



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МАТЕРИАЛОВ"

191014, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПАРАДНАЯ УЛ., 8
ТЕЛ.: (812) 271-49-72, 271-32-89
ФАКС: (812) 271-49-72, 710-76-60
HTTP://WWW.CNIIM.COM
E-MAIL: INFO@CNIIM.COM
ОКПО 07529945, ОГРН 107847269045
ИНН/КПП 7842436263/784201001



25.11.2015г. № 191-1018/35



Ученому секретарю

Диссертационного совета
Д411.006.01

Заслуженному деятелю науки РФ,
доктору технических наук

Малышевскому В.А.

191015 г. Санкт-Петербург, ул.
Шпалерная, дом 49

Утверждаю

Первый заместитель
Генерального

директора, заместитель
председателя секции НТС № 2,
доктор технических наук
А.А. Абрамов

«25» ноября 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Геращенко Дмитрия Анатольевича на тему:
«Разработка технологического процесса нанесения покрытий методом
«холодного» газодинамического напыления на основе армированных порошков
системы $Al-Sn+Al_2O_3$ », представляемую на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение
(машиностроение).

Диссертационная работа Геращенко Дмитрия Анатольевича посвящена
актуальной задаче современного материаловедения, а именно разработке

Вх. № <u>3955</u>	Исполнено В ДЕЛО
<u>25.11.2015</u> г.	№ _____
Основн. <u>4</u> л.	подл. _____
Прил. _____ л.	

технологии нанесения функциональных покрытий методом холодного газодинамического напыления с использованием созданных композиционных порошков.

Актуальность работы.

Одним из наиболее перспективных направлений материаловедения является развитие технологий нанесения функциональных покрытий, обеспечивающих защиту поверхности конструктивных элементов от внешних воздействующих факторов, в частности повышение износостойкости пар трения. Использование традиционных подходов к созданию покрытий не способно обеспечить современные требования, выдвигаемые к свойствам поверхности, в частности - к твердости, поэтому разработка технологии создания композиционной структуры с высокими показателями твердости поверхностного слоя является весьма перспективной.

Предложенный автором подход к увеличению твердости поверхностного слоя сопряженных элементов узла трения за счет использования разработанного композиционного порошка с пластичной матрицей, армированной твердыми частицами, в совокупности с реализацией преимуществ технологии его нанесения перспективным методом холодного газодинамического напыления (ХГДН) позволит в значительной степени повысить ресурс.

Таким образом, диссертационная работа Геращенко Д.А является **актуальной** для современного материаловедения как с точки зрения создания новых композиционных порошковых материалов с заданной структурой и заранее прогнозируемыми свойствами, так и с точки зрения оптимизации технологии нанесения защитных покрытий на их основе.

При постановке задач и выборе методов и материала исследования автор выполнил обстоятельный анализ современного состояния в области порошковой металлургии, технологий нанесения покрытий и новых конструктивных решений при эксплуатации специализированного оборудования.

Диссертантом получены **результаты, обладающие существенной научной новизной:**

- разработан и оптимизирован химический состав матричного материала;
- впервые предложен способ получения композиционного порошка системы $\text{Al-Sn+Al}_2\text{O}_3$ с помощью механосинтеза; установлены оптимальные температурно-скоростные параметры процесса напыления;
- определено влияние армирующей компоненты Al_2O_3 на основные характеристики функционального покрытия – адгезионную прочность, микротвердость, пористость;
- использование специально разработанного модуля с программируемой системой дозаторов, обеспечивающего подачу порошковых материалов по заданному закону в поток транспортирующего газа, позволяет получать функционально-градиентные покрытия на основе алюминия, сочетающие высокую адгезионную прочность (до 60 МПа) с высокой микротвердостью периферийных слоев (до 240HV);
- использование композиционных порошков системы $\text{Al-Sn+Al}_2\text{O}_3$ при напылении покрытий позволяет повысить контактные давления в узле трения более чем в пять раз по сравнению с покрытием системы Al-Sn , имеющим гомогенную структуру.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработанной и реализуемой в конкретных проектах нормативной документации:

- «Технологический регламент (инструкция) на опытную партию порошков, предварительно обработанных методом механоактивационного синтеза», 2009 г.;
- «Технология получения композиционных порошковых материалов для метода сверхзвукового ХГДН» (№ 35.378.03.13.ТР от 18.10.2013 г.);
- «Компьютеризированная технология получения композиционных армированных порошковых материалов» (№ 35.378.02.14.ТИ от 25.06.2014 г.);

- «Технологическая инструкция. Процесс получения функциональных покрытий методом сверхзвукового «холодного» газодинамического напыления «ХГДН»;
- Технологический регламент «Процесс нанесения многослойных антикоррозионных покрытий на постоянные магниты методом сверхзвукового «холодного» газодинамического напыления», Технологическая инструкция (РД5.АЕИШ.3447-2007);
- Технологический регламент «Технологический процесс получения функционально-градиентных покрытий с регулируемой твердостью по толщине покрытия» (РД5.УЕИА.3473-2008);
- «Нанесение покрытий», Технологическая инструкция (РД5.УЕИА.3653-2014).

Разработанные материалы и технологии были использованы на предприятиях: ОАО «Уралхиммаш», ООО «Элефант», ОАО «СУ №2», АО «ЦНИИ Курс» при: восстановлении вкладышей подшипников скольжения ДВС газовой электростанции мощностью 4000 кВт; восстановлении посадочных поверхностей подшипников качения крышки демпфера бульдозера Komatsu D65 – EX15; ремонте головки блока цилиндров двигателя A01M-03 передвижной установки АСТ-4А; производстве биметаллических листов сталь – титан и сталь – алюминий для нанесения промежуточного слоя, обеспечивающего высокую адгезию; ремонте радиатора системы охлаждения двигателя Komatsu SAA6D1102E2 экскаватора PC-200.

Полученные положительные результаты диссертационной работы позволили при создании научного нанотехнологического центра ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» оперативно запустить в эксплуатацию современное технологическое оборудование и в соответствии с разработанной технической документацией освоить на нем производство композиционных порошковых материалов методами высокоскоростного механосинтеза и разработать на их основе многослойные и функционально-градиентные покрытия методом ХГДН.

Несомненным достоинством диссертационной работы является получение автором патентов практически на все основные технологические решения, предусмотренные в задачах исследования и реализованные при выполнении плановых тематических работ.

Общая характеристика работы. Диссертационная работа Геращенко Д.А. изложена в соответствии с действующими стандартами. Диссертация объемом 172 страницы состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы, содержит 112 рисунков, 32 таблицы, 154 библиографические ссылки и 4 приложения.

Достоверность результатов обеспечивается использованием для исследований аттестованного аналитического оборудования, воспроизводимостью полученных результатов, корреляцией результатов с результатами других исследователей. Достоверность и эффективность предложенных технических решений подтверждается успешной эксплуатацией образцов готовых изделий с покрытиями в различных областях техники.

Структура и объем работы.

По результатам диссертации опубликовано 25 работ, из них 4 в журналах, рекомендуемых перечнем ВАК РФ. Получено 8 патентов РФ. Разработано: 5 Технологических инструкций, 3 Руководящих документа, 5 Ноу-хау.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Рекомендации по практической реализации результатов.

Разработанная Геращенко Д.А. технология может быть успешно реализована для защиты от механических и коррозионных воздействий ответственных конструкционно-функциональных элементов машиностроения, а также проведения оперативных ремонтно-восстановительных работ, в т.ч. в походных и полевых условиях на металлургических, машиностроительных, судостроительных, автомобилестроительных и авиационных предприятиях, занимающихся проектированием, изготовлением и эксплуатацией, морской, космической, авиационной и других видов техники, в частности: ОАО «ЦКБ МТ «Рубин» (г. Санкт-Петербург), ОАО «СКПБ «Малахит» (г. Санкт-

Петербург), ОАО «ЦТСС» (г. Санкт-Петербург), АО «НПЦ газотурбостроения «Салют» (г. Москва), ОАО НПО «Сатурн» (г. Рыбинск), ОАО НПО «Наука» (г. Москва), ОАО «Климов» (г. Санкт-Петербург), ОАО «Кузнецов» (г. Самара), ОАО «УМПО» (г. Уфа) и других, научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими институтами и ВУЗами, занимающимися разработкой и исследованием в области инжиниринга поверхности и аддитивных процессов: ОАО «Центральный научно-исследовательский институт материалов», ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН» и других, а также для различных учебных программ НИИ и Университетов при подготовке специалистов.

Замечания по работе:

1. Не очень ясно насколько стабилен состав наилучших композиционных порошков, полученных методом чашечного истирания. Как разделить композиционные порошки от отдельных частиц оксида алюминия и спеков. Проводилось ли отделение этих компонентов. В противном случае трудно говорить о стабильности состава и свойств покрытий.
2. Не установлено: какова необходимая толщина твердого слоя в функционально-градиентном покрытии подшипников скольжения при сухом трении с учетом допустимой величины его износа в конкретных описанных случаях применения.
3. Адгезия напыленного подслоя никеля к нержавеющей стали при изготовлении биметалла титан - сталь составляет всего лишь 40 МПа. Не приведена прочность на отрыв компонентов такого биметалла, полученного сваркой взрывом. По данным производителя подобного биметалла ООО «Битруб интернейшл» сваркой взрывом без применения подслоя указанный параметр составляет 250 МПа.

4. Приведенное в работе измерение адгезии покрытия к подложке производилось только с использованием штифтовой пробы (с.61), которая по нашим данным дает завышенный результат.

5. Заключение.

В целом диссертационная работа Геращенко Дмитрия Анатольевича является законченной научной работой, выполненной на современном уровне. Содержание и тема диссертации соответствуют отрасли «технические науки» и научной специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение). Результаты работы вносят значительный научный вклад в развитие современного материаловедения и направлены на решение важнейших практических задач технологий нанесения функциональных покрытий в различных отраслях промышленности РФ. Работа написана хорошим литературным языком, изложенный материал логичен и последователен.

Диссертация «Разработка технологического процесса нанесения покрытий методом «холодного» газодинамического напыления на основе армированных порошков системы $\text{Al-Sn+Al}_2\text{O}_3$ » соответствует требованиям п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842) а её автор Геращенко Дмитрий Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Заключение принято на расширенном заседании секции НТС № 2 АО «ЦНИИМ», протокол № 19 от «18» ноября 2015 г.

Начальник отдела № 191,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник



В.Б. Вихман

Секретарь секции НТС № 2
начальник сектора отдела 124



Е.И. Бобкова