

ОТЗЫВ

официального оппонента Сергея Серафимовича Вознесенского на диссертационную работу Константина Вахтанговича Надараиа «Композиционные покрытия на титановых и магниевых сплавах, формируемые с использованием ПЭО и фторорганических дисперсий», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – «физическая химия»

Введение фторорганических соединений в поверхностные слои материалов является одним из перспективных и наиболее эффективных методов создания защитных покрытий и улучшения их функциональных свойств. Благодаря высокой прочности связи фтор-углерод при обработке фторполимерами возможно значительное улучшение электрохимических и механических характеристик обрабатываемых материалов.

В диссертационной работе К.В. Надараиа данный подход был использован с целью модификации защитных поверхностных слоев, сформированных методом плазменного электролитического оксидирования (ПЭО). В качестве объектов исследования выбраны магниевый сплав МА8 и технически чистый титан ВТ1-0. Данные материалы обладают рядом существенных достоинств, что делает их широко востребованными в различных отраслях промышленности. Однако их низкая износостойкость, склонность к коррозии магния, а также высокая катодная активность титана в случае образования гальванической пары с большинством металлов и сплавов приводят к необходимости разработки способов дополнительной защиты. Несмотря на большое количество существующих подходов, проблема защиты от механических и коррозионных разрушений большинства функциональных и конструкционных металлов и сплавов в настоящий момент не является полностью решенной. Формирование композиционных слоев на сплавах, нуждающихся в защите, с применением ПЭО и фторорганических материалов с целью улучшения антикоррозионных и противоизносных

свойств магниевых и титановых сплавов является, несомненно, актуальной задачей современного материаловедения. В силу уникальных возможностей метод ПЭО обладает существенной перспективой использования с целью восстановления защитных свойств слоев на изделиях с нарушенной целостностью покрытия, первоначально сформированного не только посредством ПЭО, но и другими методами, к примеру, термическим оксидированием (ТО).

Тема проведенного исследования обуславливает высокую практическую ценность диссертационной работы. Также необходимо отметить, что исследование процессов формирования и установление зависимостей физико-химических и механических свойств покрытий от их структуры и состава имеют высокую научную значимость.

Материал диссертации изложен на 165 страницах машинописного текста, содержит вводную часть, четыре главы, заключение, список сокращений и обозначений и список литературы из 253 наименований, приложение.

Во введении представлена актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи диссертации, научная новизна и практическая значимость, изложены основные защищаемые положения.

В первой главе приводится обзор литературы, посвященной существующим на сегодняшний день способам защиты магниевых и титановых сплавов от коррозии и износа. Подробно рассмотрено применение композиционных покрытий с целью защиты материалов. На основе представленного анализа литературы в конце главы сделан вывод о недостаточной изученности проблемы и необходимости проведения дальнейших исследований.

Вторая глава является методологической и посвящена детальному описанию подготовки образцов и фторорганических материалов, методов исследований и экспериментального оборудования.

В третьей главе приведены результаты исследования покрытий, полученных сочетанием ПЭО и последующей модификации ультрадисперсным политетрафторэтиленом (УПТФЭ), теломерами тетрафторэтилена (ТФЭ). В

первом разделе третьей главы представлены результаты исследования композиционных слоев на магниевом сплаве. Приведены данные об исследовании влияния кратности нанесения УПТФЭ из суспензии, условий последующей термической обработки на морфологические, электрохимические, трибологические свойства получаемых покрытий, их смачиваемость 3 % водным раствором хлорида натрия. Представлены данные об устойчивости покрытий к атмосферной коррозии в условиях влажного морского климата. На основе экспериментальных данных сделан вывод о положительном влиянии внедрения фторполимерного материала в морфологическую структуру базового ПЭО-слоя на защитные характеристики покрытий. По мнению автора, данный эффект обусловлен запечатыванием пор и микротрещин в базовом ПЭО-покрытии и формировании ровного бездефектного композиционного слоя. В следующем разделе приведены результаты исследования композиционных покрытий, сформированных с использованием ПЭО и раствора теломеров ТФЭ, на магниевом сплаве. Оценены электрохимические, трибологические и гидрофобные свойства покрытий. На основе представленных данных сделан вывод о наилучших защитных (антикоррозионных, противоизносных) свойствах полимерсодержащих слоев в сравнении с базовыми ПЭО-покрытиями и сплавом без покрытия. Выявлена оптимальная температура формирования композиционных покрытий. Проведена оценка смачиваемости композиционных слоев и сделан вывод о наличии у них супергидрофобных свойств, обусловленных низкой поверхностной энергией и многомодальной шероховатостью поверхности, формируемой в результате агрегации частиц фторорганического вещества.

В четвертой главе представлены результаты разработки способа восстановления защитных свойств покрытий на титане, целостность которых была нарушена в ходе эксплуатации. Описываются результаты исследования коррозионных и механических свойств восстановленных покрытий в сравнении с необработанным титаном, термическим покрытием (с дефектом

и без дефекта). На основе электрохимических данных делается вывод о восстановлении и улучшении антикоррозионных свойств покрытий, формируемых методом ПЭО. Также автор указывает на снижение микротвердости и износостойкости восстановленного слоя в сравнении с бездефектным слоем термического оксида. По мнению диссертанта, это связано с уменьшением содержания рутильной фазы в составе покрытия после плазменного электролитического оксидирования. По этой причине автором предложено с целью повышения износостойкости покрытия формирование полимерсодержащего слоя с применением УПТФЭ. Во втором разделе четвертой главы приводится подробное описание электрохимических и трибологических свойств получаемых таким образом композиционных покрытий. Приведенные данные свидетельствуют о повышении коррозионных характеристик и противоизносных свойств, формируемых полимерсодержащих покрытий, как в сравнении с базовым ПЭО-слоем, так и с термическим покрытием.

В приложении приведен акт внедрения на АО «Дальневосточный завод "Звезда"» технологии восстановления защитных свойств покрытия, целостность которого была нарушена в ходе эксплуатации.

К основным результатам диссертационной работы, имеющим научную и практическую значимость, можно отнести следующее:

- разработаны способы формирования многофункциональных композиционных покрытий на магниевом и титановом сплавах с использованием ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ) и раствора теломеров тетрафторэтилена (ТФЭ);
- научно обоснована устойчивость композиционных покрытий к атмосферной коррозии в условиях влажного морского климата;
- разработан способ восстановления на титановых сплавах защитных свойств поверхностных слоев и формирования коррозионностойких и антифрикционных композиционных покрытий на деталях и изделиях, бывших в эксплуатации;

- установлена и научно аргументирована причина гидрофобных и супергидрофобных свойств сформированных композиционных покрытий.

К работе имеется ряд замечаний и вопросов:

1. В работе отсутствуют данные, объясняющие различия в условиях формирования (длительность и температура обработки) композиционных покрытий в зависимости от применяемой фторорганической дисперсии.
2. В качестве тестовой жидкости при определении смачиваемости покрытий был использован 3% раствор хлорида натрия. Поскольку данная работа имеет практическое значение, то было бы интересно оценить влияние морской и дистиллированной воды. Сохраняются ли при этом супергидрофобные свойства композиционных слоев, полученных с использованием теломерного раствора?
3. С чем связано использование фосфатного электролита при формировании ПЭО-покрытий на титане ВТ1-0?
4. В списке работ автора, приведенном в автореферате, приводятся англоязычные описания статей, опубликованных в российских журналах, которые в первую очередь выходят на русском языке. На мой взгляд это не добавляет научной значимости публикации.

Отмеченные выше недостатки, которые носят дискуссионный характер, не являются принципиальными и не снижают ценность полученных главных результатов и выводов диссертационной работы в целом. Диссертационная работа К.В. Надараиа является законченным исследованием, выполненным на высоком научном и экспериментально-техническом уровне.

Достоверность и обоснованность полученных научных результатов и выводов несомненна и обеспечивается комплексным применением широкого спектра взаимодополняющих современных методов анализа, а также использованием современных статистических методов оценки экспериментальных данных. Диссертация оформлена в соответствии с

требованиями ВАК и написана хорошим научным языком. Основное содержание диссертации опубликовано в рецензируемых научных журналах. Работа прошла хорошую апробацию на международных, российских и региональных конференциях. Представленный автореферат достаточно полно и точно отражает содержание диссертации.

Таким образом, диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности 02.00.04 – «физическая химия» и требованиям ВАК при Министерстве образования и науки РФ (пп. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней), а ее автор, Константинэ Вахтангович Надараиа, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – «физическая химия».

Официальный оппонент

доктор физико-математических наук
заведующий лабораторией
физических методов мониторинга
природных и техногенных объектов
Института автоматизации и процессов
управления Дальневосточного
отделения Российской академии
наук.

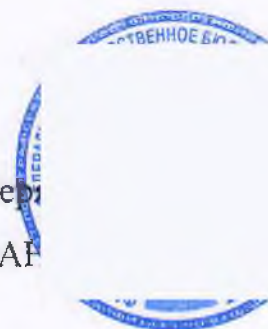
Сергей Серафимович
Вознесенский

Адрес: 690041 г. Владивосток, ул. Радио, 5.

Телефон: +7 (423) 2-317-595.

E-mail: vss@iacp.dvo.ru.

Подпись С.С. Вознесенского
учёный секретарь ИАПУ ДВО РАН



С.Б. Змеу

08.12.2017