

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вялого Игоря Евгеньевича «Гидрофобные покрытия на сплавах алюминия и магния, формируемые с использованием плазменного электролитического оксидирования»

представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук
по специальности 1.4.4. «Физическая химия»

В силу ряда преимуществ алюминиевых и магниевых сплавов объем их применения для изготовления аэрокосмической, автомобильной и судостроительной продукции продолжает расти, несмотря на создание широкого спектра альтернативных композиционных материалов. При этом вопросы обеспечения коррозионной стойкости и сопротивляемости износу решаются главным образом благодаря способности данных металлов к формированию оксидных пленок при использовании различных способов модификации поверхности. В 2000-х годах получил развитие инновационный экологически безопасный метод поверхностной инженерии – плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО), являющийся качественно новой ступенью на пути совершенствования способов антикоррозионной защиты легких сплавов и совмещающий в одном процессе плазменные и электрохимические механизмы формирования покрытия. При этом присущий ПЭО недостаток – образование пористого оксидного слоя – был обращен в достоинство за счет использования гидрофобных герметиков для блокировки пор и микротрещин, а строение создаваемых покрытий обеспечило получение целого комплекса многофункциональных свойств.

Несмотря на широкие исследования, выполняемые в настоящее время в России и за рубежом, механизмы образования и роста покрытий на поверхности алюминиевых и магниевых сплавов при плазменном электролитическом оксидировании изучены недостаточно. Кроме того, существующие подходы и методы не обеспечивают стабильный эффект гидрофобности сформированных покрытий. В то время как понимание того, как параметры процесса ПЭО и последующей гидрофобизирующей обработки поверхности влияют на служебные свойства покрытий, является ключевым шагом на пути к успешным разработкам и промышленному внедрению в этой области. В связи с этим, диссертационная работа Вялого Игоря Евгеньевича, направленная на решение указанных вопросов, является своевременной и актуальной.

В основу работы положены результаты комплексных исследований скретч-тестирования, электрохимических, механических, трибологических и гидрофобных свойств покрытий, получаемых на поверхности алюминиевых и магниевых сплавов с использованием короткоимпульсной поляризации при ПЭО. Разработанная автором электролитическая система, содержащая органические и неорганические компоненты, включая молибдат натрия, в сочетании с определенными режимами поляризации, обеспечивает образование в покрытиях карбида молибдена и алюминия (дополнительно к оксидным слоям) и, таким образом, значительно повышает микротвердость покрытия по сравнению с материалом подложки. Анализ спектров, полученных методом электрохимической импедансной спектроскопии, и поляризационные кривые, снятые в

3% NaCl, показывают, что в биполярных режимах ПЭО с использованием микросекундных импульсов тока поляризующего сигнала существует взаимосвязь между условиями поляризации образца и составом, морфологией и свойствами формируемых покрытий. Увеличение коэффициента заполнения поляризующего сигнала и времени оксидирования обеспечивает повышение антикоррозионных защитных свойств и улучшение морфологической структуры в формируемых покрытиях.

В результате оптимизации режимов процесса плазменного электролитического оксидирования автору удалось обеспечить нужную геометрию поверхности с ПЭО-слоями, состоящими из микротрубок. В свою очередь, образованная при ПЭО многомодальная шероховатость создала наилучшие условия для последующей модификации поверхности гидрофобным агентом. Электрохимические исследования, определение углов смачивания и поверхностного натяжения на границе раздела жидкость/покрытие свидетельствовали о существенном замедлении коррозионных процессов после нанесения гидрофобных и супергидрофобных слоев.

В работе получен ряд результатов, характеризующихся научной новизной:

- разработаны способы формирования антикоррозионных гидрофобных и супергидрофобных композиционных покрытий на поверхности алюминиевых и магниевых сплавов, включающие в себя ПЭО-обработку с последующей модификацией гидрофобным материалом;

- получены новые данные по влиянию морфологии и состава слоев на коррозионные, электрохимические свойства и смачиваемость формируемых композиционных покрытий;

- определены взаимосвязи свойств покрытий на сплаве алюминия АМгЗ, получаемых в электролитах, содержащих органические и неорганические компоненты, с формой и частотой поляризующего сигнала, используемого при плазменном электролитическом оксидировании;

- установлена взаимосвязь между значением коэффициента заполнения поляризующего сигнала, используемого при плазменном электролитическом формировании покрытий на сплаве алюминия, и электрохимическими и механическими свойствами получаемых слоев.

В отношении теоретической и практической значимости работы следует отметить развитие автором теоретических представлений о возможности формирования защитных антикоррозионных гидрофобных и супергидрофобных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Разработаны режимы создания базового ПЭО-слоя на алюминиевом сплаве с использованием микросекундных импульсов тока поляризующего сигнала для последующей модификации гидрофобным агентом. Применение разработанных режимов ПЭО позволяет в зависимости от используемого коэффициента заполнения в широком диапазоне регулировать пористость формируемых покрытий, что в свою очередь, увеличивает антикоррозионные свойства ПЭО-слоев.

Важным является и хорошо продуманный комплексный подход к решению поставленных задач, а также большой объем экспериментальных исследований с

привлечением современных методов изучения тонких покрытий, базирующихся на определении их состава и морфологии (с помощью электронной микроскопии, рентгенофазового, рентгенофлуоресцентного и энергодисперсионного анализа), адгезионных характеристик, смачиваемости, пористости, шероховатости, микротвердости, упругопластических и трибологических свойств. Для достоверного обоснования защитных механизмов комбинированных ПЭО-покрытий автор использовал электрохимические методы потенциодинамической поляризации и импедансной спектроскопии.

В целом, диссертационная работа Вялого И.Е. выполнена на современном научно-техническом уровне и представляет собой законченное исследование.

Основные результаты работы обсуждены на 20 конференциях, опубликовано 33 печатных работы, в том числе 11 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Практическая значимость и новизна подтверждены двумя патентами РФ.

Считаю, что диссертационная работа «Гидрофобные покрытия на сплавах алюминия и магния, формируемые с использованием плазменного электролитического оксидирования» является законченной научно-исследовательской работой, имеющей научную новизну и практическую ценность, которая полностью удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения «О присуждении ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Вялый Игорь Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Начальник сектора «Коррозионные испытания конструкционных сталей»
Федерального государственного унитарного предприятия
«Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов
«Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра
«Курчатовский институт»
(НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей»),
кандидат технических наук, специальность 05.17.03 – «Технология
электрохимических процессов и защита от коррозии»

Мушникова Светлана Юрьевна
«12» ноября 2021 г.

191015, Россия, ул. Шпалерная, д. 49, г. Санкт-Петербург
ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных
материалов «Прометей» имени И.В. Горынина
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
Тел: +7 (812) 2741306. e-mail: npk3@crism.ru

Подпись Мушниковой С.Ю. заверяю

3

711

Светлана Юрьевна