

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Кутжанова Магжана Кайыржановича на тему: «Разработка композиционных материалов на основе алюминия, дисперсно-упрочненных керамическими наночастицами», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук, специальность 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 29 ноября 2023 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 11.09.2023 г., протокол № 13.

Диссертация выполнена на кафедре порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ МИСИС Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Научный руководитель – доктор физико-математических наук Штанский Дмитрий Владимирович, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, главный научный сотрудник Научно-учебного центра СВС МИСиС-ИСМАН (НУЦ СВС), директор Научно-исследовательского центра «Неорганические наноматериалы», НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 13 от 11.09.2023 г.) в составе:

1. Левашов Евгений Александрович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой порошковой металлургии и функциональных покрытий, директор НУЦ СВС МИСиС-ИСМАН, НИТУ МИСИС – председатель комиссии;

2. Еремеева Жанна Владимировна – д.т.н., профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ МИСИС;

3. Кирюханцев-Корнеев Филипп Владимирович – д.т.н., заведующий лабораторией «In situ диагностика структурных превращений» НУЦ СВС, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, НИТУ МИСИС;

4. Шляпин Сергей Дмитриевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Материаловедение и технология обработки материалов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)»;

5. Санин Владимир Николаевич – д.т.н., главный научный сотрудник лаборатории № 5 «Лаборатория жидкофазных СВС-процессов и литых материалов» Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук (ИСМАН РАН).

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное автономное Образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» (ФГАОУ ВО «СФУ»), г. Красноярск.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея о возможности получения металломатричных композитов на основе алюминия, дисперсно-упрочненных наночастицами SiC, SiNO и Al₂O₃, путем комбинации высокоэнергетического размола в шаровой мельнице (ВЭШР) порошковых смесей, их обработку в микроволновой аргоновой плазме и последующего искрового плазменного спекания (ИПС), позволившая выявить качественно новые закономерности фазо- и структурообразования дисперсных и упрочняющих фаз в процессе ИПС, обеспечивающих максимальное повышение прочности композитов на растяжение и сжатие при температурах до 500 °С;

предложены оригинальные суждения о достижении повышенного предела прочности композитов на растяжение и сжатие, а также высокого относительного удлинения при температурах 25, 300 и 500 °С за счет термически-активированного диффузионного взаимодействия в процессе ИПС алюминия с добавками аморфного SiNO с образованием бимодальной микроструктуры, состоящей из микронных и субмикронных зерен Al, окруженных каркасом Al/Al₂O₃/AlN с размером всех структурных составляющих 20-50 нм

разработан новый метод обработки исходных порошковых смесей Al и SiC в аргоновой микроволновой плазме, позволивший получить сферические композитные частицы, состоящие из зерен алюминия и равномерно распределенных упрочняющих наночастиц SiC, которые являются структурным прекурсором для получения композиционных материалов Al/SiC искровым плазменным спеканием

доказана перспективность использования композиционного материала Al-3вес.%Al₂O₃ при температурах 25 °С и 300 °С в публичном акционерном обществе «Туполев» для изготовления днищ поршней двигателей внутреннего сгорания.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

доказаны положения о том, что композиционный материал Al/SiC, полученный искровым плазменным спеканием с использованием порошка, обработанного плазмой, имеет прочность при растяжении на 20% выше, чем при использовании порошковой смеси сразу после ВЭШР, что обусловлено улучшением смачиваемости наночастиц SiC в процессе спекания расплавом Al в результате очистки поверхности частиц SiC от адсорбированных газов при воздействии на порошковую смесь высоких температур и ультрафиолетового излучения, создаваемого плазмой.

изложены условия предотвращения снижения пластичности с ростом прочности композиционных материалов на основе алюминия, предусматривающие создание бимодальной микроструктуры порошковых смесей Al/Al₂O₃, содержащих микронные и субмикронные зерна Al, окруженные металлокерамическим каркасом, состоящим из нанозерен Al и наночастиц Al₂O₃ и AlN, что препятствует движению дислокаций при сжатии, создает поля высоких напряжений и

способствует дополнительному упрочнению композита.

применительно к проблематике диссертации результативно с получением обладающих новизной результатов использован комплекс инструментальных методов исследования (оптическая, сканирующая и просвечивающая микроскопия, рентгеноструктурный фазовый анализ).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработан способ получения композиционного материала на основе алюминия, упрочненного наночастицами карбида кремния (зарегистрировано в депозитарии НИТУ МИСИС ноу-хау № 09-774-2023 ОИС от 18.05.2023);

- в ПАО «Туполев» проведены испытания композиционного материала Al/Al_2O_3 , обладающего одновременно высокой механической прочностью и пластичностью, по результатам которых даны рекомендации к его применению в качестве днищ поршней двигателей внутреннего сгорания.

- разработана и зарегистрирована технологическая инструкция на процесс получения заготовок для втулок из композиционного материала на основе алюминия, упрочненного керамическими наночастицами (ТИ 60-11301236-2023).

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:

Для проведения экспериментальных исследований использовалось современное аналитическое оборудование. Калибровочные кривые и полученные результаты оценивались с помощью статистических показателей. Идея работы основана на анализе мирового опыта в области теории и практики получения порошковых композиционных материалов методом искрового плазменного спекания.

Личный вклад соискателя заключается в анализе научно-технической информации по теме исследования, в получении и обработке экспериментальных данных, анализе и обобщении результатов. Обсуждение и интерпретация полученных результатов, формулировка основных положений, научной новизны, практической значимости и выводов диссертационной работы осуществлялись совместно с научным руководителем и соавторами научных публикаций.

Соискатель представил 12 печатных работ, из которых 3 работы - в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и базы Scopus и Web of Science, 8 докладов на конференциях и 1 ноу-хау.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Кутжанова Магжана Кайыржановича соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основе проведенных автором исследований разработаны новые научно обоснованные технические и технологические решения проблемы получения высокопрочных композитов на основе алюминия, упрочненных SiC , $SiNO$ и Al_2O_3 и работающих в широком диапазоне температур, сформулированы и

экспериментально проверены основные принципы многофакторного влияния структуры, химического состава и способа обработки дисперсной фазы на механические свойства полученного композита, что имеет существенное значение для развития металлообрабатывающей отрасли промышленности страны.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Кутжанову Магжану Кайыржановичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 — «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



Е. А. Левашов

29.11. 2023