



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «УГАТУ»)

К. Маркса ул., д. 12, г.Уфа, 450008. Тел.: (347) 272-63-07(347); факс: 272-29-18, e-mail: office@ugatu.su; <http://www.ugatu.su>
ОКПО 02069438, ОГРН 1030203899527, ИНН/КПП 0274023747/027401001

19.12.2019 № 14-78/1416-13

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Врио ректора

канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Уфимский

государственный авиационный
технический университет»



С.В. Новиков

2019 г.

Отзыв ведущей организации

на диссертацию Белкина Василия Сергеевича

«Закономерности физико-химических процессов анодного электролитно-плазменного насыщения стали 20 и титана ВТ1-0 азотом и бором»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Актуальность темы диссертации

Электролитно-плазменное диффузионное насыщение – современный экологичный технологический процесс, позволяющий получать модифицированный поверхностный слой высокого качества без использования вакуумно-плазменного и печного оборудования, что существенно повышает энергоэффективность технологий и снижает стоимость конечной продукции.

Достаточно хорошо изучены процессы азотирования и борирования сталей, описаны механизмы процессов, разработаны модели диффузии насыщающих компонентов под при электролитно-плазменном нагреве детали. Однако до настоящего времени не была решена актуальная задача одновременного насыщения стали бором и азотом при использовании электролитно-плазменного метода, что позволяет получать высокие триботехнические характеристики при сохранении коррозионной стойкости. Применительно к титану и титановым сплавам процесс электролитно-плазменного насыщения менее изучен. Титан широко применяется при изготовлении ответственных деталей в авиации и медицине, поэтому, несмотря на его уникальные свойства, ведутся работы по улучшению характеристик поверхностного слоя. Для повышения износостойкости, микротвердости поверхности, уменьшения коэффициента трения необходимо изучение структуры модифицированного слоя, элементного и фазового состава поверхностных слоев, выявление зависимостей режимов обработки с достигаемыми свойствами. В связи с

этим актуальность темы диссертационного исследования В.С. Белкина не вызывает сомнений.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертация содержит 120 страниц машинописного текста, 40 рисунков, 8 таблиц. Работа состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы из 101 наименования и 1 приложения.

Диссертация написана корректным, технически грамотным языком, имеет логически связанные разделы, а структура и содержание работы соответствуют поставленным целям и задачам исследования.

Научная новизна полученных результатов

Цель исследования и поставленные задачи ориентированы на разработку процессов электролитно-плазменного насыщения низкоуглеродистых сталей и технического титана азотом и бором, изучение структуры, элементного и фазового состава поверхностных слоев, исследование влияния составов электролитов и режимов насыщения на шероховатость поверхности, коэффициенты трения и интенсивности изнашивания материалов, а также их коррозионную стойкость.

1. Научная новизна результатов заключается в том, что автор впервые определил составы водных электролитов для электролитно-плазменного насыщения низкоуглеродистых сталей и титановых сплавов бором и азотом, отличающиеся возможностями реализации многокомпонентного насыщения, что обеспечивает повышение твердости и износостойкости обработанных деталей.

2. Впервые выявлен механизм многокомпонентного насыщения поверхностного слоя бором и азотом, отличающийся учетом взаимодействия процессов диффузионного насыщения, анодного растворения и высокотемпературного окисления в парогазовой оболочке, что позволяет обосновать влияние режимов обработки на структурные характеристики и свойства упрочненных слоев.

3. Впервые установлено, что сопутствующее анодному электролитно-плазменному азотированию титана VT1-0 в водных электролитах при температурах 750-900 °С формирование поверхностного слоя оксидов титана (TiO и TiO₂) снижает глубину азотированного слоя вследствие ингибирования сорбционных процессов и диффузии азота.

4. Впервые разработана модель, описывающая теплообмен при анодной электролитно-плазменной обработке, отличающаяся учетом отвода тепла в атмосферу через непокрытую электролитом часть анода. Предложены критерии подобия процесса, определяющие температуру нагрева и толщину парогазовой оболочки (ПГО): безразмерный параметр, зависящий от выделяющейся в ПГО энергии, и коэффициент отношения тепловых потоков из ПГО в электролит и деталь.

Указанные и другие результаты характеризуются несомненной научной новизной.

Достоверность полученных результатов, обоснованность научных положений и выводов

Достоверность результатов работы обоснована использованием сертифицированного оборудования, современных методов исследования, сопоставления полученных данных с известными работами, непротиворечивостью результатов. Так, структура упрочненных слоев и их фазовый состав исследовались независимыми методами, в частности, металлографическим, рентгеноструктурным и энергодисперсионным методами, что обеспечило высокую достоверность результатов и выводов. Полученные результаты не противоречат известным данным, опубликованным другими авторами, и существующим положениям теории электролитно-плазменной и химико-термической обработки. Положительные результаты практических испытаний разработанных технологических процессов также подтверждают достоверность результатов работы.

Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертации

Механизмы насыщения азотом и бором низкоуглеродистых сталей и технического титана, структурные составляющие упрочнённых слоев, взаимодействие процессов анодного растворения, поверхностного окисления и диффузионного насыщения относятся к важным составляющим, дополняющим теорию электролитно-плазменной обработки. Полученные свойства поверхности при формировании новых структур поверхностного слоя расширяют возможности применения низкоуглеродистых сталей и технического титана.

Практическая значимость диссертации заключается в следующем.

1. Предложены состав электролита для бороазотирования и режимы насыщения низкоуглеродистой стали, позволяющие повысить её микротвердость до 1180 HV, на 40% снизить шероховатость поверхности, увеличить в 5 раз износостойкость и в 4,8 раз коррозионную стойкость.

2. Установлены режимы азотирования технического титана, уменьшающие шероховатость его поверхности от 1,67 мкм до 0,082 мкм, а также повышающие его микротвердость до 400 HV и износостойкость на два порядка в условиях трения со смазкой.

3. Разработаны технологические рекомендации по анодному электролитно-плазменному бороазотированию резьбовой пары, позволяющие повысить ее ресурс в 40 раз и более.

4. Разработана математическая модель, описывающая теплообмен при электролитно-плазменной обработке, позволяющая прогнозировать влияние параметров обработки и геометрии детали на ключевые характеристики анодного нагрева.

5. Результаты работы опробованы и внедрены в ИП «Григорьев Д.Л.» и ГАУЗ «Стоматологическая поликлиника 32 департамента здравоохранения города Москвы», что подтверждено актами, приведенными в Приложении к диссертации.

Результаты работы также использованы в учебном процессе кафедры «Технологии производства приборов и информационных систем управления летательных аппаратов» Института №12 «Аэрокосмические наукоемкие технологии и производства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» при преподавании дисциплин цикла «Физические основы элионных технологий».

Внедрение результатов работы диссертации в производство указывают на высокую практическую значимость проведенного исследования.

Публикации и апробация материалов диссертации

Практически все положения и результаты диссертации опубликованы в открытой печати. По материалам диссертации опубликовано 18 работ, в том числе 6 статей в ведущих научных журналах, входящих в список ВАК и системы цитирования Scopus.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях, где автор выступал с устными и стендовыми докладами.

Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ, при финансовой поддержке Российского научного фонда и Минобрнауки РФ.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты и выводы диссертации рекомендуется использовать в научных коллективах учебных заведений и проектных организаций, занимающихся вопросами поверхностного упрочнения и применением электролитно-плазменных методов. К ним относятся Московский авиационный институт, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, Уфимский государственный авиационный технический университет, Институт прикладной физики АН Молдовы, Институт химии Дальневосточного отделения РАН и др.

Рекомендуется использование результатов и выводов диссертации на предприятиях машиностроительного и авиастроительного профиля, а также на предприятиях медицинской промышленности, изготавливающих металлические имплантаты и инструмент.

Также рекомендуется использование результатов и выводов диссертации в учебном процессе при подготовке студентов и аспирантов по укрупненным группам направлений 15.00.00 Машиностроение, 18.00.00 Химические технологии, 22.00.00 Технологии материалов.

Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации не соблюдается единство терминологии. Например, по тексту диссертации низкоуглеродистая сталь 20 часто называется также малоуглеродистой, а технически чистый титан BT1-0 также называется сплавом BT1-0.

2. В диссертации не приведены сведения о планировании экспериментов, не описаны методы и результаты статистической обработки результатов экспериментов. На большинстве графиков не показаны доверительные интервалы.

3. Не обоснован выбор коррозионных сред для испытаний стали и титана.

4. Утверждение на стр. 82 диссертации, что «ЭПО титана и титановых сплавов изучалась преимущественно в катодном варианте» некорректно, так как процесс микродугового оксидирования титана исследован в сотнях работ, и этот процесс не реализуется без анодной поляризации детали.

5. Было бы интересно рассмотреть закономерность изменения микротвердости и коррозионной стойкости от размера зерна и фазового состава модифицированного слоя.

6. На рисунках в диссертации встречаются подписи и единицы измерения на английском языке, а в тексте – на русском, например, на рис. 8, 9 автореферата, рис. 4.4, 4.12 диссертации.

7. На рис. 4.9 отсутствует график шероховатости поверхности от температуры ЭПБА, указан только уровень шероховатости для необработанных образцов.

8. В диссертации присутствуют опечатки (с. 28, 39, 80, 102, 109).

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

Заключение

Диссертация Белкина Василия Сергеевича на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой законченную научно-квалификационную работу, имеющую важное значение для повышения ресурса деталей из конструкционных сталей и титановых сплавов на основе создания упрочненного поверхностного слоя электролитно-плазменным методом. Все положения и выводы диссертации опубликованы в журналах из перечня ВАК Минобрнауки РФ и доложены на международных и всероссийских конференциях. Требования к публикациям основных научных результатов диссертации, предусмотренные пунктами 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, автором выполнены. Требования, установленные пунктом 14 Положения о присуждении ученых степеней, автором соблюдены. Цитирования оформлены корректно, заимствованного материала без ссылки на источник заимствования не обнаружено. Автореферат диссертации полностью отражает содержание диссертации. Результаты, представленные в диссертационной работе, получены автором лично в процессе научной деятельности.

По научному уровню полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Ф.И.О, заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Отзыв рассмотрен на расширенном заседании кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», протокол № 5 от 2.11.2019 г. На заседании присутствовало 18 членов из 26. Результаты голосования: «за» 18, против – нет, воздержавшихся - нет.

директор Института авиационных

технологий и материалов,

профессор кафедры

технологии машиностроения,

ФГБОУ ВО «УГАТУ» д.т.н., доцент

Докторская

диссертация защищена

по специальности 05.16.01 – Металловедение

и термическая обработка металлов и сплавов

Рамазанов Камиль Нуруллаевич

профессор кафедры

теоретических основ

электротехники

ФГБОУ ВО «УГАТУ» д.т.н., доцент

Докторская

диссертация защищена

по специальности 05.13.06 –

Автоматизация и управление технологическими

процессами и производствами

Парфенов Евгений Владимирович

450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Тел.: (347) 273 06 26 (Рамазанов К.Н.)

Тел.: (347) 272 11 62 (Парфенов Е.В.)

E-mail: ramazanovkn@gmail.com (Рамазанов К.Н.)

E-mail: evparfenov@mail.ru (Парфенов Е.В.)