

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Иванова Александра Владимировича «Разработка технологии получения новых композиционных материалов на основе Al–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с использованием реакционного спекания на воздухе порошковых алюминиевых заготовок», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

### **Актуальность темы диссертации**

Композиционные материалы, в состав которых входит тугоплавкий оксид и металл, относятся к классу керметов. Среди большого разнообразия керметов заметную роль играют материалы на основе Al–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Она обусловлена возможностью сочетания в данных композитах положительных свойств, присущих составляющим рассматриваемой керметной пары (высокой твердости, прочности, огнеупорности оксида алюминия, со значительной пластичностью, теплопроводностью и малой плотностью алюминия). Поэтому материалы на основе Al–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> наряду с традиционными алюминиевыми сплавами широко применяются в космонавтике, авиации, автомобильной промышленности и других отраслях, где необходимо сочетание малого удельного веса и высоких прочностных характеристик.

Однако существующие способы получения таких материалов являются, как правило, многостадийными и требуют больших энерго- и трудозатрат. В связи с этим, перспективным является разработка новых технологических подходов для изготовления оксикермета Al–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с использованием простых и энергосберегающих методов.

Поэтому диссертационная работа Иванова А.В., посвященная разработке технологии получения целого ряда новых порошковых композиционных материалов на основе системы Al–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> различного функционального назначения, является весьма актуальной.

## **Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций**

Новизна проведенных автором исследований обусловлена выбором в качестве исходного материала порошка алюминия марки ПАП-2, а в качестве способа консолидации спрессованных частиц – реакционного спекания прессовок на воздухе. Аналогов подобных работ не имеется, что подтверждается получением 7 патентов РФ по результатам исследований. Для достижения поставленной в работе цели - получения КМ различного назначения, диссертанту необходимо было решить ряд проблем, которые не позволяли раньше использовать порошок ПАП-2 в традиционных процессах порошковой металлургии. Главной проблемой использования порошка ПАП-2 являлись его низкие технологические свойства, связанные с высокой дисперсностью и наличием защитной пленки стеарина на поверхности частиц. Порошок обладает в состоянии поставки очень низкой насыпной плотностью (порядка  $0,2 \text{ г/см}^3$ ), «пылит» и из-за наличия защитной пленки не прессуется.

В связи с этим автором предложены, экспериментально проверены и научно обоснованы сразу несколько вариантов избавления от вредного влияния пленки стеарина на порошках и гранулирования исходного порошка с достижением насыпной плотности до значения более  $1 \text{ г/см}^3$ .

Для всех предложенных вариантов грануляции были проведены исследования физико-механических свойств спеченных материалов и выявлены особенности, характерные для каждого вида грануляции.

Особый интерес в работе представляет практическое применение результатов исследований для создания композиционных материалов с различными наполнителями и оценка их функциональных свойств.

Основная **научная новизна работы** состоит в том, что автором впервые предложены способы активной грануляции ПАП-2, обеспечившей помимо улучшения технологических свойств порошка ещё и его модифицирование, а также предложены механизмы этого модифицирования.

**С практической точки зрения** наиболее важным представляется разработка автором технологических процессов получения новых композиционных материалов на основе Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, содержащих в качестве наполнителя дискретные волокна, фрагменты дюралевой стружки, отрезки стального троса, графит, зерна электрокорунда, каолиновые волокна, а также сферолиты технического глинозема, с широким диапазоном свойств для использования в качестве износостойких, антифрикционных, абразивных, ударопрочных, теплоизоляционных и термостойких изделий.

Научная новизна исследований и их практическая значимость с достаточной полнотой отражена в выводах диссертации и практических рекомендациях.

### **Степень обоснованности и достоверности каждого научного положения**

Достоверность и обоснованность основных научных положений и выводов диссертации определяются большим объёмом экспериментальных данных, полученных с использованием различных методов исследований на современном оборудовании.

### **Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям**

Выполнены все требования, предъявляемые к кандидатским диссертациям. Проведен подробный анализ наиболее значимых публикаций, относящихся к теме диссертации, четко сформулированы цель и задачи исследования, выбраны объекты и методы их изучения. Экспериментальные результаты хорошо представлены в виде графиков, таблиц и фотографий структур, и сопровождаются подробным обсуждением. Работа написана

грамотным языком. Диссертация и автореферат содержат требуемые разделы и соответствуют друг другу.

**В качестве недостатков диссертации** следует отметить:

1. На всех графических зависимостях представленных в диссертации не указаны доверительные интервалы, что в некоторых случаях затрудняет однозначную трактовку полученных результатов.

2. Во второй главе в пункте 2.2 Методики исследования не даны ГОСТы на:

а. определение насыпной плотности

б. предел прочности на изгиб

в. Предел прочности на сжатие

Не указан ГОСТ 20899-75 на определение текучести порошковой шихты. Вместо этого введена оценка реологических свойств порошковой шихты – степень утряски и параметр текучести.

3. В диссертации используются не совсем удачные термины такие, как «пустотность» – вместо «пористости».

4. Из диссертации не ясно, на каком технологическом оборудовании проводилось прессование и спекание порошковой шихты.

Отмеченные недостатки не снижают высокий научный уровень диссертационной работы.

В целом, цель и задачи, намеченные в начале работы, автором успешно выполнены. Для их достижения был проведён большой объём экспериментальных исследований, выполненных на современном уровне. В обсуждении результатов обобщены полученные данные, сформулированы общие выводы, соответствующие содержанию работы. Практические рекомендации вытекают из содержания работы.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной для практики задачи - установление влияния способа гранулирования алюминиевого порошка ПАП-2 на физико-механические свойства кермета  $Al-Al_2O_3$ , полученного методом

реакционного спекания на воздухе, и разработка на этой основе технологии получения композиционных материалов различного функционального назначения.


По материалам диссертационной работы у Иванова А.В. опубликовано 9 печатных работ, в том числе 7 статей в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, получено 7 патентов РФ, которые полностью отражают содержание работы.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

### Заключение

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённом Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и соответствует специальности – 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы», а её автор - Иванов Александр Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,  
профессор, д.т.н. Еремеева Жанна Владимировна


  
10.11.2017г.

Подпись Еремеевой Ж.В. удостоверяю,  
Главный ученый секретарь  
Московского Политеха

Колтунов И.И.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский политехнический университет»  
Адрес: 107023, г. Москва, ул. Б.Семёновская, д. 38.

 22.11.2017г.