

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.132.12 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕ-
ЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС», МИНОБРНАУКИ РФ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17 мая 2018 г. № 46

О присуждении Фан Ван Чыонгу, гражданину Социалистической Республики Вьетнама, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Кинетические особенности формирования декоративных защитных покрытий на сплавах Д16 и ВТ6» по специальности 05.17.03 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, принята к защите 22 февраля 2018 г., протокол № 37 диссертационным советом Д 212.132.12 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») Минобрнауки РФ, 119049, Москва, Ленинский пр-т, д. 4, созданным в соответствии с приказом Минобрнауки РФ № 968/нк от 26.08.2015.

Соискатель Фан Ван Чыонг 1983 года рождения.

В 2007 г. закончил обучение в университете имени Ле Куи Дона (Ханой) по специальности «химическая технология».

Диссертация выполнена на кафедре металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор химический наук, Ракоч Александр Григорьевич, НИТУ «МИСиС», кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов, профессор.

Официальные оппоненты:

Крит Борис Львович - доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)», кафедра технологии производства приборов и информационных систем управления летательных аппаратов, профессор;

Кузенков Юрий Александрович - кандидат химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской академии наук, лаборатория высокотемпературных коррозионных испытаний в водных средах, старший научный сотрудник;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет», г. Кострома, в своем положительном заключении, подписанном Кусмановым Сергеем Александровичем - кандидат технических наук, директором института физико-математических и естественных наук ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет»,

указала, что диссертационная работа Фан Ван Чыонга квалифицируется как законченная научно-исследовательская работа, выполненная на высоком научном уровне, отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям и по своему содержанию соответствует паспорту специальности - 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии. Научная значимость диссертации обусловлена тем, что в ней разработаны эквивалентные электрические схемы протекания анодной составляющей переменного тока, которые наглядно показывают механизмы роста покрытий на алюминиевых и титановых сплавах. Кроме того, установлено, что для получения износостойких декоративных покрытий необходимо проведение процессов плазменно-электролитической обработки (ПЭО) до начала интенсивного осаждения не только ионов, имеющих небольшой радиус, но и анионов или полианионов с большими размерами. Практическая значимость несомненна, так как в ней обосновано, что при необходимости получения износостойких антикоррозионных декоративных покрытий на поверхности изделий из широко применяемого в промышленности сплава ВТ6 процесс ПЭО следует проводить в щелочно-алюминатном электролите, а на сплаве Д16

– в щелочно-силикатных электролитах, содержащих (до 1 г/л) гидроксида кобальта или оксида ванадия с добавлением в них гидроксида кобальта. Проведена апробация технологических режимов: получены декоративные износостойкие покрытия на ряде изделий из алюминиевого и титанового сплавов. Такие покрытия необходимы при изготовлении товаров народного потребления: корпусах приборов, оружия, окуляров и др.

Результаты работы могут быть использованы в различных ведущих институтах и предприятиях, например, Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ) - г. Владивосток, ОАО «Ил» - г. Москва, АО «Авиадвигатель» - г. Пермь, АО «Научно-производственный центр газотурбостроения «Салют» - г. Москва, ПАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение» - г. Уфа, ООО «Сана-Тек» - г. Коломна, АО «Конструкторское бюро точного машиностроения им. А.Э. Нудельмана» - г. Москва, ООО «МикроОптика» - г. Москва.

Соискатель имеет опубликованных 9 работ по теме диссертации, в том числе 4 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК, а 2 из них – в Web of Science и Scopus, в которых приведены механизмы и кинетические особенности при модификации поверхности сплавов ВТ6 и Д16 методом плазменно – электролитической обработки (ПЭО) и описаны высокопроизводительные способы получения износостойких декоративных, в том числе черных, покрытий на их поверхности.

Авторский вклад 50 %, объем 2,1 печатных листов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ракоч А. Г., Монахова Е. П., Гладкова А. А., Фан Ван Чыонг, Предеин Н. А. Влияние растворенных оксидов двухвалентных металлов в покрытиях на основе оксида алюминия на их фазовых состав и износостойкость // Коррозия: материалы, защита. – 2017. – №3. – С. 26-34.
2. Tailor S., Rakoch A. G., Gladkova A. A., Phan Van Truong et al. Kinetic Features of Wear-Resistant Coating Growth on Ti-Alloy by Plasma Electrolytic Oxidation // Surface Innovations, – 2017. – P. 1-9.

3. Ракоч А. Г., Фан Ван Чыонг, Гладкова А. А., Предеин Н. А. Фазовый состав покрытий, формирующихся при проведении ПЭО сплава ВТ6 и их износостойкость // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2018. – №1. – С.70-75.

4. Ракоч А. Г., Гладкова А. А., Фан Ван Чыонг, Ворожцова В.В. Формирование покрытий на сплавах ВТ6 и Д16 на различных временных интервалах их плазменно – электролитической обработки // Коррозия: материалы, защита. – 2018. – №4. – С 21 - 26.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: 9, все отзывы положительные.

В отзывах отмечается большая научная значимость диссертационной работы. Особенно подчеркивается ценность установленных механизмов протекания ПЭО сплавов Д16 и ВТ6 при получении износостойких антикоррозионных декоративных, в том числе черных, покрытий на их поверхности.

Д.т.н., проф. Руднев В. С. спрашивает: «1. Как предполагается контролировать и корректировать состав электролитов в рамках серийного производства? 2. Почему для получения черных покрытий на сплаве титана достаточно введение в базовый щелочной электролит $\text{Co}(\text{OH})_3$, тогда как в случае сплава алюминия требуется дополнительное введение и V_2O_3 ? 3. Как вводили в электролиты гидроксид кобальта и оксид ванадия?». Д.т.н., проф. Амирханова Н. А. и д.т.н., доцент Парфенов Е.В. отмечают, что при разработке эквивалентных схем не учитываются емкости барьерного и двойного слоев, а также покрытия в целом. В остальных отзывах высказаны рекомендации о необходимости разработки модельных представлений протекания процессов ПЭО при получении декоративных износостойких антикоррозионных покрытий на других алюминиевых и титановых сплавах, и разработать процессы ПЭО для получения антикоррозионных покрытий на стальных изделиях.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты и ряд сотрудников этой организации являются ведущими специалистами в области плазменно-электролитической обработке стальных изделий и исследовании свойств покрытий на их поверхности.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция, углубляющая понимание механизмов протекания процессов плазменно – электролитической обработки (ПЭО) алюминиевых и титановых сплавов, заключающаяся в том, что интенсивный рост оксидных покрытий по механизму миграции и диффузии будет протекать только в случае большой концентрации точечных дефектов на их нагретых участках, в частности в слое из диоксида титана, а скорость осаждения ионов, полианионов на рабочий электрод зависит от их размеров и плотности анодных плазменных микроразрядов,

предложены оригинальные суждения по заявленной тематике, в основе которых находится совместное параллельное протекание процессов электролиза, электрофореза и окисления металлической основы,

доказана перспективность использования новой идеи в практике: для получения износостойких декоративных покрытий на изделиях из сплава ВТ6, Д16 необходимо процессы ПЭО проводить до начала интенсивного осаждения ионов или полианионов, имеющих большие размеры, и вводить в щелочные электролиты небольшие концентрации (до 1 г/л) гидроксида кобальта или оксида ванадия с гидроксидом кобальта. Полученные декоративные черные износостойкие покрытия на ряде изделий из сплавов Д16 и ВТ6 показали корректность и перспективность этой идеи,

введено новое понятие для цветного анодирования алюминиевых и титановых сплавов с наличием на поверхности рабочих электродов анодных микроразрядов – плазменно-электролитическая обработка.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано положение, что значительные изменения цветовой гаммы покрытий, формирующихся на сплаве Д16 методом ПЭО, зависят не только от его основного легирующего элемента, природы соединений, вводимых в состав щелочного водного раствора, но и от размеров последних, длительности проведения экспериментов. С увеличением длительности проведения процессов ПЭО уменьшается плотность поверхностных микроразрядов и возрастает интенсивность протекания процессов вхождения в покрытие анионов и полианионов из электролита с последующей их плазменно – термохимической обработкой.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использовано комплексное сочетание

методов рентгенофазового, в том числе метод расчета Ритвельда, микрорентгеноспектрального и металлографического анализов, спектрального анализа интерференционных цветов в пространстве CIElab, а для оценки износостойкости по схеме «шарик – диск» сплавов ВТ6, Д16, покрытий и антикоррозионной способности последних использовали автоматическую машину трения High-temperature Tribometer и камеру соляного тумана соответственно,

изложены аргументы, доказывающие, что различия в кинетике роста покрытий на алюминиевом и титановом сплавах при проведении процессов ПЭО при одинаковом технологическом режиме зависят от поверхностной плотности анодных плазменных микроразрядов, реализующихся на поверхности рабочих электродов, концентрации точечных дефектов в оксидных покрытиях,

раскрыта некорректность в модельных представлениях, указывающих на наличие барьерного слоя на поверхности сплавов при протекании процессов их плазменно-электролитической обработки в щелочных электролитах. Алюминиевые и титановые сплавы в слоях концентрированного щелочного электролита, прилегающего к рабочему электроду и в порах покрытия, при повышенных температурах находятся в активном состоянии. На их поверхности появляется пассивный, называемый «барьерным», слой после протекания процессов ПЭО,

изучены аналогии протекающих процессов при плазменно-электролитической обработке алюминиевого и титанового сплавов с электрохимическими: анодными до образования парогазовой фазы в порах и катодным выделением водорода, электролизом и электрофорезом, а также причинно-следственные связи между высокой температурой в плазменных микроразрядах и образованием двойных оксидов и корунда в покрытиях, осаждением анионов, полианионов и гидроксидов на поверхность рабочего электрода, окислением металлического дна сквозных пор;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны и внедрены (100%) технологические режимы, позволяющие выполнить договор № 01-MS/2017 "Получение покрытий, получаемых методом плазменно-электролитической обработки на поверхности образцов из алюминиевых сплавов и оценка их защитных свойств (износостойкости и коррозионной стойкости)" с 4. 12.2017 с LG ElectronicsInc. (Республика Корея),

определены перспективы практического использования теории: при получении износостойких антикоррозионных декоративных покрытий на изделиях из титановых и алюминиевых сплавов, широко применяемых в различных отраслях промышленности, в том числе при изготовлении товаров народного потребления, использовать положения о параллельности протекания процессов по различным механизмам их роста и о зависимости скорости осаждения ионов и полианионов от поверхностной плотности мироразрядов, над которыми образуется парогазовая фаза,

созданы модельные представления, позволяющие устанавливать технологические режимы для получения декоративных с различным цветом и оттенками износостойких антикоррозионных покрытий на алюминиевых и титановых сплавах методом ПЭО,

представлены методические рекомендации, соблюдение которых позволяет получать износостойкие декоративные, в том числе черные, антикоррозионные покрытия на широко применяемых в промышленности сплавах Д16 и ВТ6.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

работа проведена с использованием современных методов исследования процессов ПЭО в сочетании с физико – механическим и коррозионным исследованиями, рентгенофазовыми, микрорентгеноспектральными и металлографическими анализами;

теория построена на воспроизводимых экспериментальных данных, согласуется с рядом опубликованных научных положений в периодической литературе;

идея базируется на обобщении передового опыта и анализа результатов по получению и применению покрытий на изделиях из легких конструкционных сплавов в промышленности;

использован ряд известных фактов протекания процессов ПЭО, которые опубликованы в научной литературе, в частности об окислении металлической основы и плазменно-термохимической обработке осажденных веществ и соединений покрытий;

установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов результатам, представленным в независимых источниках по данной тематике, в частности, о формировании в покрытиях, полученных на сплаве ВТ6, из всех известных фаз только $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, когда их толщина более 30 мкм;

использованы для обработки измеренных параметров бороздок износа компьютерная программа Instrum X (CSM Instruments, Швейцария), обработка данных

спектрального анализа интерференционных цветов проведена при помощи спектрофотометра «Spectro 45/0 gloss» в цветовое пространство CIElab, количественный рентгенофазовый анализ в рамках метода Ритвельда проведен с использованием программы Topas Software;

Личный вклад соискателя состоит в: активном участии на всех этапах процесса, а именно, в анализе литературных данных по теме исследования, проведении экспериментов, позволяющих разработать модельные представления о кинетических особенностях протекания ПЭО титанового и алюминиевого сплавов в щелочно-алюминатных и щелочно-силикатных электролитах, разработке технологических режимов получения износостойких декоративных, в том числе черных, покрытий на сплавах ВТ6 и Д16, участии в написании научных статей и тезисов, научных и практических выводов, получении износостойких декоративных покрытий на ряде изделий из сплавов ВТ6 и Д16.

На заседании 17 мая 2018 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что при проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 16, «против» - нет, недействительных бюллетеней нет.

17 мая 2018 г.

Председатель диссертационного
совета Д 212.132.12, проф., д.ф.-м.н.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.132.12, доц., к.х.н.



А.С. Лилеев

А.А. Гладкова