

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А.Ю. Колосова «Моделирование процессов коалесценции и спекания в моно- и биметаллических наносистемах», представленной на соискание ученой степени физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Диссертация А.Ю. Колосова посвящена разработке и реализации комплекса методик для изучения закономерностей и механизмов формирования структуры наносистем путем моделирования методом Монте-Карло, а также исследованию структурных превращений и поведения термодинамических характеристик в моно- и биметаллических наносистемах в процессе их взаимодействия при коалесценции и спекании.

В связи с развитием нанотехнологий, требующих направленного поиска наносистем с широким набором физико-химических свойств и функциональных возможностей актуальными являются исследования в области разработки численных и аналитических методов прогнозирования свойств наночастиц и наносистем и протекающих в них процессов. Результаты таких исследований востребованы в современных отраслях науки и техники, прежде всего в физическом материаловедении.

Автором был предложен и апробирован подход к моделированию процессов коалесценции и спекания моно- и биметаллических наночастиц различной формы методом Монте-Карло для изучения поведения эволюции термодинамических и структурных характеристик в процессе их взаимодействия. В работе установлены интервалы эффективной толщины манжеты, в которых она является стабильной и температурный диапазон стабильности для моно- и биметаллических наносистем. Выявлены закономерности формирования дочерних наночастиц металлов и параметры, определяющие характер процессов коалесценции и спекания. Установлены и проанализированы основные механизмы процесса коалесценции, такие как поверхностная диффузия и межзеренная диффузия. Для наночастиц различных металлов (золото, медь, платина) найдены коэффициенты диффузии, а также исследовано влияние вакансий на процессы поверхностной и объемной диффузии. Предложен подход к формированию биметаллической системы Ni–Cu. Причем, анализ по структурным данным выявил тесную интеграцию кристаллических структур Cu и Ni, которые имеют тенденцию образовывать биметаллический сплав. Данный подход может быть использован для разработки эффективных методов синтеза полиметаллических наноматериалов различных по составу композиций. Причем, полученные результаты хорошо согласуются с экспериментальными данными. Найдены диапазоны температур, при которых наноконтакты, соединяющие дорожки наноразмерной по ширине шины, остаются

стабильными по составу и устойчивыми по отношению к разрушению. Определены геометрические и структурные характеристики стабильных наноконтактов между дорожками наноразмерной шины в системах $Au Ag Au$ - и $Au-Al Au$.

Практическая значимость диссертационной работы не вызывает сомнений, поскольку предложенный автором подход уже нашёл практическое применение в процессах спонтанной и управляемой коалесценции, технологии нанопайки, представляющих интерес с точки зрения создания активных и пассивных элементов для наноэлектроники, а также для развития технологии нанокпозиционных материалов. На основе выполненных расчётов установлены границы стабильности биметаллических манжет по различным параметрам, таким, как форма, взаимная ориентация и размер моно- и биметаллических наночастиц и наносистем, размерные и температурные интервалы. Эти результаты являются важными при промышленном внедрении для штатного функционирования устройств на основе наноразмерных элементов.

Считаем, что по научной и практической значимости полученных результатов работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, а ее автор Колосов Андрей Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Главный научный сотрудник лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева – обособленного подразделения федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН), доктор технических наук Палатников Михаил Николаевич

184209, г. Апатиты, Мурманская область, Академгородок 26А, ИХТРЭМС КНЦ РАН.
Тел.(81555) 79395. E-mail: m.palatnikov@ksc.ru

Главный научный сотрудник лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева – обособленного подразделения федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН), доктор физико-математических наук, профессор Сидоров Николай Васильевич

184209, г. Апатиты, Мурманская область, Академгородок 26А, ИХТРЭМС КНЦ РАН.
Тел.(81555) 79194. E-mail: n.sidorov@ksc.ru

Старший научный сотрудник лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева – обособленного подразделения федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН) кандидат химических наук Стародуб Ольга Ростиславна ,

184209, г. Апатиты, Мурманская область, Академгородок/26А, ИХТРЭМС КНЦ РАН.
Тел.(81555) 79297. E-mail: o.starodub@ksc.ru

Подписи доктора технических наук М.Н.Палатникова, доктора физико-математических наук Н.В.Сидорова и кандидата химических наук О.Р.Стародуб заверяю. Ученый секретарь Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН)

Ученый секретарь ИХТРЭМС КНЦ РАН,

К.Т.Н.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-НАУЧНОЕ
ОБЩЕСТВО
СШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИХТРЭМС КНЦ РАН
Т.Н.Васильева