

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Дзидзигури Эллы Леонтьевны** «Научно-методические основы исследования кристаллической структуры и свойств нанопорошков переходных металлов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (металлургия)

Исследования малых атомных систем и их свойства уже достаточно продолжительное время вызывают интерес не только с фундаментальной, но и с прикладной точки зрения. Это связано с наличием у них всевозможных интересных свойств, являющихся промежуточными между характеристиками изолированных атомов и конденсированного состояния. Диссертант справедливо отмечает, что «модификация свойств известных материалов при переходе в нанокристаллическое состояние, новые возможности нанотехнологии в создании материалов и изделий из структурных элементов нанометрового размера,- усиливают прикладной и теоретический интерес к наноматериалам». Несомненно, важным является изучение механизма изменения свойств при переходе от наноматериалов к крупнокристаллическим (массивным) материалам. И необходимы систематические исследования промежуточного звена – изолированных наночастиц или компактного твёрдого тела с зёрнами нанометрового размера, что может обеспечить практическую возможность создания материалов с заданными свойствами.

Обоснование соискателем актуальности темы и выбора объекта изучения представляется логичным и убедительным. В цель работы включены: разработка методических основ и экспериментальные исследования размерных характеристик, физических свойств и структуры нанопорошков для получения металлических наноструктур на основе Fe, Ni, Co, Cu, Mo, W, Mg, Pt, Pd с заданными свойствами.

В процессе исследования Дзидзигури Э. Л. разрабатываются различные варианты синтеза ряда наноразмерных материалов и создаются предпосылки создания принципиально новых материалов с заданными свойствами. Это и есть актуальные проблемы материаловедения, требующие современного комплексного подхода, и соискатель в своей работе постоянно демонстрирует своё оригинальное видение каждой очередной проблемы, путей и комплексных способов (методов) решения в сочетании с отличным владением темы (материала) изучаемых объектов. В работе использован широкий набор современных методов эксперимента и исследования продуктов – методы просвечивающей электронной микроскопии, микроскопии высокого разрешения, методы рентгеновской дифрактометрии, метод измерения удельной поверхности порошковых материалов на анализаторе удельной поверхности и пористости, метод фотоэлектронной микроскопии и др. Это обеспечило получение результатов, обладающих достоверностью и принципиальной новизной. И хотя в конкретных задачах диссертации планировалось 5 основных задач: 1) вывод аналитических соотношений ...; 2) разработка, развитие и внедрение методов исследования наноразмерных материалов; 3) экспериментальное исследование дисперсных характеристик, структуры и свойств; 4) установление особенностей свойств нанопорошков металлов, вызванных их размерами, и размерных зависимостей свойств материалов; 5) разработка условий получения нанопорошков металлов с заданными свойствами для практической реализации в различных областях; - диссертантом были проведены более широкие и весомые исследования, компактно представленные в научной новизне и практической значимости автореферата диссертации соискателя.

В результате проведённого исследования диссертантом достигнуты следующие положения научной новизны: 1) «впервые установлены аналитические зависимости между величинами средних размеров частиц нанопорошков, распределённых по логарифмически-нормальному закону распределения», 2) «выдвинута гипотеза о

зависимости физических свойств наночастиц от размера и экспериментально показана зависимость коэрцитивной силы частиц  $Co$  в диапазоне среднеобъёмного диаметра 86-43 нм от размера по закону  $H_c \sim d^{-2}$ », 3) «получены нанопорошки с более совершенной кристаллической структурой по сравнению с крупнокристаллическими аналогами», 4) «измерены величины периодов кристаллических решёток в металлических наночастицах, которые меньше соответствующих значений для массивных материалов на 0,1-0,6% в диапазоне размеров от 20 до 75 нм», 5) «обнаружено у нанопорошков Fe, Ni, Co, Cu, Mo, W уменьшение величины отношения уширений двух порядков отражения от одной плоскости до значений, меньших, чем разрешено кинематической теорией рассеяния».

Практическая значимость очерчена пятью важными достижениями: 1) внедрение в практику обработки рентгенодифракционных данных метода расчёта распределения ОКР по размерам (АО «Научные приборы», Россия); 2) оценивание состава наноразмерного двухкомпонентного твёрдого раствора на основе результатов рентгеноструктурного анализа (патент РФ); 3) разработка метода расчёта толщины однофазной оксидной плёнки на поверхности сферических наночастиц металлов известной дисперсности; 4) выявление оптимальных размерных характеристик и фазовых составов биологически активных наноразмерных порошков на основе Fe, Mg и Cu с ранозаживляющими и антибактериальными лекарственными свойствами; 5) установление оптимальных составов металл-углеродных гетерогенных катализаторов на основе наночастиц твёрдого раствора Pt-Ru в углеродной матрице, обеспечивающих 100%-ную конверсию циклогексана при полной селективности по бензолу. Эти достижения – бесспорное свидетельство реальной практической значимости исследований Дзидзигури Э.Л.

Положения, выносимые на защиту, отражают суть представленной работы, соответствуют поставленным проблемам, целям и задачам. В них (защищаемых положениях) автор изложила подробный план своих основных научных достижений, на которые она хотела бы акцентировать наше внимание, и которые, конечно же, впечатляют большим объёмом выполненной работы. Видно, что классический подход в исследованиях объектов автор успешно сочетает с принципиально новыми решениями проблем. Так, например, в результате определения физико-химических характеристик биологически активных наноразмерных порошков Fe, Mg и Cu (6 защищаемое положение) появляется возможность дополнительного исследования, создания и производства ранозаживляющих и антибактериальных лекарств на их основе (положение 4 практической значимости).

Важным вкладом в исследование свойств нанопорошков переходных металлов является изучение размерных характеристик нанопорошков. Здесь применён безупречный математический аппарат. При изучении размерных зависимостей физических свойств были получены интересные данные, имеющие как фундаментальные, так и прикладные значения. Аналитические зависимости «размер-свойства» лаконично и чётко представлены в таблице 2 автореферата.

Влияние размерного фактора на структуру наноматериалов было исследовано в главе 3 диссертации. Автором подчёркивается, что наноматериалам свойственны особенности, отражающиеся в их кристаллическом строении. Поэтому «исследования структуры являются важным этапом при изучении нового класса материалов».

При определении состава двухкомпонентного твёрдого раствора в наноматериалах Дзидзигури Э. Л. было замечено, что «... большое количество экспериментальных данных показывает, что при переходе в наносостояние происходит изменение периода решётки материала по сравнению с бесконечным кристаллом» и «... один и тот же наноматериал, полученный разными методами, может иметь различные структурные характеристики ...».

Методики и результаты исследования, разработанные в диссертационной работе Дзидзигури Э.Л., изложены в учебных пособиях и предназначены для использования в учебном процессе при преподавании специальных дисциплин студентам и магистрантам.

Общая характеристика и основное содержание работы компактно представлены в автореферате диссертации. Представленная работа своевременна в свете тенденций поиска новых полифункциональных материалов и выполнена с использованием современного высокоточного оборудования; это гарантия высокой востребованности результатов работы как в теоретическом, так и в прикладном плане.

Основные результаты диссертации опубликованы в 68 статьях в журналах, рекомендованных ВАК. По материалам диссертационной работы издано 8 учебных пособий. Личный вклад соискателя в исследования подтверждается как участием в публикациях, так и докладами на научных конференциях и совещаниях.

Работа выполнена на высоком научном и методическом уровне, представляет собой завершённое исследование с чётко поставленными целями, достоверными результатами и выводами. Поэтому, учитывая актуальность диссертационной работы, научную новизну полученных результатов, практическое значение, достоверность данных, широко апробированных в научной печати, на научных конференциях, - считаем, что диссертация Дзидзигури Эллы Леонтьевны является завершённой научно-квалификационной работой, несомненно, соответствующей требованиям к докторским диссертациям, п.9 Положения о присуждении учёных степеней и соответствует специальности 05.16.09 – материаловедение (металлургия) и отрасли – технические науки, по которой она представлена. Автор работы Дзидзигури Элла Леонтьевна достойна присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (металлургия).

Заслуженный деятель науки РФ и РБ,  
главный научный сотрудник лаборатории  
оксидных систем ФГБУН Байкальский институт  
природопользования СО РАН, д.х.н., профессор

Ж.Г. Базарова

Ведущий научный сотрудник лаборатории  
оксидных систем ФГБУН Байкальский институт  
природопользования СО РАН, д.ф.-м.н., доцент

Б.Г. Базаров

Базарова Жибзема Гармаевна, главный научный сотрудник, д.х.н., профессор  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт  
природопользования Сибирского отделения Российской академии наук  
670047, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6, тел. +7(301)2-433362, e-mail:  
[jbaz@binm.ru](mailto:jbaz@binm.ru)

Базаров Баир Гармаевич, ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н., доцент  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт  
природопользования Сибирского отделения Российской академии наук,  
670047, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6, тел. +7(301)2-433362, e-mail:  
[bazbg@rambler.ru](mailto:bazbg@rambler.ru),

26.01.2018 г., г. Улан-Удэ

Подписи Базаровой Ж.Г. и Базарова Б.Г.  
Учёный секретарь БИП СО РАН, к.х.н.



Е.Ц. Пинтаева