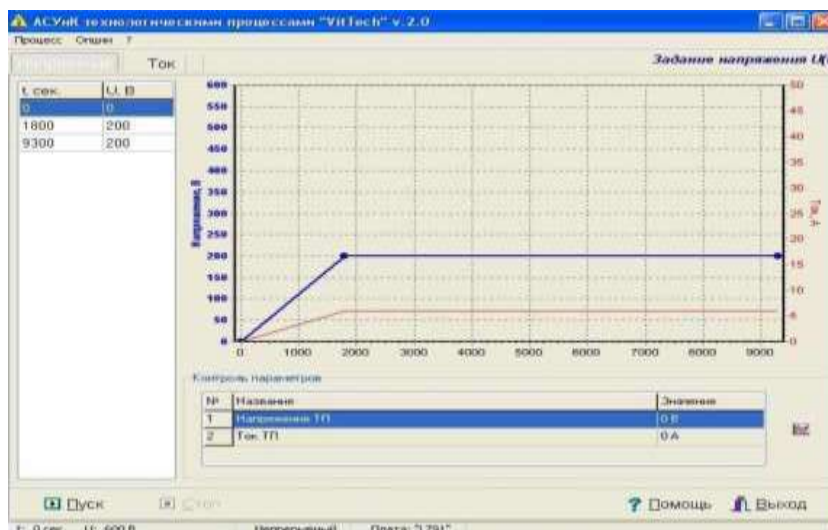


Рисунок 1 – Главное окно программы VitTech

Во время работы источника питания пользователь может открыть окно осциллографирования, нажав кнопку, находящуюся возле таблицы контроля параметров. Окно осциллографа имеет координатную сетку с такими же свойствами, как и координатная сетка задатчика параметров, что позволяет очень точно рассмотреть отдельные фрагменты зарегистрированного процесса.

Осциллографическое окно показано на рисунке 2.

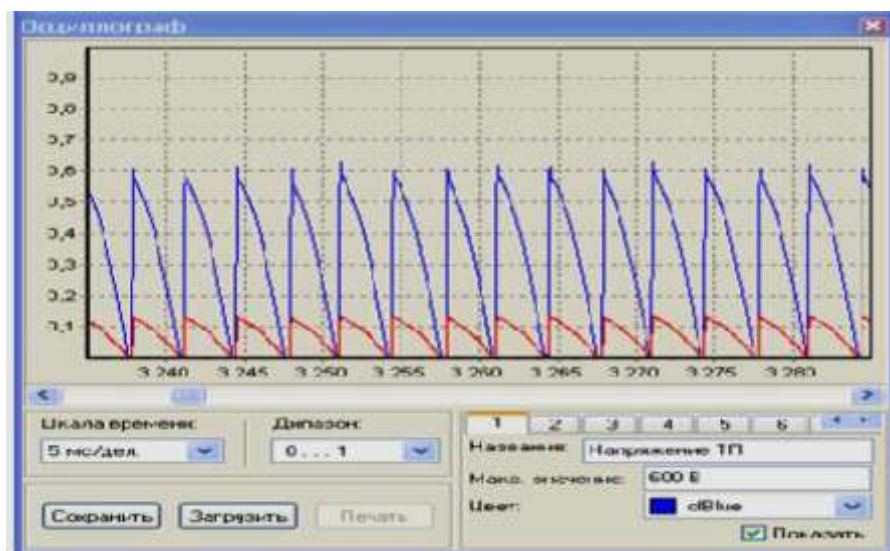


Рисунок 2 - Окно осциллографа

- портативный измеритель pH;
- станок обрезной;
- шлифовальный станок EcoMet 250 Pro;

- инвертированный металлургический микроскоп Nikon ECLIPSEMA 200;

- растровый микроскоп Hitachi S-3400N;

- портативный измеритель шероховатости TR200.

В третьем разделе результаты экспериментального исследования.

Для исследования влияния электрических параметров процесса на стравливание алюминия во время процесса микродугового оксидирования было выбрано несколько групп электрических режимов:

1) влияние времени выдержки максимального напряжения 300В и плотности тока (режимы 1 - 3);

2) влияние максимального напряжения при постоянной плотности тока, времени выдержки, времени роста напряжения и индуктивности (режимы 3-5);

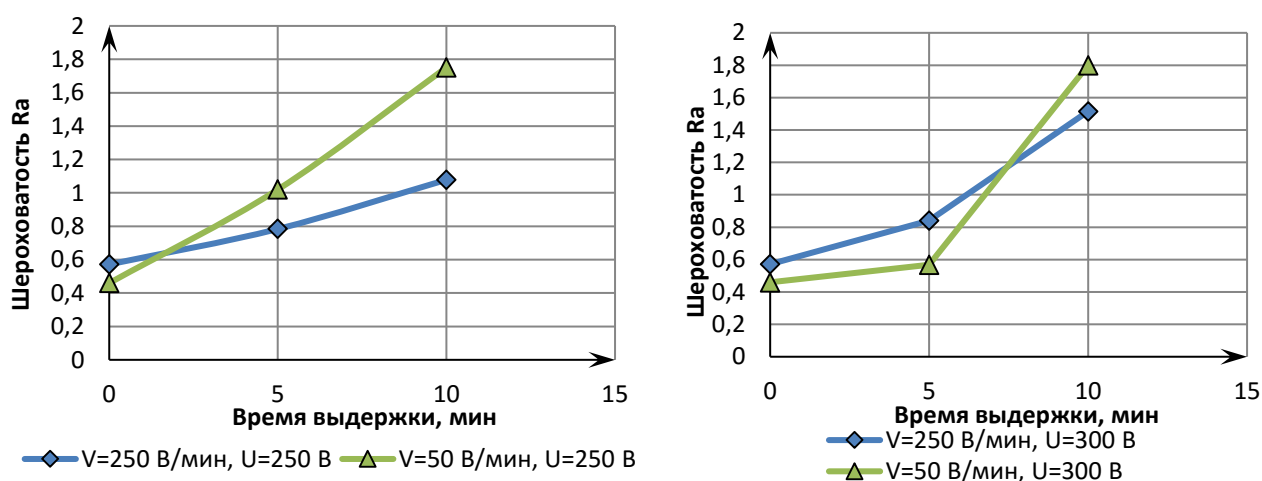


Рисунок 3 - Зависимость значения шероховатости Ra от времени выдержки при постоянном импульсном напряжении 250 В и 300 В.

Из вышеприведенных диаграмм можно отметить, что на степень стравливания поверхностного слоя алюминия и шероховатость поверхности оказывают значение максимального тока, максимальное значение напряжения выдержки и время выдержки при постоянном импульсном напряжении. Из анализа графиков можно сделать вывод о том, что увеличение времени выдержки и увеличение тока МДО приводит к увеличению скорости стравливания поверхности алюминия и к увеличению ее шероховатости.

На рисунке 4 представлены микрофотографии с поперечных шлифов полученных покрытий на испытуемых образцах при различных увеличениях.

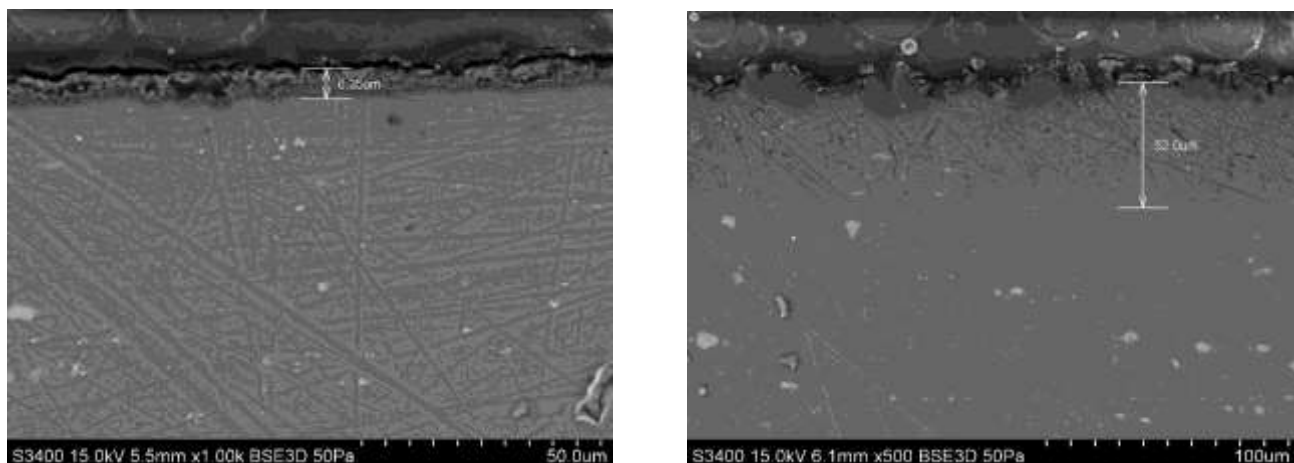


Рисунок 4 - Толщина оксидного покрытия (x500, x1000)

На рисунке 5 представлены микрофотографии с поверхностей полученных покрытий на испытуемых образцах при различных увеличениях.

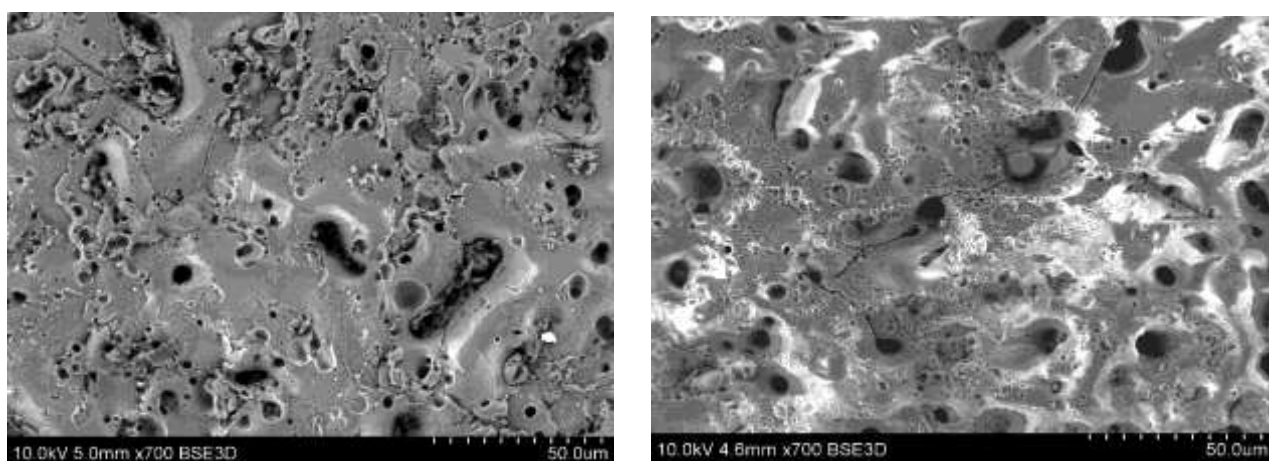


Рисунок 5 – Образцы при разных увеличениях

В ходе изучения работ в целом выявлено, что изменение параметров МДО (время нарастания тока, время обработки, напряжение и т.д.) в наивысшей мере воздействуют как на толщину покрытия, так и на глубину проникающего слоя в образце. С нарастанием общего времени процесса МДО, повышением напряжения и индуктивности в электролитической ячейки, возрастает плотность покрытия, а также улучшается его равномерность нанесения и увеличивается толщина оксидного покрытия.

Благодаря электронной микроскопии нам удалось увидеть полную картину состояния поверхности покрытия, полученного методом микродугового оксидирования.

Замеры толщин, указывают на подходящий или неподходящий выбор режима МДО, так как необходимо стремиться к наиболее большим величинам толщин покрытия.

Длительное время процесса оксидирования приводит к снижению энергии импульсов и плотности тока и впоследствии к снижению роста шероховатости МДО поверхности. В свою очередь увеличение времени процесса улучшает его равномерность нанесения и возрастает толщина оксидного покрытия.

Исследование микроструктуры анодных покрытий показали, что особенно пористым и обладающей большей поглотительной способностью является МДО - покрытие.

Можно отметить, что на степень стравливания поверхностного слоя алюминия и шероховатость поверхности оказывают значение максимального тока, максимальное значение напряжения выдержки и время выдержки при постоянном импульсном напряжении. Из анализа графиков можно сделать вывод о том, что увеличение времени выдержки и увеличение тока МДО приводит к увеличению скорости стравливания поверхности алюминия и к увеличению ее шероховатости.

Заключение

В результате выполненной работы был выполнен ряд поставленных задач:

1) теоретически изучив методы покрытий, установлено, что различные покрытия обладают своими упрочнительными свойствами, а также покрытия, которые носят декоративный характер;

2) были проведены исследования образцов алюминиевых сплавов, подобрано соответствующее оборудование для предстоящего исследования;

3) был предложен и утвержден метод микродугового оксидирования, как метод обладающий рядом преимуществ:

- экологичность и неагрессивность электролитов;
- возможность получения толстых до 100 мкм покрытий без применения сложного и экологически вредного холодильного оборудования;
- высокая рассеивающая способность электролита (покрытие наносится в отверстия и полости с минимальным затруднением);
- получение нескольких защитных характеристик в комплексе.

4) выявление в процессе исследования закономерности образования структуры оксидных слоев при микродуговом оксидировании позволили обеспечить контроль и управление шероховатостью поверхности субмикронной структуры, образцов алюминиевых сплавов.

Кроме того, характер образования и размер образующийся на поверхности частиц оксидов при микродуговом оксидировании алюминия и его сплавов непосредственно воздействует на качество МДО покрытия.

В завершении необходимо отметить, что причиной, влияющей на снижение шероховатости оксидных покрытий на алюминии и его сплавах, при снижении скорости роста импульсного напряжения, оказывается образование барьерного слоя в первоначальный момент роста покрытия. Равным образом, что увеличение времени выдержки оксидируемого материала при постоянном значении импульсного напряжения

сопровождается замедлением роста шероховатости, образующегося оксидного покрытия.