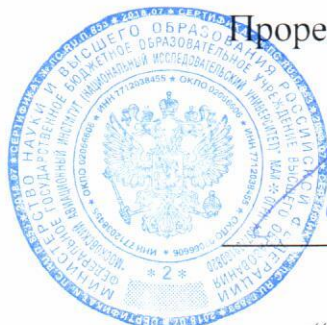


«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе МАИ,
профессор, д.т.н.



Равикович Ю.А.

« 06 » 05 2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на диссертационную работу Козлова Ильи Андреевича «Энергоэффективный процесс плазменного электролитического оксидирования для модифицирования поверхности магниевого сплава МЛ5», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 «Материаловедение (машиностроение)»

Актуальность темы диссертации

Сплавы на основе магния могли бы найти более широкое применение в авиации, если удалось бы решить проблему защиты их от коррозии. В настоящее время для защиты от коррозии деталей из магниевых сплавов в отечественной и зарубежной промышленности используются химические оксидные покрытия, которые не полностью отвечают предъявляемым требованиям. Одной из наиболее перспективной технологией защиты от коррозии магниевых сплавов является процесс плазменного электролитического оксидирования (ПЭО).

Широкому применению ПЭО магниевых сплавов препятствуют ряд факторов такие как: высокие энергозатраты при реализации процесса и малый ресурс работы электролитов.

Поэтому диссертационная работа Козлова Ильи Андреевича «Энергоэффективный процесс плазменного электролитического оксидирования для модифицирования поверхности магниевого сплава МЛ5», посвященная разработке энергетически эффективной технологии модифицирования поверхности методом плазменного электролитического оксидирования на примере наиболее распространенного магниевого сплава МЛ5, несомненно является актуальной.

Общая характеристика работы

Автором научно обоснован подход к решению задачи по созданию коррозионностойких покрытий методом ПЭО на основе проведения глубокого информационно-аналитического анализа современных технологических решений защиты от коррозии магниевых сплавов.

Автором оценено влияние электрохимической гетерогенности поверхности магниевого сплава МЛ5, состава электролита и формы импульса поляризующего напряжения при реализации процесса ПЭО на структуру и свойства формируемого оксидного покрытия.

Соискателем установлено, что структура ПЭО покрытия зависит от электрохимической гетерогенности поверхности магниевого сплава МЛ5. Наличие на поверхности сплава алюминий- и марганецсодержащих фаз приводит к локализации микроплазменных разрядов, и, как следствие, к развитию в ПЭО покрытии объёмных дефектов и сквозных пор.

Автором показано, что поляризация в течение 0,0002с является достаточной для возникновения пробоя и поджога газопаровой смеси вблизи поверхности магниевого сплава при реализации процесса ПЭО, что приводит к существенному снижению количества пор в формируемом покрытии.

Автором проведены исследования по оптимизации соотношения катодной и анодной амплитуд поляризующего тока. Установлено, что наиболее компактное покрытие с меньшим количеством дефектов и сквозных пор формируется в интервале токовых соотношений $I_a:I_k=1,1$.

С целью придания покрытию не только изоляционных свойств, но и возможности пассивировать металл, автором опробованы различные варианты модификации стандартного силикатного электролита, используемого для ПЭО. Показано, что введение в состав электролита тринатрийфосфата увеличивает скорость роста ПЭО покрытия в среднем на 23–25%, увеличивает изоляционные свойства покрытия на 24% и снижает ток коррозии в растворе хлорида натрия на порядок.

Наиболее важные научные результаты.

Анализируя представленную работу можно сделать вывод о том, что научная новизна полученных результатов не вызывает сомнения и заключается в следующем:

- установлена зависимость между анодным поляризующим импульсом и периодом горения микроплазменного разряда. Показано, что если их значения сопоставимы, и составляют $2 \cdot 10^{-4}$ с, то реализуется единичный разряд максимальной мощности, что снижает количество пор в плазменном электролитическом оксидном покрытии;

- показано, что покрытие, сформированное по режиму естественного

окончания горения, обладает более высокими изоляционными свойствами, обусловленное продолжением формирования оксидных фаз после затухания горения уже при меньшем анодном напряжении;

- установлено, что введение тринатрийфосфата в состав силикатно-щелочного электролита увеличивает скорость роста покрытия в среднем на 23-25% и повышает изоляционные свойства ПЭО покрытия на 24%, что обусловлено образованием в порах покрытия фосфатов металлов, затрудняющих доступ коррозионно-активных агентов к поверхности магниевого сплава и повышающих pH водной среды.

Практическая значимость

К наиболее значимым практическим результатам диссертационного исследования следует отнести следующие:

– разработан режим плазменного электролитического оксидирования с использованием прямоугольных поляризующих импульсов продолжительностью $2 \cdot 10^{-4}$, что позволило на 33% уменьшить энергетические затраты;

– разработаны технологические рекомендации (ТР 1.2.2255-2012 «Нанесение микродугового покрытия на деформируемые и литейные магниевые сплавы») по нанесению покрытия на деформируемые и литейные магниевые сплавы методом плазменного электролитического оксидирования

Достоверность полученных автором результатов также не вызывает сомнений и обеспечивается корректным использованием базовых теоретических положений металловедения, современных сертифицированных методик и оборудования при проведении экспериментальных исследований и подтверждается положительными результатами при экспериментальной проверке теоретических расчетов и практическим использованием разработанных технологий в условиях производства.

Рекомендации по практическому использованию основных результатов.

Несомненным достоинством работы является тот факт, что основные научные результаты доведены до практического применения, в частности:

– разработан состав электролита для плазменного электролитического оксидирования с применением фосфатных соединений, увеличивающий защитную способность плазменного электролитического оксидного покрытия на сплаве МЛ5.

– предложен способ формирования плазменного электролитического

оксидного покрытия на поверхности сплава МЛ5, обеспечивающего высокий уровень защитных свойств (патент РФ № 2447202 «Способ получения защитных покрытий на магниевых сплавах»).

– разработаны технологические рекомендации ТР 1.2.2255-2012 «Нанесение микродугового покрытия на деформируемые и литейные магниевые сплавы».

Полученные в работе практические результаты можно рекомендовать к использованию на предприятиях авиастроения при проектировании и производстве перспективных образцов гражданской авиации.

Подтверждение опубликования основных результатов исследования

Основные результаты диссертационного исследования достаточно полно представлены в 11 публикациях в научных рецензируемых журналах, сборниках научных трудов и материалах конференций, в том числе 6 - в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Личный вклад соискателя не вызывает сомнения и состоит в непосредственном участии при постановке задач исследований, проведении экспериментальных исследований, а также выполнении теоретической части работы, интерпретации экспериментальных данных научных экспериментов.

Замечания

1. Автор приводит результаты натурных и ускоренных климатических испытаний образцов с плазменным электролитическим покрытием, однако в диссертации отсутствует сравнение их защитных свойств с альтернативными типами покрытий, полученных химическим или анодным оксидированием.

2. Соискатель в разделе 3.1 диссертации предполагает, что дополнительное улучшение структуры ПЭО покрытия на магниевом сплаве МЛ5 достигается за счет формирования в процессе вытравливания алюминий- и марганецсодержащих фаз нерастворимых плёнок, обладающих повышенным электросопротивлением, однако автор не приводит данных по химическому составу и структуре данных пленок.

3. В разделе 3.2.3 диссертационной работы говорится о параболической зависимости толщины покрытия от соотношения амплитудных значений анодной и катодной составляющей поляризующего тока, однако на рисунке 3.17 данная зависимость отсутствует.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация написана технически-грамотным языком, оформление работы соответствует действующим стандартам.

Заключение

Диссертационная работа Козлова Ильи Андреевича выполнена на высоком научно-техническом уровне. Она представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно-обоснованные технологические решения по созданию покрытий с высокими защитными свойствами на изделиях из магниевых сплавов методом плазменного электролитического оксидирования, рациональному выбору состава электролита, структурно-фазового состояния поверхности изделий.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению диссертационная работа Козлова И.А. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, п.п 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842.

Автор диссертации, Козлов Илья Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Диссертационная работа Козлова Ильи Андреевича и отзыв рассмотрены и обсуждены на заседании кафедры «Материаловедение и технология обработки металлов, протокол № 4/19 от 25 апреля 2019 года.

Отзыв составлен доктором технических наук, профессором кафедры «Материаловедение и технология обработки материалов» («МиТОМ») Скворцовой С.В.

Заведующий кафедрой «МиТОМ»

д.т.н., профессор, академик РАН

E-mail: ilinaa@mai.ru

Тел: 8-499-141-95-88



Ильин Александр Анатольевич
06.05.2019 г.

Московский авиационный институт

Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, А-80, ГСП-3, 125993

Электронная почта: mai@mai.ru

Адрес в сети интернет: www.mai.ru

Телефон: +7 499 158-43-33

