

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Смирновой Анастасии Николаевны по теме «Влияние технологии нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий на коррозионную стойкость конструкционных сталей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Актуальность темы диссертации

Для повышения ресурса и эксплуатационной надежности поверхности деталей из конструкционных металлических материалов необходимо создать такую структуру поверхности, которая полностью или частично устраняла бы негативное влияние предшествующих технологических процессов и эксплуатационных внешних воздействий. Ионно-вакуумные технологии, в том числе вакуумная ионно-плазменная (ВИП) обработка, в настоящее время рассматриваются как наиболее перспективные для машиностроения, поскольку они позволяют одновременно проводить процессы модифицирования поверхности, нанесения покрытий и осуществлять комбинированную обработку, нивелируя технологическую наследственность от предыдущих этапов обработки поверхности. Проблемами, сдерживающими более широкое применение ионно-вакуумных технологий, являются повышенная трудоемкость процессов подготовки поверхности деталей сложной формы, подготовка их поверхности перед нанесением покрытий, отсутствие объективных критериев и методов контроля состояния поверхности подложки перед нанесением покрытия, а также на различных этапах формирования модифицированных слоёв и покрытий. Диссертационная работа Смирновой А. Н. находится в русле этих актуальных проблем и посвящена разработке критериев оценки режимов ионно-вакуумной обработки, установлению закономерностей защитных свойств поверхности от режимов обработки.

Анализ содержания диссертации

Диссертация Смирновой А. Н. состоит из пяти глав. В первой главе приводится обзорный материал, в котором рассмотрены вопросы физико-химических свойств поверхностного слоя металлических изделий и методы его

модифицирования. Основное место занимают методы вакуумной ионно-плазменной обработки. Достоинством этой главы является исчерпывающий анализ проблемы технологической наследственности, методов очистки и активации поверхности.

Вторая глава посвящена объектам и методам их исследований. В работе использовали образцы из конструкционных сталей 30ХГСА и Ст1сп. Эти материалы выбраны для выявления роли легирующих элементов в процессах взаимодействия плазменных потоков с обрабатываемой поверхностью и их влияния на коррозионную стойкость формируемых поверхностей. Процессы вакуумной ионно-плазменной обработки поверхности проводили на многоцелевой установке РАДУГА ОАО НИАТ. В работе использован широкий взаимодополняющий набор современных методов и оборудования для решения поставленных задач, обеспечивающих воспроизводимость и достоверность полученных результатов.

В третьей главе приведены результаты исследований воздействия ВИП обработки на изменение свойств поверхностного слоя конструкционных сталей. Методами ускоренных коррозионных испытаний модельных образцов из сталей Ст1сп и 30ХГСА в камере соляного тумана определено влияние потоков газовой плазмы на коррозионную стойкость обрабатываемой поверхности с различной технологической наследственностью. Установлено, что степень изменения коррозионной стойкости определяется исходным состоянием поверхности и режимами воздействия плазменных потоков на этапах ее очистки и активации при ВИП обработке.

В четвертой главе представлены результаты исследований воздействия плазменной обработки на структурное состояние и защитную способность монослойных покрытий. Получены и исследованы титановые покрытия. Установлено сильное влияние давления аргона в процессе ВИП на параметры капельной фракции и пористость покрытия. При низком давлении формируется плотное покрытие с высокими защитными свойствами. Важное место в главе занимает исследование зоны взаимной диффузии элементов покрытия системы Ti-N и конструкционной стали. Найдено, в частности, что протяженность зоны взаимной диффузии может составлять 8 мкм при толщине покрытия 8-10 мкм.

Пятая глава посвящена закономерностям формирования многослойных защитных покрытий систем Ti-N и Ti-Zr-N. Легирование Zr позволило улучшить сплошность покрытия, сделать его мелкодисперсным. В результате проведенных исследований создано покрытие, обладающее практически 100% сплошностью и выдерживающее ускоренные коррозионные испытания.

Основные научные результаты. К наиболее значимым результатам диссертационной работы, составляющим ее **научную новизну** следует отнести следующие:

1. Установлено, что воздействие плазменных потоков в процессе ВИП обработки изменяют технологическую наследственность структуры поверхностного слоя конструкционных сталей и может устранять дефектность поверхности после инструментальной обработки.

2. Установлено сильное влияние давления аргона в процессе ВИП обработки на плотность и дефекты монослойного титанового покрытия и его защитную способность, определяемую пористостью покрытия.

3. Установлены закономерности влияния опорного напряжения, тока дуги и давления рабочего газа на кристаллографическую текстуру и формирование зоны взаимной диффузии элементов подложки и TiN покрытия. Показано, что зона взаимной диффузии может быть получена сопоставимой с толщиной покрытия и обеспечивать высокую адгезию покрытия к основе.

4. Путем применения многокомпонентного покрытия Ti-N-Zr получено практически беспористое вакуумное ионно-плазменное покрытие с наилучшей защитной способностью конструкционных сталей

Практическая значимость работы

Разработана экспресс методика ускоренных коррозионных испытаний, позволяющая определить влияние технологических воздействий ВИП обработки на защитные свойства поверхности сталей, на основе которой в ОАО НИАТ разработаны методический материал «Ускоренные коррозионные испытания поверхностного слоя конструкционных металлических материалов в среде соляного тумана» и технологические рекомендации «Комплексная оценка защитных свойств коррозионностойких катодных вакуумных ионно-плазменных покрытий».

Разработано коррозионностойкое вакуумное ионно-плазменное покрытие на основе системы Ti-Zr-N с высокой сплошностью и защитной способностью.

Обоснованность и достоверность основных результатов и выводов обеспечивается корректностью постановки решаемых задач и их научной обоснованностью, применением современных методов и методик исследований, сопоставлением полученных в работе данных с литературными. Основные результаты диссертации обсуждены 11 научно-технических конференциях и семинарах и в полной мере отражены в 26 научных

публикациях, из них 5 статей в журналах из Перечня ведущих научных журналов и изданий ВАК РФ.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В первой обзорной главе была бы уместной рубрика с выводами, обосновывающие постановку задач исследования.
2. Из текста диссертации не ясно, какие размеры имели исследуемые образцы, как контролировали их температуру в процессе ВИП обработки.
3. Автор, не указал значения величины плавающего потенциала для режима получения монослойного покрытия системы Ti-N, являющегося перспективным с точки зрения получения износостойких покрытий на конструкционных металлических материалах при низких температурах процесса.
4. Свойства нитрида титана TiN_x сильно зависят от показателя стехиометрии x , который в пределах гомогенности этой фазы может заметно отличаться от единицы. Ставилась ли задача определения показателя x и его зависимости от условий получения нитрида.
5. Отсутствуют подробности о составе, структуре и методе получения покрытия TiZrN.
6. Основные результаты автора отражены в рецензируемых статьях, приведенных в автореферате. Вместе с тем в тексте диссертации автор ссылается лишь на свои работы только в литературном обзоре, что затруднило сделать заключение о представлении основных результатов в рецензируемых изданиях.

Приведённые замечания, не снижают в целом высокую оценку диссертационной работы. Диссертация написана ясным технически грамотным языком, хорошо оформлена и содержит большое количество экспериментальных результатов, достаточных для их понимания, оценки и использования. Автореферат диссертации достаточно полно отражает основное содержание диссертации. Основные результаты работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Заключение

Диссертация Смирновой А.Н. «Влияние технологии нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий на коррозионную стойкость конструкционных сталей» является законченной научно-квалификационной работой, полученные в ней результаты обладают научной новизной и практической ценностью, их достоверность не вызывает сомнения. По совокупности выполненных исследований, их актуальности, научной новизне и

практической значимости диссертационная работа Смирновой А. Н. полностью удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства РФ №842, 24.09.2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы».


Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры «Технологии производства приборов и информационных систем управления летательных аппаратов»
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Борисов Анатолий Михайлович

29 апреля 2019г.

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4
e-mail: anatoly_borisov@mail.ru
Тел.: +7 (916) 337-59-14

Подпись Борисова А.М. заверяю!
заместитель начальника УКПДО



Иванов Михаил Анатольевич