

ОТЗЫВ

научного консультанта д.ф.-м.н. Ходоса Игоря Ивановича на диссертацию Попова Владимира Алексеевича «Разработка способов получения и улучшения свойств композиционных материалов с применением нанопорошков», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.08 «Нанотехнологии и наноматериалы (металлургия)»

Диссертация посвящена разработке и исследованию нанокompозитов с порошкообразными (в том числе, с nanoалмазными) упрочняющими частицами. Практически сразу после открытия nanoалмазов в СССР в 60-х годах прошлого века были начаты исследования их свойств и возможности применения в композитных материалах. Однако, несмотря на проведенные многочисленные эксперименты, широкие потенциальные возможности использования металломатричных композитов с nanoалмазными упрочняющими частицами в достаточной мере не реализованы. Одной из причин этого явилось нахождение nanoалмазов в агломерированном состоянии, снижающем прочностные и иные показатели.

В связи с этим диссертационная работа Попова Владимира Алексеевича, целью которой является разработка новых научно обоснованных способов получения композиционных материалов с применением нанопорошков для повышения механических характеристик, в том числе способов получения композитов с неагломерированными упрочняющими наночастицами, является очень актуальной. Среди задач, которые были определены для достижения поставленной цели получения композиционных материалов с улучшенными свойствами, основной следует признать разработку способов получения металломатричных композитов с неагломерированными nanoалмазными упрочняющими частицами. Поэтому характеристики упрочняющих частиц, их распределения в матрице в работе уделяется большое внимание.

Необходимо отметить, что для проведения исследований был применен комплекс самых современных методик, используемых в настоящее время в

материаловедении, в частности, рентгенофазовый анализ (РФА), ядерный магнитный резонанс (ЯМР), дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС), рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС), а также просвечивающая и растровая электронная микроскопия, причем были использованы самые современные электронные микроскопы, имеющиеся как в России, так и в ведущих зарубежных научных центрах.

Диссертация содержит 6 глав, введение, заключение, список литературы и приложения. Несмотря на то, что работа носит технологический характер, в ней представлены многочисленные исследования структуры и свойств разработанных композитов. Несомненный научный и методический интерес представляют исследования по идентификации неагломерированных наноалмазных частиц размером 4-6 нм в металлической матрице. Примененный автором комплекс методов исследования свидетельствует о широком научном кругозоре, благодаря которому поставленная задача успешно решена. Нельзя не отметить установленный факт значительного снижения начала химической реакции между алюминиевой матрицей и неагломерированными наноалмазными частицами с образование карбида алюминия. Интерес вызывает разработанный способ получения композиционных материалов с применением *in situ* синтеза наночастиц карбида титана непосредственно в металлической матрице при механическом легировании. Отдельно следует отметить, что разработанные композиты имеют высокий потенциал для применения в качестве тонких покрытий, так как неагломерированные упрочняющие частицы имеют чрезвычайно малый размер. Новизна работы подтверждена 12 патентами РФ.

О практической значимости работы говорит, в частности, тот факт, что на основании разработанной технологической схемы получения металломатричных композитов разработана технологическая инструкция ФГУП НИИ НПО «ЛУЧ» ТИ №04-76-09 на изготовление порошков композиционных материалов и компактов. По разработанной технологической

схеме выпущены экспериментальные партии композиционных материалов с металлической матрицей. Следует также отметить, что разработанные способы получения композитов с неагломерированными наноразмерными упрочняющими частицами применены при работе по контракту с компанией «Техналия» (Сан-Себастьян, Испания), выполненного в рамках проекта 7 Рамочной программы Европейского союза, а также при выполнении проекта Министерства образования и науки РФ RFMEFI58716X0030.

Личный вклад автора состоит в постановке целей и задач исследований, выполнения основного объема экспериментальных работ, обработке и анализе полученных результатов, формулировке общих выводов и основных положений, выносимых на защиту.

По материалам диссертации опубликовано 150 работ (полный список публикаций представлен в диссертации в Приложении В), в том числе 1 монография, 3 главы в научных сборниках, 33 публикации в научных журналах, входящих в базы данных Scopus, WoS и перечень рецензируемых научных изданий ВАК (из них 28 публикаций – в Scopus и WoS), 12 патентов Российской Федерации на изобретение, а также тезисы докладов на всероссийских и международных конференциях и семинарах.

Диссертационная работа «Разработка способов получения и улучшения свойств композиционных материалов с применением нанопорошков» является законченным исследованием, соответствующим всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, и Попов Владимир Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук.

Научный консультант,
заведующий лабораторией просвечивающей
электронной микроскопии ИПТМ РАН,
д.ф.-м.н.

Подпись Ходоса И.И. заверяю

Ученый секретарь ИПТМ РАН,
к.ф.-м.н.



Handwritten signature of I.I. Khodos

Ходос И.И.

Handwritten signature of O.V. Feklisova

О.В.Феклисова