

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бунакова Н.А.

«Особенности микроструктуры и физико-механических свойств композиционного материала на основе алюминия с углеродными нанотрубками, полученного с использованием искро-плазменного спекания», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 — «Физика конденсированного состояния».

Диссертационная работа Бунакова Никиты Андреевича посвящена комплексному исследованию влияния добавления различных концентраций и типов многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) на структуру и свойства алюминиевой матрицы, что является крайне актуальным для авиационной, автомобильной, космической и других отраслей промышленности.

К тому же использованные в работе МУНТ получены методом MOCVD непосредственно при участии автора, что добавляет особую ценность работе. Подтверждена целесообразность использования данных МУНТ в качестве упрочняющей добавки в алюминиевую матрицу, исследована их структура и свойства.

В работе представлены ценные результаты исследований микроструктуры композитов, выявлены новые особенности влияния МУНТ на структуру композитов. Продемонстрировано, что спекание порошка алюминия методом ИПС приводит к разрушению поверхностного оксидного слоя, средний размер фрагментов которого зависит от концентрации МУНТ и увеличивается от 30 до 100 нм. МУНТ преимущественно располагаются по границам зерен алюминиевой матрицы с образованием межфазных локальных пор, размер которых уменьшается от 50 до 3 нм по мере уменьшения концентрации МУНТ.

Установлено, что введение в образец МУНТ, обладающих высокой анизотропной тепло- и электропроводностью, является причиной снижения локальной плотности тока и тепловыделения между частицами металла при ИПС, что приводит к меньшей эффективности разрушения оксидной пленки.

В работе также на основании существующих моделей упрочнения Холла-Петча и Халпин-Цая оценено влияние структурных составляющих композита на механические свойства.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в рецензируемых российских и международных журналах.

К автореферату имеется следующее **замечание**:

1. Работа выиграла бы, если бы было проведено сравнение микроструктур и физико-механических свойств материалов, полученных методом

искро-плазменного спекания и с использованием других технологических процессов.

Тем не менее, это замечание не влияет на важность и значимость полученных соискателем теоретических и экспериментальных результатов.

В процессе выполнения работы решена задача, имеющая значение для развития представлений об особенностях формирования микроструктуры и физико-механических свойств композиционных материалов на основе алюминия при введении в состав многостенных углеродных нанотрубок с последующим искро-плазменным спеканием. Диссертация представляет собой целостную и завершённую научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям ВАК о присуждении ученых степеней, а её автор Бунаков Н.А, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 — «Физика конденсированного состояния».

Главный научный сотрудник,
АО «Государственный научный центр –
Научно-исследовательский институт
атомных реакторов»,
д.т.н., профессор

Калыгин
Владимир
Валентинович

Почтовый адрес организации: Россия, 433510, Ульяновская область,
г. Димитровград, Западное шоссе, д. 9
Тел.: (84235) 7-92-61
E-mail: kalygin@niiar.ru

Подпись Калыгина В.В. удостоверяю.
Ученый секретарь АО «ГНЦ НИИАР»,
к.т.н.

«19» ноября 2020 г.



Ю.А. Валиков

Научная специальность Калыгина: 05.14.03 — Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации