

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Кортэ Шакти Тани на тему: «Получение композиционных материалов на основе алюминия с добавками микро- и наночастиц гексагонального нитрида бора», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 15 июня 2022 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 11 апреля 2022 года, протокол №1.

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, главный научный сотрудник НУЦ СВС МИСиС-ИСМАН, заведующий НИЛ «Неорганические наноматериалы», профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ «МИСиС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 1 от 11.04.2022) в составе:

1. Левашов Евгений Александрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой порошковой металлургии и функциональных покрытий, директор НУЦ СВС МИСиС-ИСМАН НИТУ «МИСиС» - председатель комиссии;

2. Петржик Михаил Иванович, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «In situ диагностика структурных превращений», профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ «МИСиС»;

3. Еремеева Жанна Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ «МИСиС»;

4. Ножкина Алла Викторовна, доктор технических наук, научный руководитель лаборатории №1 «Исследование алмазов, синтеза сверхтвердых материалов и оценки соответствия изделий из них» АО ВНИИАЛМАЗ;

5. Шляпин Сергей Дмитриевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение и технология обработки материалов», ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное учреждение науки – Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова РАН (ИСМАН)

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея о возможности получения металломатричных композитов на основе алюминия, дисперсно-упрочненных наночастицами h-BN, путем комбинации высокоэнергетического размола в шаровой мельнице порошковых смесей отдельных элементов и последующего искрового плазменного спекания, позволившая выявить качественно новые закономерности фазо- и структурообразования дисперсных и упрочняющих фаз за счет реакционного взаимодействия матрицы и первичной дисперсной фазы;

предложены оригинальные суждения о механизме упрочнения, обеспечивающем достижение повышенного предела прочности на растяжение и сжатие при температурах

25, 300 и 500 °С, а также высокого относительного удлинения за счет формирования двухуровневой структуры композита, состоящей из микронных зерен Al, окруженных композиционным материалом Al/AlN/Al₂O₃/h-BN с зернами Al размером 120-450 нм и армирующими включениями фаз AlN, Al₂O₃ и h-BN размером 50-100 нм;

доказана перспективность использования комбинации шарового размола и искрового плазменного спекания для получения композиционных материалов состава, соответствующего литейным сплавам Al2014 и Al7075, обладающих высокими механическими и термомеханическими свойствами;

разработана новая экспериментальная методика размола микронного порошка гексагонального нитрида бора в шаровой мельнице в этиленгликоле, обеспечивающая эффективное расслоение частиц с образованием однородных и недеформированных наночешуек h-BN;

доказана перспективность практического использования новых высокопрочных композитов на основе алюминия, упрочненного h-BN, в качестве деталей поршней двигателей внутреннего сгорания (ДВС), выпускаемых на предприятиях ООО «ТПП «Алтай»», ООО ПТП «Поршень» и другие.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о том, что использование смеси бидисперсного нанопорошка Al с включениями микронных частиц Al и наночастиц h-BN позволяет сформировать двухуровневую структуру композита, состоящую из микронных зерен Al, окруженных композиционным материалом с микрозернами Al и армирующими включениями нано фаз AlN, Al₂O₃ и h-BN, что обеспечивает повышенный предел прочности на растяжение и сжатие при температурах 25-500 °С, а также высокое относительное удлинение;

изложены условия образования первичных и вторичных фаз при взаимодействии h-BN с алюминием в процессе шарового размола и искрового плазменного спекания и предложены механизмы повышения прочности алюмоматричных композитов;

выявлены особенности формирования фаз при химическом взаимодействии частиц алюминия с h-BN в процессе шарового размола и искрового плазменного спекания, заключающиеся в том, что выделения фазы AlB₂ формируются внутри зерен Al, а фазы AlN – в виде тонких слоев вдоль границ Al;

применительно к проблематике диссертации результативно с получением обладающих новизной результатов **использован комплекс** инструментальных методов исследования (растровая и просвечивающая электронная микроскопия, Рамановская спектроскопия, рентгеноструктурный фазовый анализ).

изложены доказательства того, что достижение высоких механических свойств дисперсно-упрочненных алюмоматричных композитов с матрицами из сплавов марки Al2014 и Al7075 обусловлено образованием многофазной дисперсной системы, состоящей из интерметаллидных включений в системах Al-Cu и Al-Cu-Mg, h-BN, а также вторичных фаз AlB₂, SiN_x и MgB₂/Mg₃(BO₃)₂, образовавшихся в результате химического взаимодействия h-BN с Al, Si и Mg.

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

В депозитарии НИТУ «МИСиС» зарегистрировано ноу-хау «Способ получения металломатричного композиционного материала на основе алюминия» № 05-457-2022 ОИС от 21 февраля 2022 года;

Разработан композиционный материал Al/h-BN, обладающий одновременно высокой механической прочностью и пластичностью. В компании ООО «КИАМ» проведены испытания разработанных в НИТУ «МИСиС» композиционных материалов. На основе полученных результатов даны рекомендации к их применению в качестве узлов поршней двигателей внутреннего сгорания.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:

Для экспериментальных исследований использовано передовое аналитическое оборудование. Оценка калибровочных кривых и полученных результатов произведена с использованием статистических показателей. Идея работы базируется на анализе общемирового опыта в области теории и практики получения порошковых композиционных материалов искровым плазменным спеканием.

Личный вклад соискателя состоит 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 производилась совместно с научным руководителем и соавторами научных публикаций.

Соискатель представил 9 печатных работ, из которых 4 работы - в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и в базы Web of Science/Scopus, а также 1 ноу-хау.

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

Диссертация Корте Шакти Тани соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней на основании выполненных автором исследований разработаны новые научно-обоснованные технические и технологические решения задачи получения высокопрочных композитов на основе алюминия, упрочненного h-BN, работающих в широком диапазоне температур, имеющие существенное значение для расширения областей применения материалов на основе алюминия.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Корте Шакти Тани 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 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



Е.А. Левашов

15.06.2022