

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель филиала –
заместитель директора по научной работе
АО «НИФХИ им. Л. Я. Карпова»



к.х.н., доцент Беданов А.Ю.
«02» ноября 2016 г.

Отзыв

ведущей организации - филиала акционерного общества «Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт имени Л.Я. Карпова» на диссертационную работу Стрекалиной Дарьи Михайловны на тему «Модельные представления о формировании методом МДО износостойких декоративных покрытий на сплаве ВТ6», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.17.03 - «Технология электрохимических процессов и защита от коррозии»

Актуальность

Сплавы типа ВТ6 (Ti-6Al-4V) ($\alpha + \beta$ -класса) относятся к числу наиболее распространенных титановых сплавов. По данным зарубежной печати, около 50 % используемого в авиакосмической промышленности титана приходится на сплав Ti-6Al-4V, аналогом которого является отечественный сплав ВТ6. Этот сплав применяется и для изготовления изделий в судостроении и машиностроении, а также для изготовления медицинских изделий. В последние годы существенно выросло применение сплавов на основе титана, особенно сплава ВТ6, и для изготовления разнообразных товаров народного потребления. Из сплава ВТ6 изготавливают оправы для очков, корпуса чемоданов и фотоаппаратов, кухонную посуду, в частности, сковородки, детали велосипедов, корпуса часов, теннисные ракетки и клюшки для гольфа, ножи для резки бумаги, рыболовные удила и оснастку к ним, рапиры, корпуса карандашей и шариковых ручек,

альпинистское снаряжение, фляжки, корпуса зажигалок, садовые лопаты и др.

Широкое распространение этого сплава объясняется удачным его легированием. Алюминий в сплавах системы Ti-Al-V повышает прочностные и жаропрочные свойства, а ванадий относится к числу тех немногих легирующих элементов в титане, которые повышают не только прочностные свойства, но и пластичность. Наряду с высокой удельной прочностью, сплав ВТ6 имеет низкую склонность к солевой коррозии и хорошей технологичностью.

Большинство изделий из титановых сплавов применяют только после модификации их поверхности, проводимой с целью увеличения их износостойкости и придания им декоративного вида.

Наиболее перспективным методом получения твердых покрытий на титановых сплавах считается микродуговое оксидирование (МДО), проводимое в щелочно-алюминатных электролитах. Данный метод, часто называемый плазменно-электролитическим оксидированием (в основном, зарубежными учеными), искровым или микроплазменным анодированием, несомненно имеет большое преимущество перед применяемыми в промышленности анодными способами (средне- и толстослойное анодирование) и другими методами получения защитных покрытий на металлической поверхности, благодаря высокой температуре (более 3000 °С), в локальных плазменных микроразрядах, реализующихся при анодной поляризации рабочих электродов.

Однако в научных работах, посвященных исследованию процессов МДО титанового сплава не установлены причины кинетических особенностей роста покрытий, не исследована их износостойкость.

В отличие от роста толщины оксидно-керамических покрытий практически по линейному закону при МДО алюминия и сплавов на его основе, скорость роста толщины покрытия на титановых сплавах первоначально интенсивно уменьшается (в ряде случаев уменьшается более,

чем в 6 раз) с увеличением длительности проведения процессов в рамках этого метода. Несомненно, что с изменением кинетики роста покрытия на титановом сплаве при его МДО происходит и изменение строения, фазового состава, которые и определяют его основные свойства, в частности, износостойкость.

Диссертационная работа Стрекалиной Д. М., направленная на выявления механизма кинетических особенностей роста толщины покрытий на титановом сплаве ВТ6 и способа управления фазовым составом и, как следствие, износостойкостью покрытий, несомненно, является актуальной.

Научная новизна

В диссертационной работе Стрекалиной Д. М. разработана модель формирования методом МДО износостойких покрытий на титановом сплаве ВТ6. Она убедительно показала, что рост толщины покрытий протекает по трем механизмам при проведении МДО титанового сплава: 1) миграционно-диффузионный; 2) электролиз с последующей термохимической обработкой осажденного полианиона тетрагидроксоалюмината до $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$; 3) окисление металлической основы дна сквозных пор у покрытий.

Разработанная модель позволила Дарье Михайловне: 1) создать положения, знание которых необходимо для управления процессами МДО, проводимыми с целью получения износостойких покрытий на титановых сплавах; 2) разработать высокопроизводительный способ плазменно – термохимической обработки (ПЭО) сплава, позволяющего получать черные покрытия на титановых сплавах.

Приведенного выше вполне достаточно, чтобы считать, что данная диссертационная работа имеет весомую научную ценность.

Практическая значимость

Установленный технологический режим получения методом МДО покрытий, увеличивающий износостойкость сплавов ВТ6, на основе $\gamma\text{-TiAl}$ не менее, чем в 12 и 53 раза соответственно, несомненно, будет использован для получения на изделиях из этих сплавов покрытий, работающих в жестких

условиях их эксплуатации, в частности, при трении. Не вызывает также сомнения, что разработанный автором данной диссертационной работы высокопроизводительный способ плазменно-электролитической обработки титановых сплавов, позволяющий получать декоративные черные покрытия на их поверхности, будет широко применен при изготовлении разнообразных товаров народного потребления.

Результаты, полученные в данной диссертационной работе, могут быть рекомендованы для использования в различных институтах и предприятиях, в частности: ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение», г. Уфа, ОАО «Московское машиностроительное предприятие имени В. В. Чернышева», г. Москва, Центральный институт авиационного машиностроения им. П. И. Баранова, г. Москва, Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), г. Владивосток, ОАО «ИЛ», г. Москва.

Следовательно, диссертационная работа Стрекалиной Д. М. имеет и большое практическое значение.

Вместе с тем, следует отметить следующие замечания:

1) по непонятной причине не приведен расчет выхода диоксида кремния по току, когда процесс его получения на сплаве ВТ6 протекает по механизму электролиза;

2) в разработанной Стрекалиной Д. М. модели не учитывается обильное выделение кислорода на покрытии, который создает газовую прослойку (см. статью авторов Y. Cheng, S. Peng, X. Wuet al. в ж. *Electrochimica Acta*. – 2015. –N 165 – P.301-313), т. е. реализуется большая вероятность появления на поверхности рабочего электрода микроразрядов. Эти микроразряды могут оказывать существенное влияние на термохимическое преобразование осажденных полианионов;

3) к сожалению, в работе не исследованы: а) эрозионная стойкость и жаростойкость покрытий. Многие изделия из титановых сплавов, работают при высоких температурах и/или подвергаются эрозии; б) морфология поверхности покрытий, толщина их внешних пористых слоев.

Указанные замечания в незначительной степени уменьшают хорошее впечатление от представленной диссертационной работы.

Достоверность полученных результатов, выводов

Достоверность полученных результатов Стрекалиной Д. М., кратко описанных в выводах, обусловлена использованием комплекса современного аналитического оборудования и методов исследования, воспроизводимостью результатов. Корректность ее модельных представлений обусловлена тем, что она смогла управлять процессом МДО и получать износостойкие покрытия на сплаве ВТ6 и сплаве γ -TiAl, разработать высокопроизводительный способ плазменно-электролитической обработки титановых сплавов, позволяющий получать черные износостойкие покрытия на их поверхности.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Основное содержание работы опубликовано в 5^{ти} статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикаций научных результатов. Кроме того, основные научные положения диссертации изложены в 6^и тезисах докладов на международных конференциях, зарегистрировано 2 ноу-хау.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, 3 частей, 7 глав, выводов, списка использованных источников из 152 наименований. Диссертация изложена на 138 страницах, содержит 13 таблиц и 55 рисунков.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ. Автореферат написан ясно, четко и полностью отражает основное ее содержание.

Заключение

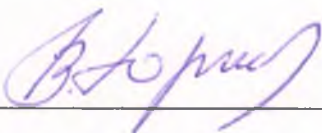
После проведенного диссертантом доклада и ответов на многочисленные вопросы стало очевидным, что он хорошо владеет материалом.

В связи с вышеизложенным считаю, что диссертационная работа Стрекалиной Д.М. 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, а Стрекалина Дарья Михайловна, безусловно, заслуживает присуждения ей 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 филиала АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», протокол №8 от 22 октября 2016 г.

Отзыв составил:

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



Торшин Вадим Борисович

105064, Москва, ул.Воронцово поле, д.10, стр 1.

Телефон: 8 (495) 917-11-57

Эл.почта: vbtorshin@gmail.com