



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ

“ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ”

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

105005, г. Москва, ул. Радио, 17  
Тел. (499) 261-86-77, факс (499) 267-86-09  
E-mail: admin@viam.ru

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 005.020.01, к.х.н. Бровкиной О.В.

690022, Россия, Владивосток,  
пр. 100-лет Владивостоку, 159,  
Институт химии ДВО РАН  
Тел., факс: (423) 231-18-89

№ 11 от 11.2014 № 114-16518

по вопросу: отзыва ведущей организации



УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора  
ФГУП «ВИАМ», к.т.н.

В.В. Антипов

2014 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного унитарного предприятия Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов (ФГУП «ВИАМ», г. Москва) на диссертационную работу Андрея Сергеевича Гнеденкова «Гетерогенность, электрохимические и защитные свойства покрытий, формируемых на магниевых сплавах методом ПЭО», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – «Физическая химия»

Проблема разработки новых технологий создания защитных покрытий на поверхности конструкционных и функциональных материалов, таких как магниевые сплавы **актуальна** в связи с необходимостью расширения областей их практического применения. Автор использовал современные методы исследования и изучил электрохимические и механические свойства покрытий, формируемых на поверхности сплавов магния методом



0 000010 440766  
Проект-И-19255

плазменного электролитического оксидирования (ПЭО). Основное внимание в работе уделено изучению поверхностных ПЭО-слоев на магниевых сплавах с привлечением новейших локальных сканирующих методов. Выводы и рекомендации по этому вопросу, сделанные диссертантом на основе анализа полученных экспериментальных данных, представляют особое теоретическое и практическое значение для специалистов, работающих в области коррозионной защиты материалов. Это определяет **значимость**, полученных диссертантом результатов для совершенствования физико-химических методов обработки материалов. Несомненно важными и значимыми для практики представляются разработки автора в области композиционных полимер- и ингибиторсодержащих покрытий на поверхности магниевых сплавов.

**Личное участие автора** в получении результатов, представленных в диссертации, заключается как в постановке целей и задач исследований, так и проведении основной части экспериментальной работы, обсуждении полученных данных, обобщении их в выводах. В работе использованы современные, взаимодополняющие методы исследования, статистические подходы к обработке данных эксперимента. Значительный интерес представляют результаты, полученные локальными сканирующими электрохимическими методами исследования поверхностных слоев. Выбор темы работы базируется на анализе современного состояния проблемы практического использования магниевых сплавов.

**Достоверность** результатов проведенных исследований не вызывает сомнения. Использованные в работе теоретические представления и подходы обоснованы, их адекватность экспериментально подтверждена.

Автором получены **новые научные результаты**, среди которых можно выделить следующие:

1. Предложен механизм защитного действия ингибитора коррозии 8-оксихинолина в порах плазменно-электролитических покрытий на магниевых сплавах, заключающийся в интенсификации его растворимости

при изменении кислотности среды вследствие протекания коррозионных процессов, и в дальнейшем образовании магниевых хелатных комплексов, обеспечивающих торможение анодного процесса растворения магния.

2. С использованием локальных сканирующих электрохимических методов исследования поверхности в сочетании с традиционными методами оценки скорости коррозии изучена гетерогенность поверхностных слоев, а также развитие коррозионного процесса магниевых сплавов, в том числе обработанных методом ПЭО.

Научная методологическая значимость представленных экспериментальных результатов исследований, полученных в данной диссертации, заключается в расширении и уточнении теоретических представлений о локальных процессах, протекающих на поверхности гетерогенных систем, таких как магниевые сплавы.

**Практическое значение работы** определяется тем, что предложены способы значительного увеличения антикоррозионных свойств плазменно-электролитических покрытий на магниевых сплавах, что способствует более широкому внедрению номенклатуры деталей из них в космической и авиационной технике.

Содержание диссертационной работы А.С. Гнеденкова.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, обобщающих выводов и библиографического списка из 311 наименований, представлена на 203 страницах текста; она содержит 78 рисунков и 14 таблиц.

Во введении обоснована актуальность и степень разработанности темы исследования, даны формулировки цели и задач исследований, отражена научная новизна, а также практическая и теоретическая значимость, представлены методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обзору литературных данных, в которых освещены результаты исследований особенностей процесса коррозии магниевых сплавов и методы их антикоррозионной защиты.

Во второй главе представлены характеристики и развернутое описание используемых в данной работе материалов, методов исследования, научного оборудования, а также способов формирования на поверхности сплавов магния покрытий, в частности, базового и композиционных, полимерсодержащего и самозалечивающегося.

В третьей главе изложены полученные с использованием локальных сканирующих электрохимических методов результаты исследований кинетики и механизма коррозионных процессов магниевых сплавов МА8 и ВМД10.

В четвертой главе обобщены результаты исследований физических и электрохимических характеристик защитных композиционных покрытий на магниевых сплавах.

В пятой главе приведены исследования электрохимических свойств самозалечивающихся (self-healing) покрытий на сплавах магния.

#### **Замечания по работе**

1. Вопрос об ингибированном покрытии, которое автор именуется самозалечивющимся, является спорным. Разработка покрытий, относящихся к самозалечивющимся, базируется на создании в лакокрасочном покрытии микрокапсул, содержащих компоненты для нанесения органического покрытия. При механическом повреждении покрытия происходит разрыв микрокапсул, и соответственно образование слоя покрытия на поврежденной поверхности. В отличие от данного подхода механизм ингибирования, предложенный автором заключается в интенсификации действия коррозии 8-оксихинолина как ингибитора коррозии при возникновении коррозионных процессов. Данный механизм действия ингибированного покрытия предполагает защиту магниевых сплавов от воздействия коррозионной среды в порах покрытия, в которых содержится ингибитор, а не в местах, где произошло его механическое разрушение.

2. Оценка скорости коррозии магниевых сплавов с различным уровнем антикоррозионной защиты проводилась с помощью гравиметрического и

волюмометрических методов, приведённых в главе 4 и 5. Для более точного определения данного параметра с размерностью (мм/год) следует проводить более долговременные эксперименты, чем указанные в диссертации, 7 и 40 суток. Данное замечание относится и к определению способности ингибитора к подавлению коррозионного процесса с использованием локальных сканирующих методов (глава 5). В диссертации положительное действие ингибитора наблюдалось в течение 7 суток, тогда как после нескольких месяцев использования материала с таким покрытием, ингибитор может полностью прореагировать, что приведёт к исчезновению, обозначенного в диссертации эффекта самозалечивания. Также в работе не указано время, через которое необходимо повторно наносить ингибитор коррозии.

3. При исследовании композиционных полимерсодержащих покрытий автор использовал метод растровой электронной микроскопии. Представленные в работе снимки шлифов не достаточно убедительно подтверждают наличие на поверхности образцов покрытия из ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ).

#### **Заключение**

Работа А.С. Гнеденкова является завершённым научным исследованием, выполненным на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. Диссертация написана логично, хорошим литературным языком, содержит достаточное количество иллюстративного материала для полного восприятия смысла работы. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Полученные результаты могут быть использованы специалистами, работающими в области физической химии и защиты материалов от коррозии, и рекомендованы к использованию в организациях и научных центрах, занимающихся разработкой и внедрением методов защиты металлов и сплавов, таких как Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, ИМЕТ РАН, Московский институт стали и

сплавов, Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, ЦНИИ КМ «Прометей».

Результаты работы могут быть рекомендованы также для включения в учебные курсы, посвященные способам защиты металлов и сплавов от внешнего воздействия, в МГУ им. М.В.Ломоносова (факультет наук о материалах и химический факультет – спецкурсы кафедры химической технологии и новых материалов), кафедры наноматериалов и нанотехнологий Института материалов современной энергетики и нанотехнологии (ИМСЭН–ИФХ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, кафедры физических проблем материаловедения НИЯУ МИФИ, кафедры защиты металлов и технологии поверхности НИТУ МИСиС.

Диссертацию А.С. Гнеденкова можно характеризовать как научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований решены важные задачи в области исследования механизма и кинетики процессов коррозии, а также в области создания защитных слоев различного функционального назначения, в том числе полимерсодержащих и самозалечивающихся, формируемых с использованием метода ПЭО на магниевых сплавах.

Автореферат и публикации автора достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Диссертация А.С. Гнеденкова отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Андрей Сергеевич Гнеденков, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – «Физическая химия».

Отзыв по диссертационной работе А.С. Гнеденкова рассмотрен на заседании расширенного научно-технического совета по научному направлению «Титановые, магниевые, бериллиевые и алюминиевые сплавы» 24 октября 2014 г., протокол № 15.

Заместитель начальника  
Испытательного Центра, д.т.н.



Орлов М.Р.

Начальник лаборатории  
коррозии и защиты  
металлических материалов, к.х.н.



Кутырев А.Е.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» (ФГУП «ВИАМ»)  
105005, г. Москва, ул. Радио, 17, тел. (499) 261-86-77, [www.viam.ru](http://www.viam.ru),  
e-mail: [admin@viam.ru](mailto:admin@viam.ru)