

ОТЗЫВ

официального оппонента Толочко О.В.

на диссертационную работу

Геращенко Дмитрия Анатольевича

на тему

«Разработка технологического процесса нанесения покрытий методом «холодного» газодинамического напыления на основе армированных порошков системы $\text{Al-Sn+Al}_2\text{O}_3$ », представляемую на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Диссертационная работа Геращенко Дмитрия Анатольевича посвящена изучению актуальной материаловедческой проблемы, связанной с созданием покрытий обладающих высокой износостойкостью. Учитывая современные темпы развития техники, конструкторы выдвигают новые требования к повышению удельных характеристик материалов, в частности к контактным поверхностям пар трения. Одной из важнейших проблем в настоящее время является разработка антифрикционных покрытий. Основными материалами для получения антифрикционных покрытий являются сплавы системы Al-Sn . Действительно, применение технологии нанесения таких покрытий позволит значительно расширить область эксплуатации пар трения за счет гибкого регулирования свойств исходных материалов за счет управления их химическим составом.

Наиболее перспективным методом получения покрытий при минимальном воздействии температурного поля потока, является метод «холодного» газодинамического напыления (ХГДН). Данный метод позволяет наносить покрытия из пластичных материалов (в т.ч. сплавов системы Al-Sn) на поверхности различных изделий, кроме того позволяет получать покрытия с композиционной структурой на основе армированных порошков.

Конкретными задачами диссертанта является: оптимизация химического состава матричного порошка сплава системы Al-Sn ; изучение особенностей

Вх. № <u>3978</u>	Исполнено В ДЕЛО
<u>24</u> <u>11</u> <u>15</u> г.	
Основ. <u>6</u>	№ _____
Прил. _____	л. подп. _____

создания армированных композиционных порошковых материалов системы «Al–Sn+Al₂O₃»; определение температурно-скоростных параметров гетерофазного потока, и оптимизация режимов напыления; установление закономерности влияния структуры на микротвердость и адгезионную прочность; разработка технологии получения многослойных и функционально-градиентных покрытий.

Новизна результатов работы

В диссертации впервые проведены тщательные и систематические теоретические и экспериментальные исследования, направленные на создание как порошковых материалов, так и технологии их нанесения. К наиболее важным и оригинальным результатам, полученным в диссертации, на мой взгляд, следует отнести следующие:

- оптимизирован химический состав матричного материала системы Al-Sn для получения покрытий методом «холодного» газодинамического напыления;
- предложен способ получения композиционного порошка системы Al-Sn+Al₂O₃ с помощью механосинтеза;
- установлено, что температура частиц в гетерофазном потоке при напылении покрытий методом ХГДН из сплавов на основе алюминия не превышает 55°C;
- определено влияние армирующей компоненты Al₂O₃ на основные характеристики функционального покрытия – адгезионную прочность, микротвердость, пористость и показано, что использование для напыления композиционного порошка позволяет повысить микротвердость в 4 раза, при этом снижается адгезионная прочность на 13% и возрастает пористость до 0,8% по сравнению с гомогенным покрытием;
- 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 240HV);

- использование композиционных порошков при напылении покрытий позволяет повысить контактные давления в узле трения более, чем в пять раз по сравнению с покрытием, имеющим гомогенную структуру.

Необходимо отметить реальную практическую полезность работы, включающую освоение нескольких эффективных технологических процессов от стадии получения исходных компонентов – композиционных порошков матричного материала антифрикционного сплава и армирующей компоненты сплава с требуемым химическим и фазовым составом до финишной стадии нанесения покрытий из них. Практическая значимость работы подтверждается рядом выполненных государственных контрактов в результате чего было разработано большое количество технологических инструкций, технологических регламентов и НОУ-ХАУ, кроме того разработанные материалы и технологии использованы на нескольких отечественных предприятиях при выполнении следующих работ: при: производстве биметаллических листов сталь – титан и сталь – алюминий для нанесения промежуточного слоя, обеспечивающего высокую адгезию; 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; ремонте радиатора системы охлаждения двигателя Komatsu SAA6D1102E2 экскаватора PC-200.

Все научные положения диссертации и сделанные по работе выводы логично опираются на достоверные экспериментальные результаты, полученные с помощью современного измерительного оборудования. Результаты диссертационной работы базируются на строгих теоретических подходах, большом объеме экспериментальных исследований разработанных

порошковых материалов и покрытий созданных на их основе.

Оформление диссертации удовлетворительное и оставляет вполне хорошее впечатление.

Диссертация соискателя характеризуется внутренним единством и направленностью, объединена научной идеей. Все результаты, полученные в диссертации, относятся к кругу ранее не решенных вопросов в исследовании формирования покрытий из композиционных порошков методом ХГДН. Положения и результаты диссертации обладают научной новизной и практической значимостью. Содержание диссертации и автореферата соответствуют друг другу. Основные положения диссертационной работы, результаты и выводы достаточно полно отражены 25 работах, из них 4 в журналах, рекомендуемых перечнем ВАК РФ, получено 8 патентов РФ, разработано: 5 Технологических инструкций, 3 Руководящих документа, 5 Ноу-хау., которые имеют высокий научно-технический уровень и полностью отражают основное содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе и автореферату

1. Основным методом исследования порошков после различных типов обработки являлся рентгенофазовый анализ (РФА) и на основании проведённых исследований, в работе делаются выводы о количественном и качественном фазовом составе, а также и о химическом составе и о морфологических особенностях полученных порошков. Такие данные вообще невозможно получить в методом РФА. (стр.69) Напр., «Рентгенофазовый анализ ... показал ... что частицы представляют собой ... алюминии... на поверхности которых присутствуют олово и цинк». В результате корректность применения терминов «механолегирование», «механическая смесь» и т.д вызывает сомнение.

2. В разделах 3.1.1-3.1.2 не приведены дифрактограммы порошков и микрофотографии полученных порошков, в работе вообще не представлены методики количественного рентгенофазового анализа.

3. Не представлены результаты сравнения свойств покрытий с имеющимися аналогами, полученные в работе покрытия сравниваются только между собой.

4. Не очень понятно как в главе 5 определялся коэффициент трения. На стр.123 написано, что «значения коэффициента трения ... определяли при установившемся режиме трения». Однако на рис. 5.29 приведено три области «установившегося» режима трения для одного образца и показано, что момент трения в ходе испытаний меняется примерно в 2 раза.

5. В работе фактически не представлены результаты статистической обработки данных, не приводятся погрешности измерений в табл. 5.2, 5.3, 5.28, 5.30 (рис.14-16 в автореферате) и т.д.

Также есть замечания по оформлению работы, напр., рис.3.4, 5.34 на английском языке, информация, представленная на рисунке 3.4, фактически нечитаема.

Указанные недостатки не снижают значимость диссертационной работы Геращенко Д.А. Содержание автореферата и опубликованных научных трудов достаточно полно отражают материал диссертационной работы. Диссертационная работа Геращенко Дмитрия Анатольевича является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842) а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Заключение

Диссертационная работа Д.А. Геращенко представляет собой законченное научное исследование, которое соответствует паспорту специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение). В соответствии с п. 9 Положения о присуждении ученых степеней её вполне можно

рассматривать как законченную научно-квалификационную работу. По общему объему выполненных исследований и полученных результатов, новизне, актуальности и практической значимости, представленная диссертационная работа, безусловно, соответствует требованиям ВАК, а ее автор Д.А. Геращенко заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент д.т.н.,
доктор технических наук,
профессор кафедры технологии
и исследования материалов

Толочко Олег Викторович

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого»
195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
Тел: +7(812) 5527373, E-mail: ol_tol@hotmail.com

