

Отзыв ФГУП ЦНИИ машиностроения
на автореферат диссертации **Геращенко Дмитрия Анатольевича**
«Разработка технологического процесса нанесения покрытий методом
«холодного» газодинамического напыления на основе армированных
порошков системы $Al-Sn+Al_2O_3$, представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 –
материаловедение (машиностроение).

Диссертационная работа Геращенко Д.А. относится к решению важнейшей проблемы в машиностроении – разработке антифрикционных покрытий для пар трения. Основными материалами для получения таких покрытий являются в настоящее время сплавы системы $Al-Sn$, которые позволяют значительно расширить область эксплуатации пар трения путем гибкого регулирования свойств исходных материалов - управления их химическим составом.

При традиционных высокотемпературных методах получения таких покрытий возникают остаточные термические напряжения в сопряженных поверхностях, происходит деградация структуры напыляемого материала и изменение химического состава. Перспективным методом, позволяющим значительно снизить воздействие температурного поля потока является метод «холодного» газодинамического напыления (частицы переносятся в твердом, нерасплавленном состоянии). Метод основан на эффекте формирования прочного металлического слоя при взаимодействии двухфазного сверхзвукового потока с поверхностью за счет образования адгезионных связей между деформированными частицами и подложкой. Для получения покрытий с высокими твердостью и антифрикционными свойствами создается композиционная структура, состоящая из пластичного матричного материала и армирующих частиц, повышающих твердость и износостойкость.

Целью диссертационной работы являлась разработка новых композиционных порошков системы $Al-Sn+Al_2O_3$ и технологии их получения с помощью механосинтеза и создание на их основе функционально-градиентных покрытий с высокой адгезионной прочностью и микротвердостью для пар трения и проведения ремонтно-восстановительных работ машиностроительной техники.

Вх. № <u>4164</u>	Исполнено
<u>09</u> <u>12</u> <u>15</u>	В ДЕЛО
Основн. <u>3</u> л.	№ _____
Прил. _____ л.	подп. _____

Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

1. Определен выбор химического состава матричного и армирующего порошков.
 2. Изучены особенности создания армированных композиционных порошковых материалов, разработана базовая технология получения порошков системы $Al-Sn+Al_2O_3$ путем механосинтеза.
 3. Определены температурно-скоростные параметры гетерофазного потока при получении покрытий методом «холодного» газодинамического напыления и оптимизация режимов напыления системы $Al-Sn+Al_2O_3$.
 4. Установлены закономерности влияния структуры покрытия на микротвердость и адгезионную прочность.
 5. Разработана технология получения многослойных и функционально-градиентных покрытий с регулируемой микротвердостью.
- Автором диссертации получены новые научные результаты:

1. Оптимизирован химический состав матричного материала системы $Al-Sn$ и обосновано введение в его состав цинка в качестве пластификатора.
2. Предложен способ получения композиционного порошка системы $Al-Sn+Al_2O_3$ путем механосинтеза.
3. Определены температура частиц, оптимальная скорость гетерофазного потока и температура торможения газа, обеспечивающих получение беспористых покрытий.
4. Определено влияние армирующей компоненты Al_2O_3 на основные характеристики функционального покрытия.
5. Впервые экспериментально показано, что использование специально разработанного модуля с программируемой системой дозаторов позволяет получать функционально-градиентные покрытия на основе алюминия, сочетающие высокую адгезионную прочность (до 60 МПа) с высокой микротвердостью периферийных слоев (до 240 HV).
6. Установлено, что использование композиционных порошков системы $Al-Sn+Al_2O_3$ при напылении позволяет повысить контактные давления в узле трения более, чем в пять раз по сравнению с покрытием системы $Al-Sn$, имеющим гомогенную структуру.

Полученные в диссертации результаты имеют важное практическое значение. Разработанные материалы и технологии использованы на предприятиях ОАО «Уралхиммаш», ОАО «Элефант», ОАО «СУ №2» и фирмы Toyota.

Автором диссертации использовались современные методы исследования структуры и свойств порошков и покрытий. Интерпретация результатов исследований основывается на современных представлениях о структуре и свойствах гетерофазных материалов, механизмов трения и изнашивания.

Результаты работы докладывались и обсуждались многократно на семинарах, отечественных и международных научно-технических конференциях. Разработка «Универсальный технологический модуль для производства однородных и композиционных порошковых материалов и нанесения наноструктурированных покрытий» награждена дипломом первой степени и золотой медалью на Международной выставке-конгрессе «ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ. ИНВЕСТИЦИИ» 22-25 сентября 2008г., г. Санкт-Петербург.

Автором опубликовано 25 печатных работ, из них 4 статьи в журналах, рекомендуемых перечнем ВАК РФ, получено 8 патентов РФ.

В целом, судя по материалам, представленным в автореферате и публикациях, автор диссертации Геращенко Дмитрий Анатольевич является квалифицированным научным сотрудником, работа выполнена на высоком научном уровне и заслуживает положительной оценки.

Отзыв рассмотрен на заседании подсекции 2-1 НТС ЦНИИмаш (протокол № 28 от 24.11.2015 г.).

Главный научный сотрудник,
доктор технических наук



А.В.Красильников

Подпись Красильникова А.В. удостоверяю
Главный ученый секретарь ФГУП ЦНИИмаш,
доктор технических наук



Ю.Н.Смагин