

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Агуреева Леонида Евгеньевича «Разработка способа получения алюмокомпозитов высокой прочности модифицированием микродобавками порошков наноксидов», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Актуальность темы диссертации

Алюминиевые сплавы и композиционные материалы на их основе широко применяются в космонавтике, авиации, автомобильной промышленности и других отраслях, где необходимо сочетание малого удельного веса и достаточно высоких прочностных характеристик.

Однако постоянное совершенствование машин и механизмов требует поиска новых путей повышения физико-механических характеристик материалов и, в том числе, материалов на основе алюминия и его сплавов.

Одним из таких путей, отнесенных в нашей стране к приоритетным, является применение нанотехнологий. В представленной диссертационной работе это выразилось в использовании при создании композиционных материалов наноразмерных упрочняющих частиц оксидов.

С научной точки зрения актуальность работы состоит в расширении наших знаний о влиянии микродобавок наночастиц оксидов (Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , SiO_2) на структуру и свойства алюмокомпозитов.

С практической точки зрения актуальным является разработка технологии получения ряда композиционных материалов на основе алюминия с повышенными прочностными характеристиками.

Оценка содержания диссертации, научной новизны и практической значимости.

Для достижения поставленной цели в первой главе диссертации автором выполнен подробный анализ существующей научно-технической информации. Проанализированы методы создания дисперсно-упрочненных материалов и теоретические основы упрочнения, включая упрочнение наночастицами в малых концентрациях. Рассмотрены методы получения

наночастиц и практика их использования при создании композитов на основе алюминия.

Во второй главе представлены характеристики исходных материалов, методики исследования и разнообразные современные методы проведения оценки свойств материалов. Здесь следует отметить, что структуру и свойства исходных материалов и полученных в итоге материалов изучали на самом современном оборудовании, в частности: универсальном лазерном приборе измерения размера частиц модели Malvern Zetasizer Nano (ЕС) и анализаторе площади поверхности и размеров пор Nova 1000e (ЕС), оптическом микроскопе Carl Zeiss Axiovert 40 MAT (Германия), растровом электронном микроскопе FEI Quanta 600 FEG (США) и других.

В третьей главе представлены результаты исследований процессов плазмохимического синтеза наночастиц оксидов циркония, алюминия и магния, формуемости и изотермического спекания алюмокомпозитов, а их микроструктуры.

Для плазмохимического синтеза было проведено термодинамическое моделирование синтеза нанопорошков оксида алюминия, оксида циркония и оксида магния, позволившее оценить температуры образования оксидов и сделать вывод о наличии в плазме необходимых условий для синтеза.

Последующее исследование процессов формования и спекания алюмокомпозитов с микродобавками наночастиц позволило автору установить их особенности и предложить оптимальные режимы получения материалов.

Методами металлографии установлено, что средний размер зерна для различных алюмокомпозитов был в интервале 2,9-9,6 мкм. Наименьшее значение соответствовало композиту с 0,1% об. оксида кремния, спрессованному при 400 МПа и спеченному при 650 °С.

В четвертой главе автором исследованы физико-механические свойства порошковых алюмокомпозитов с введенными наноразмерными частицами, а также выполнено моделирование механических свойств алюмокомпозитов с добавками нанопорошков оксидов с применением методов конечных элементов и градиентной теории упругости.

Для полученных порошковых алюмокомпозитов определены зависимости микротвердости, предела прочности на растяжение, сжатие и изгиб от концентрации нанодисперсной добавки.

Установлено, что все указанные показатели существенно увеличиваются уже при введении 0,1 % об. наночастиц.

Показано, что дополнительное легирование алюминиевой матрицы медью дает дополнительный прирост характеристик. Для материала AL-Cu с 0,1 % об. наночастиц оксида алюминия или циркония предел прочности составил более 340 МПа.

В результате проведенных исследований предложен алгоритм оценки характеристик композитов с использованием модели в рамках классической и градиентной теории упругости.

Сопровождение эксперимента теоретическими оценками и численным моделированием с использованием метода конечных элементов является сильной стороной данной работы.

В пятой главе представлены результаты промышленной апробации. На предприятии ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша» были проведены стендовые испытания изделия из разработанного алюмокомпозита, которые подтвердили перспективность материала. Были разработаны технические условия на материал и технологическая инструкция по изготовлению.

Основная научная новизна работы состоит в обнаружении экстремального характера зависимости механических свойств алюмокомпозитов от концентрации оксидных наночастиц в диапазоне 0,01-0,15%об., проявляющийся в максимумах прочности на сжатие, растяжение, изгиб, и обусловленных наличием напряженного поля вокруг частиц в области малых концентраций.

Практическая значимость работы состоит в разработке способа изготовления изделий из порошковых алюмокомпозитов, модифицированных наноразмерными порошками, с повышенными физико-механическими свойствами.

Достоверность и обоснованность основных научных положений и выводов диссертации определяются большим объемом экспериментальных

данных, полученных с использованием различных методов исследования на современном сертифицированном оборудовании и применением статистических методов обработки результатов экспериментов.

Замечания по работе:

1. В литературном обзоре в разделе 1.4 «Современные тенденции создания композитов на основе алюминия,...» на 5-ти страницах приведены многочисленные примеры композитов, упрочненных наночастицами, но каковы же основные тенденции создания композитов автор не сформулировал;

2. Автор утверждает, что введение малых количеств наночастиц (менее 0,5% об.) обеспечивает лучшее их распределение, чем при повышенном содержании (более 1% об.). Обычно считается наоборот. Но даже если это по какой-то причине и так, автор в диссертации это статистически не подтвердил;

3. При обсуждении полученных многочисленных характеристик композитов с микродобавками наноксидов не было осуществлено их сопоставление со свойствами композитов, содержащих более 1% об. наночастиц;

4. В работе имеется ряд опечаток и неточностей в изложении материала. Так, в диссертации указана марка использованной меди – ПМУ (НПО Русредмет), а в автореферате – ПМС-В (НПП «Индустрия»). При этом в методике эксперимента сведения о содержании меди отсутствуют, в тексте работы упоминается содержание меди 1,5% об. или 4% масс., а в общих выводах (пункт 2) и практической значимости уже фигурирует содержание 3% об..

В целом, несмотря на сделанные замечания, цель и задачи, намеченные в начале работы, автором успешно выполнены. Автореферат содержит все основные положения диссертации.

Можно констатировать, что представленная диссертация является законченной научно-исследовательской работой, в результате которой разработан способ получения алюмокомпозитов высокой прочности модифицированием микродобавками порошков наноксидов.

Закключение

Представленная 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 - Агуреев Леонид Евгеньевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент, профессор «МАТИ»-РГТУ
им. К.Э.Циолковского, д.т.н.

 Шляпин С.Д.

Подпись Сергея Дмитриевича Шляпина удостоверяю.
Ученый секретарь диссертационного Совета,
проф., д.т.н.



 Скворцова С.В.

ФГБОУ ВПО «МАТИ - Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского»;
121552, г. Москва, ул. Оршанская, 3, МАТИ,
e-mail: skvorcovasv@mati.ru.