

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Свиридова Антона Петровича
«Разработка порошковых алюмоматричных материалов для
газодетонационного напыления антифрикционных покрытий»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные
материалы»

Представленная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, основных выводов по диссертации, списка литературы и приложения. Содержит 177 страниц, включая 66 рисунков, 11 таблиц, 1 приложения и список литературы из 152 наименований.

Автореферат отражает содержание диссертации, результаты которой достаточно полно освещены в печати в 16 научных статьях, в том числе 4 в изданиях их перечня ВАК, и 1 статьи в зарубежном издании, апробированы на международных и отечественных семинарах и конференциях.

На основании материалов диссертации, автореферата и публикаций автора работы подготовлен следующий отзыв.

1. Актуальность избранной темы

В связи с повышением требований к надежности и долговечности новой техники, узлы трения которых должны работать в таких тяжелых условиях, как повышенные температуры, высокие скорости скольжения, значительные удельные нагрузки, агрессивные среды и т.п., непрерывно усложняются и повышаются требования к материалам деталей узлов трения, например к паре трения поршень-гильза двигателя внутреннего сгорания.

В связи с этим разработка новых видов антифрикционных материалов, в том числе покрытий, предназначенных для обеспечения бесперебойной работы тяжело нагруженных деталей, является актуальной задачей.

Актуальность темы диссертации подтверждается выполнением научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по Государственному заданию № 11.1085.2017/4.6 Министерства образования и науки Российской Федерации и внедрения результатов исследования в действующее производство двигателей внутреннего сгорания в АО ХК «Барнаултрансмаш».

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Цель работы и решаемые задачи сформулированы обосновано, соответствуют современному направлению развития материалов в области антифрикционных покрытий цветных металлов.

Диссертантом проведены исследования, разработка и внедрение порошковых алюмоматричных материалов для газодетонационного напыления антифрикционных покрытий на юбку поршня двигателя внутреннего сгорания, обеспечивающих износостойкость шатунно-поршневой группы двигателя.

Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи: определение технологических режимов получения порошковой алюмоматричной композиционной смеси с углеродными дисперсными структурами и изучение особенности формирования фазового состава и структуры этой композиционной смеси при совместной механоактивационной обработке исходных порошковых материалов; проведение компьютерного моделирования процесса напыления и разработка рекомендаций получения газодетонационных покрытий из алюмоматричной композиционной смеси с углеродными структурами; исследование физико-механических свойств напыленных покрытий и установление их корреляции со структурно-фазовым составом алюмоматричной композиционной смеси с углеродными дисперсными структурами.

Первый вывод обоснован и соответствует теме диссертации, целям и задачам работы. По результатам предварительных исследований выявлено, что наиболее рациональным соотношением компонентов является 70 % алюминия (об. %) и 30 % углеродных структур. Рациональное время механической активации составляет 7 минут. Выявлено, что введение в смесь карбида бора (порядка 1...1,5 % по объему смеси) хорошо способствует аморфизации композиционной порошковой смеси.

Второй вывод обоснован и соответствует теме диссертации, целям и задачам работы. Результаты моделирования процесса движения напыляемых частиц методом конечных элементов показывают, что в случае применения для процесса газодетонационного напыления порошка на основе алюминия дисперсностью 63...100 мкм скорость двухфазного потока и температура частиц в потоке достигнут рациональных параметров. Выявлена средняя скорость частиц алюмоматричного материала (400 м/с) при заданных параметрах напыления.

Третий вывод обоснован и соответствует теме диссертации, целям и задачам работы. Установлен состав покрытия, обладающего менее выраженной слоистостью по сравнению с другими покрытиями, со средним размером пор порядка 5 мкм, с четкой границей раздела «покрытие-материал», со средней толщиной покрытия - 80 мкм, с диффузированием элементов из покрытия в переходную зону.

Четвертый вывод обоснован и соответствует теме диссертации, целям и

задачам работы. Выявлено, что износостойкость и антифрикционные свойства образцов с разработанными покрытиями намного превосходят свойства стандартного алюминиевого поршневого сплава, комплекс физико-механических свойств покрытий обеспечивает возможность их использования в качестве антифрикционных и износостойких на поршнях двигателей внутреннего сгорания. С точки зрения проведенных исследований по износостойкости и антифрикционности более предпочтительным для использования в качестве покрытий юбки поршня ДВС является использование состава 70% Al + 30% C + V₄C.

Сформулированные в работе научные положения, выводы и рекомендации соответствуют названию, цели и задачам диссертационного исследования.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных в ходе выполнения исследований результатов подтверждается применением проверенных методик исследований свойств композиционных материалов, а также систем компьютерного моделирования.

Первый вывод достоверен, и обладает научной новизной, так как разработанные составы алюмоматричных композитов (70% Al + 30% C, 70% Al + 30% C₆₀, 70% Al + 30% C + V₄C, 70% Al + 30% C₆₀ + V₄C) обеспечивают формирование антифрикционного покрытия газодетонационным способом и выявлена зависимость формирования фазового состава и структуры порошковой композиционной смеси после совместной механической активации алюминия и углеродных структур (фуллерена, углерода) от их типа и концентрации.

Второй вывод достоверен, так как результаты моделирования в программном комплексе AnsysWorkbench и экспериментального определения скоростей движения частиц алюмоматричного композиционного материала коррелируют друг с другом.

Третий вывод достоверен, а так же вытекающие из него рекомендации достоверны и обладают научной новизной, так как результаты формирования фазового состава и структуры покрытий после газодетонационного напыления полученной алюмоматричной композиционной смеси с углеродными дисперсными структурами показали, что, напыленное составом 70% Al + 30% C₆₀ + V₄C покрытие имеет характерную слоистую структуру со светлыми границами между слоями, покрытие довольно однородное, граница раздела «покрытие-материал» четкая, присутствует значительное количество пор, размером преимущественного 1-3 мкм, толщина покрытия порядка 100 мкм. Напыленное составом 70% Al + 30% C + V₄C покрытие обладает менее выраженной слоистостью по сравнению с предыдущим покрытием, средний размер пор составляет порядка 5 мкм, граница раздела «покрытие-материал» четкая, средняя толщина покрытия составляет 80 мкм. В

напыленном составе покрытия $70\% \text{ Al} + 30\% \text{ C} + \text{B}_4\text{C}$ происходит диффундирование бора из покрытия в переходную зону. Величина шероховатости покрытий составляет от Ra 4,16 до Ra 13,94.

Четвертый вывод достоверен, а так же вытекающие из него рекомендации достоверны и обладают научной новизной. Так экспериментально исследованы механические свойства покрытий и их связи со структурно-фазовым составом. Определены величины относительной износостойкости деталей с разработанными покрытиями.

Основные научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертации, не противоречат фундаментальным теоретическим положениям и законам материаловедения, металлургии, физики твердого тела.

Основные научные положения, представленные в диссертации, способствуют развитию комплекса решений, направленных на обеспечение бесперебойной работы тяжело нагруженных деталей

4. Замечания по работе

1. Представляемая к защите диссертация является законченным научным трудом, поэтому применение термина «Разработка...» в теме нецелесообразно.

2. В главе 4, стр. 99 дано излишне подробное описание общеизвестной математической модели, базирующейся на системе нестационарных уравнений Навье-Стокса в их консервативной форме. Достаточно дать ссылки на эти модели.

3. Из диссертации не ясно, зачем устанавливалась корреляционная связь между рассчитанными в ANSYS скоростями движения частиц алюмоматричного композиционного материала в стволе детонационной пушки и экспериментально определенными скоростями движения частиц после среза ствола?

4. Важнейшим параметром качества деталей с покрытиями является прочность сцепления основы с покрытием. Однако данный параметр в диссертации не приведен.

5. В разделе 5.2, стр. 144-145 не приведены результаты эксплуатации поршней с нанесенными покрытиями в двигателе транспортного средства «Поларис».

5. Заключение

Замечания по работе, некоторые из которых носят дискуссионный характер, не снижают теоретическую и практическую значимость диссертационной работы Свиридова А.П., которая выполнена на актуальную тему.

Диссертация Свиридова А.П. является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит решение важной научно-

технологической задачи в области получения порошковых алюмоматричных материалов для газодетонационного напыления антифрикционных покрытий.

Диссертационная работа и автореферат находятся в полном соответствии и по содержанию отвечает паспорту специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы». Результаты работы достаточно полно отражены в научных публикациях и автореферате диссертации.

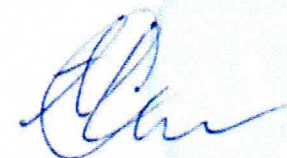
В целом представленная диссертационная работа «Разработка порошковых алюмоматричных композиционных материалов для газодетонационного напыления антифрикционных покрытий», отвечает требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, определенным п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 по специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы». Автор диссертации, Свиридов Антон Петрович заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, доцент, Юргинского технологического института (филиала) Национального исследовательского Томского политехнического университета, кафедра «Металлургия черных металлов», заведующий кафедрой

 Сапрыкин Александр Александрович

652055, Кемеровская область, г. Юрга,
ул. Ленинградская, 26.
Тел. (38451) 77-761
e-mail: sapraa@tpu.ru

Ученый секретарь Юргинского технологического института (филиала)
Национального исследовательского Томского политехнического
университета


Суздальова Марина Анатольевна

28.08.2018