



УТВЕРЖДАЮ
заместитель директора
по научной работе
АО «НИОФХИ им. Л. Я. Карпова»,
кандидат химических наук
Беданов А.Ю.

ОТЗЫВ

ведущего предприятия на диссертационную работу Зайяра Линна на тему «Физико – химические модели механизмов реализации катодных микроразрядов при проведении процессов микродугового оксидирования», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.17.03 - «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии».

Актуальность темы диссертации.

В настоящее время микродуговое оксидирование (МДО) привлекло внимание как технологический процесс формирования оксидно – керамических покрытий с высокими функциональными свойствами на изделиях из легких конструкционных сплавов.

Процесс МДО реализуют при больших напряжениях с реализацией на поверхности рабочего электрода анодных короткоживущих плазменных микроразрядов, как бы перемещающихся по его поверхности.

Считалось, что при проведении этого процесса с пропусканием переменного тока между электродами невозможно реализовать катодные микроразряды. Выявление условий их реализации, несомненно, позволит углубить наши представления о механизме протекания процесса МДО, установить условия получения на алюминиевых и магниевых сплавах покрытий с высокой антикоррозионной способностью и адгезией к металлической основе.

Следовательно, диссертационная работа Зайяра Линна, посвященная разработке физико – химической модели механизмов реализации катодных микроразрядов и установлению условий управления энергией, выделяемой в них, при проведении процесса МДО алюминиевых и магниевых сплавов, является актуальной задачей.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций.

Научные положения, выводы и рекомендации, приведенные в рассматриваемой работе, вполне обоснованы, поскольку автором проведен необходимый комплекс исследований, включающий большое количество лабораторных экспериментов, что позволило ему после создания первичной модели реализации катодных микроразрядов разработать физико –

химические модели различных механизмов их зажигания на поверхности рабочего электрода.

Достоверность результатов работы.

Достоверность результатов работы не вызывает сомнений, поскольку все экспериментальные исследования автором проведены при использовании современных методов исследования, в соответствии с действующими государственными стандартами или многократно апробированными на практике методиками, на современном аналитическом оборудовании.

Кроме того, полученные в работе результаты находятся в полном соответствии с результатами других исследователей, занимавшихся изучением процессов МДО, и активацией металлической поверхности при хемосорбции на ней фтора. В частности, при разработке своих модельных представлений диссертант опирался на корректный механизм зажигания анодных микроразрядов при проведении процессов МДО.

Научная новизна.

Соискателем показано, что для реализации интенсивных катодных микроразрядов на поверхности рабочего электрода при проведении процесса МДО в анодно – катодном режиме необходимо обязательное выполнение одного из следующих условий:

- 1) малое количество сквозных пор в покрытии. При этом создается условие для выделения достаточной мощности в микроразрядах;
- 2) создание эффективного локального катода, состоящего в основном из катионов водорода. Последнее легко достигается в кислых средах;
- 3) хемосорбцией фтора на локальных местах металлической поверхности, что приводит к созданию электронной «шапки» в этих местах и, как следствие, увеличению вероятности инжектирования электронов в паровую фазу, созданную в сквозных порах покрытия вследствие джоулевого тепловыделения.

Кроме того, диссертант Зайяр Линн высказал предположение, что основной причиной формирования покрытий на алюминиевом или магниевом сплавах, имеющих высокую адгезию к их металлической основе, является наличие пробоев паровой фазы малой мощности при катодной поляризации рабочего электрода. Пробои вблизи металлической основы дна сквозных пор приводят к образованию атомов, а затем гидроксидов металлов в щелочных электролитах, заполняющих эти поры. При анодной поляризации рабочего электрода, когда электролит в сквозных порах насыщен анионами гидроксида алюминия или магния, а мощность, выделяемая в микроразрядах недостаточна для выноса большей части материала из пор на поверхность покрытия, увеличивается количество расплава оксидов алюминия или магния, заполняющего эти поры, в том числе и продольные поры, расположенные вблизи и на границе раздела сплав – покрытие.

Значимость результатов для науки и практики.

Значимость результатов для науки и практики заключается: а) в установленных автором условиях и динамике образования плазменных катодных микроразрядов при проведении процессов МДО с пропусканием переменного тока между электродами; б) во влиянии мощности, выделяемой в катодных микроразрядах, на морфологию и микроструктуру покрытий. На основании этого, совместно с ранее накопленными знаниями, могут быть сформированы научные представления о роли различных факторов при получении антикоррозионных, износостойких покрытий на легких конструкционных сплавах.

Диссертант, однозначно, установил, что при необходимости получения высокопористых покрытий на поверхности изделий из легких конструкционных сплавов, что, например, необходимо при создании покрытий на имплантатах, которые используются в хирургии, процесс МДО следует проводить с реализацией интенсивных катодных микроразрядов на поверхности рабочего электрода.

Результаты работы диссертанта были использованы при выполнении государственных контрактов.

Результаты работы также могут быть использованы в следующих институтах и предприятиях: Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ) - г. Владивосток, Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова - г. Москва, ОАО «Ил» - г. Москва, ОАО «Авиадвигатель» - г. Пермь, ОАО «Климов» - г. Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Сатурн» - г. Рыбинск, ОАО «Московское машиностроительное предприятие имени В. В. Чернышёва» - г. Москва, ОАО «Кузнецов» (бывш. ОАО «Моторостроитель») - г. Самара, ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение» - г. Уфа.

Оценка содержания диссертации.

Диссертация состоит из введения, 3 частей, 7 глав, основных выводов, списка использованных источников из 160 наименований, изложена на 136 страницах, содержит 7 таблиц, 42 рисунка.

В тексте диссертации соблюдена логическая последовательность изложения материала.

В первой части дан литературный обзор, состояние и степень проработанности темы исследования. Критический анализ литературных данных и позволил диссертанту четко сформулировать основную цель исследования и задачи, решить которые было необходимо для ее достижения. Во второй части приведены описание техники экспериментов, методик и лабораторного оборудования, на которых проводились исследования, даны основные методики контроля и исследования состава и свойств покрытий.

Третья часть включает результаты опытов и их обсуждение.

В диссертации очень четко сформулирована научная новизна работы.

Заканчивается диссертация выводами и списком использованной литературы.

По диссертации имеется ряд замечаний:

1. Не проведен процесс МДО магниевого сплава в присутствии $\text{NaOH}+\text{NaF}$, а не NH_4F . Это позволило бы более точно установить влияние F^- на горение катодных микроразрядов, т.к. катионы NH_4^+ в катодный полупериод в щелочной среде могут являться источниками протонов NH_4^+ :



2. Диссертант утверждает, что на поверхности магниевого сплава в водном растворе, содержащем 20 г/л NH_4F , горят только интенсивные катодные микроразряды. Следовательно, рост покрытия на поверхности сплава МЛ5 происходит при катодной поляризации рабочего электрода. Получается, что автор установил новый способ – «катодирование». К сожалению, он не замечает этого «открытия» и не приводит никакого объяснения.

3. Диссертант не учитывает в своей работе существование барьерного слоя на границе раздела сплав – покрытие. Вместе с тем, в большинстве статей как зарубежных, так и российских ученых его существование в покрытиях, сформированных на алюминиевых и магниевых сплавах методом МДО, доказано. При этом указывается, что именно локальные пробои этого слоя приводят к существованию плазменных микроразрядов на поверхности рабочего электрода.

4. В данной работе нет объяснения эффекта увеличения скорости высокотемпературного окисления сплава $\gamma\text{-TiAl}$ с уменьшением парциального давления кислорода в газовой среде.

5. Автор данной диссертации пишет: «Установлено, что только при наличии катодных разрядов с небольшой энергией, выделяемой в них, можно получать на алюминиевом и магниевом сплавах покрытия с высокими антикоррозионной способностью и адгезией к металлической основе». Однако, не указывает значение максимально допустимой энергии.

Указанные замечания ни в коей мере не умаляют общего хорошего впечатления от представленной работы.

Зайяр Линн указал на параметр, который позволяет получать толстые (близкие к предельной толщине) антикоррозионные покрытия на вентильных металлах и сплавах на их основе, имеющих высокую адгезию к металлической основе, с минимальной концентрацией локальных дефектов в них. Он доказал необходимость различать скорости образования оксидного покрытия от скорости роста его толщины.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации.

Основное содержание работы опубликовано в научной печати. По теме диссертации автором опубликовано 5 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикаций научных результатов: «Физика и

химия обработки материалов» - 2 статьи, «Коррозия: материалы и защита» - 1 статья, «Перспективные материалы» - 1 статья, «Surface and coatings technology» - 1 статья (Web of Science). Кроме того, краткое содержание основной части его работы изложено в 2 тезисах.

Таким образом, научная общественность имела возможность ознакомиться с его работами.

Автореферат.

Написан ясно, четко и полностью отражает основное содержание диссертации.

Заключение.

После проведенного диссертантом доклада и ответов на многочисленные вопросы стало очевидным, что он хорошо владеет материалом.

Диссертационная работа Зайяра Линна квалифицируется как законченная научно-исследовательская работа, выполненная на высоком научном уровне, отвечает всем требованиям ВАК РФ (п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Сам автор работы – Зайяр Линн, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.17.03 «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии».

Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на заседании семинара лаборатории коррозии и электрохимии АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», протокол №8 от 22 октября 2015 г.

Отзыв составил:

кандидат технических наук,
заведующий лабораторией коррозии и электрохимии
акционерного общества
«Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский физико-химический
институт имени Л. Я. Карпова»



Торшин Вадим Борисович

23.10.2015

105064, Москва, пер.Обуха, д.3
Телефон:8(495) 917-11-57
Эл.почта:vbtorshin@gmail.com