

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе НГТУ

д.т.н., профессор

Алексей Геннадьевич Вострецов



«29» августа 2018 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» на диссертационную работу Свиридова Антона Петровича «Разработка порошковых алюмоматричных композиционных материалов для газодетонационного напыления антифрикционных покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

### **Актуальность для науки и практики**

Представленная диссертационная работа Свиридова Антона Петровича направлена на повышение качества тяжело нагруженных деталей, широко применяемых в машиностроении. Одной из важных задач отечественной промышленности является повышение надежности и долговечности деталей из алюминиевых сплавов, эксплуатируемых в тяжело нагруженных парах трения скольжения. Эффективным средством повышения эксплуатационных характеристик таких изделий являются технологии нанесения антифрикционных композиционных покрытий. Однако используемые для

нанесения покрытий порошковые материалы не обеспечивают в достаточной степени стабильных эксплуатационных характеристик.

Основное внимание в работе уделено разработке порошковых алюмоматричных композиционных материалов для газодетонационного напыления антифрикционных покрытий на поверхности трения тяжело нагруженных деталей машин из алюминиевых сплавов.

Актуальность работы для науки и практики подтверждается тем, что она выполнялась в рамках государственного задания №11.1085.2017/4.6 на НИОКР Министерства образования и науки Российской Федерации, а также внедрением в действующее производство двигателей внутреннего сгорания АО «Барнаултрансмаш».

### **Новизна основных научных результатов и их значимость для науки и производства**

Работа содержит ряд новых научных результатов:

- установлено, что для получения механокомпозитов со структурой кристаллической алюминиевой матрицы с равномерно диспергированными в ней углеродными структурами необходимо использовать не менее 20 % и не более 50 % (об.) С (или  $C_{60}$ ) при времени механоактивационной обработки не менее 7 минут;

- в процессе совместной механической активации порошков алюминия и углеродных структур формируются механокомпозиты сложного строения, состоящие из отдельных кристаллитов алюминия и углеродного компонента с характерными размерами до 1-2 мкм, агрегированные в плотные агломераты с размерами до 30-50 мкм, которые при этом объединены в более крупные частицы с размерами до 150-250 мкм;

- после газодетонационного напыления композиционной смеси состава  $70\% \text{Al} + 30\% \text{C} + \text{V}_4\text{C}$  на подложку из сплава АК21М2,5Н2,5 зафиксировано изменение морфологии основы на глубину вплоть до 0,9 мм. Структура приобретает игольчатый вид с исчезновением крупных частиц первичной фазы. Изменение морфологии подложки приводит к улучшению трибологических характеристик изделия (повышению износостойкости на 15% по сравнению с базовым сплавом, снижение коэффициента трения до 0,015). При напылении состава  $70\% \text{Al} + 30\% \text{C}_{60} + \text{V}_4\text{C}$  изменение структуры основы не наблюдается.

Наиболее значимые практические результаты диссертационного исследования:

1) разработаны технологические условия получения алюмоматричной композиционной смеси;

2) разработанная алюмоматричная композиционная смесь с различными углеродными дисперсными фазами может быть использована для газодетонационного напыления антифрикционных покрытий на детали из алюминиевых сплавов;

3) разработаны рекомендации по газодетонационному напылению антифрикционных покрытий поршней двигателей внутреннего сгорания;

4) результаты диссертационной работы используются в хозяйственной деятельности АО «Барнаултрансмаш» – специализированного предприятия по конструированию и производству судовых, промышленных, транспортных дизелей.

Приоритет разработанных технических и технологических решений подтвержден публикациями в рецензируемых изданиях, докладами на международных и российских конференциях, а также актом внедрения в производственных условиях.

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Представленные результаты триботехнических испытаний образцов с полученными покрытиями и исследование антифрикционных свойств

газодетонационных покрытий показали возможность их использования в для повышения износостойкости поршней двигателей внутреннего сгорания. Разработанные рекомендации по газодетонационному напылению антифрикционных покрытий могут быть использованы для повышения ресурса изделий, эксплуатируемых в условиях трения скольжения.

Считаем целесообразным продолжить работу в направлении выявления механизмов взаимодействия материалов

### Общие замечания

Диссертация Свиридова А.П. выполнена на достаточно высоком научно-методическом уровне. Вместе с тем, имеются следующие замечания:

1. В диссертации отсутствует обоснование выбора составов порошковых композитов.

2. В диссертации в разделе 2.1.2 приведены характеристики установки для детонационного напыления «Катунь М», в которых указан фракционный состав напыляемых порошков: от 10 до 120 мкм, а средние размеры получившихся частиц механокомпозита составляют 100...150 мкм. Не ясно, как напылялся механокомпозит на установке «Катунь М».

3. В научной новизне работы содержится время механоактивационной обработки, которое составляет 7 минут, и пропорции содержания углерода. Это касается конкретных условий механоактивационной обработки, или это может быть распространено и на другие устройства, позволяющие проводить механоактивацию? Из текста диссертации это не ясно.

4. В формулировке научной новизны образование **агломератов** объясняется процессом **агрегатирования** и затем последующего **объединения агломератов** в более крупные частицы. Создается впечатление, что автор диссертации не видит различия между агрегатами и агломератами, в то время

как государственный стандарт «ГОСТ Р 55416-2013/ISO/TS 80004-1:2010 Нанотехнологии. Часть 1. Основные термины и определения» дает четкие и однозначные определения этих терминов.

5. Из текста диссертации не совсем ясно, каким образом изменение структуры основного материала на глубину 0,9 мм приводит к улучшению трибологических характеристик композиции и какую роль оказывает на это улучшение собственно покрытие.

6. В работе не приведены сведения о прочностных характеристиках композиции «покрытие - основной материал».

7. В автореферате имеются опечатки в виде отсутствия пробелов между соседними словами (стр. 5, стр.6, стр.7, стр.23).

### **Заключение**

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы и ее основные положения.

Научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное прикладное значение. Объем и содержание диссертационной работы по степени научной новизны и практической значимости удовлетворяет требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (ред. От 02.08.2016 г.), а ее автор, Свиридов Антон Петрович, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры материаловедения в машиностроении ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» 29 августа 2018 г., протокол № «8».

Заведующий кафедрой материаловедения в  
машиностроении НГТУ, д-р техн. наук,  
профессор



Буров

Владимир Григорьевич