

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ярославский государственный
технический университет»
(ЯГТУ)**

Московский пр., д. 88, г. Ярославль,
150023

Тел./факс (4852) 44-15-30

E-mail: info@ystu.ru, <http://www.ystu.ru>

ОКПО 02069421 ОГРН 1027600791283

ИНН 7605009467 КПП 760401001

27.11.2020 № 1137/01
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора ФГБОУ ВО
«Ярославский государственный
технический университет»
канд. экон. наук, доцент
Е.О. Степанова

« _____ 2020 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Янсаитовой Миляуши Исмагиловны

«Разработка методики оценки свойств вакуумных ионно-плазменных покрытий при регламентации в нормативной и технической документации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции

Актуальность темы исследования

Нормирование свойств покрытий является многоаспектной задачей, поскольку покрытие наносится на поверхность детали с целью придания каких-либо функциональных свойств, поэтому покрытие следует рассматривать с позиций системного подхода. В настоящее время в действующих стандартах свойства покрытий регламентируются с учетом специфических особенностей технологических процессов их нанесения. С этой точки зрения перечень свойств и диапазоны их численных значений не отражают действительные причины использования покрытий как приема по изменению свойств поверхности деталей. Использование такого подхода основано на использовании принципов и методов практической стандартизации, применяемых при разработке стандартов. Причем такая практика нормирования свойств покрытий применяется для разработки стандартов на различные виды покрытий. В настоящее время назрела острая необходимость разработки научно обоснованных методов, которые

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОЦЕНКЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА
ФГБОУ ВО «ЯГТУ» им. Г.И. Носова»
за № _____
Дата регистрации 03.12.2020
Фамилия регистратора _____

позволяют решить ряд практических задач в области стандартизации свойств покрытий: отражать системные взаимодействия в системе «изделие-покрытие» с учетом технологических особенностей метода нанесения покрытий, а также учитывать их функциональные свойства. Это обеспечит конструкторов и технологов инструментарием по выбору свойств покрытий при разработке различных видов нормативной и технической документации. С этой точки зрения тематика диссертационного исследования является актуальной.

Содержание и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 126 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, включающего 171 источник, содержит 41 рисунок, 14 таблиц и 4 приложения на 24 страницах.

В первой главе диссертации представлен детальный анализ содержания действующих стандартов, регламентирующих свойства покрытий различного назначения и методов нанесения. Отмечены особенности нормирования свойств покрытий в различных видах стандартов. На основании литературных источников проведенный анализ факторов, определяющих свойства покрытий, и системный анализ технологических процессов их нанесения. На основании проведенного комплекса работ корректно сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе представлены результаты теоретического исследования, посвященные установлению функциональных взаимодействий в системе «изделие – вакуумное ионно-плазменное покрытие». В качестве примера соискателем выбраны детали газотурбинного двигателя, на которые наносится покрытие TiN вакуумным ионно-плазменным методом. Соискатель провела анализ действующей конструкторской документации, на основании которого установлены особенности регламентации свойств покрытий в действующей на промышленном предприятии конструкторской и технической документации. В результате соискателем предложена последовательность действий по установлению системных связей в системе «изделие - вакуумное ионно-плазменное покрытие».

В третьей главе подробно рассмотрены особенности взаимодействия отдельных элементов системы «изделие - вакуумное ионно-плазменное покрытие», а также определены те свойства покрытия, которые формируются

и которые определяются тем или иным элементом. Диссертантом корректно использованы различные методы анализа, каждый из которых имеет свое назначение и дополняет получаемые результаты. На первом этапе теоретического исследования определены те свойства вакуумного ионно-плазменного покрытия, которые формируются в ходе технологического процесса его нанесения. Поскольку данный процесс является многостадийным, установлена взаимосвязь этапов формирования покрытия с его свойствами, определяемыми технологическим процессом. Использование функционально-целевого анализа позволило установить взаимосвязь между контролируемыми параметрами технологического процесса нанесения покрытия и его функциональными свойствами, которые необходимы изделию с покрытием как сборочной единицы газотурбинного двигателя быть работоспособным в соответствующих условиях эксплуатации. Оценка значимости свойств проведена с использованием QFD-анализа, проведенного с привлечением группы экспертов, состоящей из ученых ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» и предприятия ПАО «ОДК - Уфимское моторостроительное производственное объединение».

Разработанный на основании проведенных теоретических исследований алгоритм позволяет последовательно выполнить все действия, результатом которых является перечень свойств вакуумного ионно-плазменного покрытия, которые следует нормировать в нормативной и технической документации.

В **четвертой** главе представлены результаты комплекса экспериментов, целью выполнения которых является установление взаимосвязи между расположением обрабатываемых деталей в вакуумной камере и такими важными свойствами покрытия как толщина, микротвердость и его фазовый состав. В диссертационной работе получены как уравнения регрессии, связывающие эти характеристики покрытия, так и результаты прямых измерений этих величин. Как отмечается в тексте диссертации, это было использовано в дальнейшем при разработке технологической инструкции на данный вид покрытия.

Научная новизна результатов диссертационного исследования

В диссертации Янсаитовой М.И. получены ряд результатов, которые следует отнести к научной новизне диссертационного исследования.

1. Установлена системная взаимосвязь между элементами системы «изделие – вакуумное ионно-плазменное покрытие», что позволяет научно обосновать выбор свойств покрытия для регламентации в нормативной и технической документации.

2. Определены связи между функциональными свойствами вакуумного ионно-плазменного покрытия и свойствами, обеспечиваемыми технологическим процессом его нанесения, что позволяет определить перечень свойств покрытия, необходимых для регламентации в нормативной и технической документации с учетом выполняемых изделием с покрытием функций.

3. Получены регрессионные зависимости, устанавливающие влияние расстояния деталей в вакуумной камере от оси потока частиц и катода на микротвердость, толщину и фазовый состав вакуумного ионно-плазменного покрытия, что является определяющим условием обеспечения функциональных свойств покрытия.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования

С практической точки зрения представляют интерес следующие результаты.

1. На основе разработанной структурно-функциональной модели технологического процесса нанесения вакуумного ионно-плазменного покрытия обоснована значимость проведения метрологической экспертизы конструкторской документации, используемой на промышленном предприятии, для определения нормируемых свойств вакуумного ионно-плазменного покрытия, что является элементом комплекса работ практической стандартизации.

2. Показана возможность применения функционально-целевого анализа для элементов «покрытие», «технологический процесс» и «изделие с покрытием» системы «изделие – вакуумное ионно-плазменное покрытие», что позволяет определить системные связи между ними.

3. Построен алгоритм выбора свойств вакуумного ионно-плазменного покрытия для регламентации в нормативной и технической документации, отличающийся использованием различных методов стандартизации, что является гарантией обеспечения универсальности разработанного подхода и возможности его использования для различных видов покрытий.

Несомненную практическую ценность представляет разработанная технологическая инструкция ТИ 257.009-2017 «Вакуумное ионно-плазменное покрытие TiN на цапфу КВД. Требования к нанесению, контроль», которая действует в условиях ПАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение», что подтверждено актом внедрения.

Достоверность и апробация результатов диссертационного исследования

Достоверность результатов исследования подтверждена применением методов системного анализа, принципов и методов практической стандартизации, функционально-целевого анализа, правил проведения метрологической экспертизы документации, метода планирования эксперимента, инструментальных методов измерения микротвердости и толщины покрытия, рентгенофазного анализа фазового состава покрытия.

Степень достоверности результатов исследования подтверждается **апробацией результатов** диссертационных исследований на международных и всероссийских конференциях, проводимых в городах Российской Федерации.

Рекомендации по внедрению результатов диссертационного исследования

Представленная в диссертационной работе Янсаитовой М.И. совокупность научно-практических результатов, а именно подходов, принципов, схем, является веским основанием считать, что результаты и выводы по диссертации являются значимыми для развития стандартизации покрытий различного функционального назначения, и могут быть рекомендованы к применению на промышленных предприятиях, на которых существуют процессы нанесения покрытий, а также в организациях,

занимающихся вопросами разработки нормативной и технической документации, регламентирующей свойства покрытий.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. В главе 1 в таблице 1 диссертационной работы представлены результаты классификации национальных и межгосударственных стандартов на покрытия. При этом в качестве классификационных признаков использовались термины и определения, свойства покрытий и общие требования, технологические процессы нанесения покрытий. Однако ряд стандартов содержат требования к методам контроля, поэтому целесообразно было применять в качестве классификационного признака также и методы испытаний и контроля.

2. Построенные модели в соответствии с методологией функционального моделирования IDEF0 (глава 2) содержат ряд нарушений: имя блоков не является активным глаголом; не правильный ссылочный код в блоках; отсутствие блоков управления «Управлять...», которые должны быть на каждой IDEF0-диаграмме.

3. На рисунке 3.2 (глава 3) в структурной схеме системы «технологический процесс нанесения вакуумного ионно-плазменного покрытия» отсутствует связь с элементом «Предварительная подготовка поверхности изделия перед нанесением покрытия».

4. В главе 4 в таблицах 4.6 и 4.7 не указаны единицы измерения представленных величин.

5. В диссертационной работе отсутствуют экспериментальные данные по влиянию материала изделия на свойства покрытия.

6. В списке литературы представленной в диссертационной работе содержатся учебники и учебные пособия, а также ссылка на сайт с учебными материалами для студентов, которые не желательно применять для научных исследований. Кроме того, в списке литературы (стр. 121, п. 128) приводится ссылка на ГОСТ Р, содержащий методологию функционального моделирования, однако статус этого документа – рекомендации по стандартизации «Р».

Следует отметить, что данные замечания не снижают положительную оценку диссертации Янсаитовой М.И.

Заключение

Диссертация Янсаитовой М.И. на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложена научно обоснованная методика выбора свойств вакуумных ионно-плазменных покрытий для их регламентации в различных видах нормативной и технической документации, что является важным для развития методов практической стандартизации. Исходя из анализа текста диссертации и автореферата, следует, что данная работа соответствует требованиям, изложенным в пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Янсаитова Миляуша Исмагиловна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции.

Диссертация и отзыв на нее обсуждены на заседании кафедры технологии материалов, стандартизации и метрологии, протокол № 3/1 от 24 ноября 2020 года.

Отзыв составлен:

доктор технических наук, доцент,

Иванова Валерия Анатольевна,

директор института инженерии и машиностроения,

диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции «Разработка методологических основ оценки и обеспечения качества литейного кокса».



Подпись

Адрес ФГБОУ ВО «ЯГТУ»:

150023, г. Ярославль, Московский проспект, д. 88

Тел./факс: +7(4852) 40-21-99

E-mail: info@ystu.ru