

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Жигалиной Виктории Германовны «Структура углеродных метананотрубок и нанокомпозитов на углеродных носителях по данным электронной микроскопии», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Актуальность диссертационной работы

Диссертационная работа посвящена изучению атомной структуры и электрохимических и транспортных свойств различных видов метананотрубок и нанокомпозитов на основе углерода. Учитывая бурное развитие в последние годы нанотехнологий для создания одностенных углеродных нанотрубок и нанокомпозитов на их основе с уникальными физико - химическими свойствами, актуальность предпринятого исследования не вызывает никаких сомнений.

Структура и основное содержание диссертации

Диссертационная работа В.Г. Жигалиной состоит из введения, пяти глав, выводов и списка литературы из 172 наименований. Работа изложена на 149 страницах, содержит 100 рисунков и 10 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы исследований, сформулированы цель и задачи исследований, приведены положения, выносимые на защиту, описаны структура и объем диссертации.

В первой главе приведен литературный обзор, в котором детально и систематически описаны особенности структуры одностенных углеродных нанотрубок, включая метананотрубки, а также методы их получения. Кроме того, описаны возможности использования наночастиц благородных металлов и электроспиннинговых углеродных нановолокон в качестве каталитических слоев водородных топливных элементов.

Во второй главе представлена важная информация о методиках получения исследуемых объектов: заполненных метананотрубок, функционализированно – декорированных метананотрубок, биметаллические катализаторов на саже, декорированных углеродных нановолокон. Подробно рассмотрены использованные в работе электронно-микроскопические методы их исследования. Представленная в таблице 2.1 информация об использованных приборах и режимах съемки образцов производит очень сильное впечатление. В диссертации продуктивно использовано восемь самых совершенных и высокоэффективных высокоразрешающих электронных микроскопов, включая приборы с коррекцией сферической аберрации и способных работать в низковольтном режиме, а также получать трехмерные изображения методом электронной томографии. Полученные изображения в режиме прямого разрешения анализировались путем сравнения с теоретическими изображениями и их последующей обработки.

В третьей главе подробно проанализирована структура заполненных метананотрубок, где в качестве «заполнителя» использовались одномерные кристаллы CoI_2 , CuI и TbBr_x . Были измерены значения структурных характеристик одномерных кристаллов, в частности степень их деформации в нанотрубках диаметром 1,5 – 1,8 нм, а также их трансформация по мере увеличения диаметра свыше 2 нм. Помимо очень интересных и продуктивных электронно-микроскопических наблюдений для нанотрубок, содержащих CuI и TbBr_x , были проведены измерения методом рамановской спектроскопии, которые показали, что заполнение нанотрубок приводит к появлению полупроводниковых свойств. Объем и значимость результатов, полученных в этой главе, уже являются, с моей точки зрения, достаточными для кандидатской диссертации в целом.

В четвертой главе представлены экспериментальные данные, описывающие структуру углеродных метананотрубок, заполненных платиной и различными видами полимеров (ПЦДА и ПСС), а также биметаллических нанокompозитов Pt-Pd. Обнаружены наночастицы платины, а также ее кластеры в структуре полимера.

Установлены различия в структуре метананотрубок в зависимости от вида полимера. Изучены зависимости стационарных токов окисления метанола на электродах с метананотрубками, содержащими различную концентрацию платины. Представлена картина эволюции биметаллических структур Pt/Pd на саже при уменьшении соотношения металлов. Получена зависимость удельных кинетических токов восстановления O_2 на платине и показано, что максимальный каталитический эффект достигается при использовании биметаллических нанокomпозитов с ультрамалым количеством платины.

В пятой главе представлены результаты изучения структуры нанокomпозитов на основе декорированных углеродных нановолокон диаметром от 50 до 400 нм, содержащих наночастицы платины. Исследованные нанокomпозиты были успешно протестированы в качестве каталитических слоев электродов мембранно-электродного блока водородного топливного элемента.

Наиболее важные научные результаты, полученные в диссертации

1. С помощью современных высокоэффективных методов электронной микроскопии впервые получены основные структурные характеристики перспективных типов углеродных метананотрубок, биметаллических наноструктурных катализаторов и нановолокон.
2. Установлено влияние диаметра углеродных метананотрубок на фазовые превращения, кристаллическую структуру и ее деформацию для одномерных кристаллов, заполняющих нанотрубки.
3. Получены и детально проанализированы модельные каталитические системы нанотрубок, содержащих платину и полимер, а также нанокomпозитов Pt/P. Показано, что максимальный каталитический эффект достигается при минимальном количестве платины (0,5 – 4,0 мкг/см²).

Обоснованность и достоверность полученных результатов.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы подтверждаются большим объемом накопленных экспериментальных данных, их корректной статистической обработкой, применением широкого спектра самого современного экспериментального оборудования, использованием оригинальных теоретических моделей и глубоким анализом полученных результатов в полном соответствии с современными концепциями физики конденсированного состояния.

Научная ценность и практическая значимость работы

Научная ценность работы заключается в получении уникальной информации о структуре и физико-химических свойствах перспективных видов углеродных метананотрубок, нанокompозитов и нановолокон.

Практическая значимость работы заключается в том, что ее результаты позволяют существенно повысить каталитические свойства водородных топливных элементов, а также ряда других важных в практическом отношении транспортных и химических свойств углеродных наноматериалов.

Замечания по диссертации

1. К сожалению, в диссертации не приведена информация о количестве исследованных образцов каждой технологической серии и о воспроизводимости результатов при переходе от одной технологической серии получения объектов исследования к другой.
2. Поскольку в каждой из глав диссертации изучаются различные наноструктурные объекты, следовало бы, помимо общих выводов, сформулировать более детальные выводы по каждой из глав 3-5. Кроме того обзор современных методов электронной микроскопии целесообразно было поместить не в главу 1, а в главу 2, которая посвящена методикам экспериментов.

3. Очень хорошо, что диссертант приводит в тексте диссертации список сокращений, но, по-видимому, более правильным было бы поместить его в начале текста диссертации и расположить сокращения по алфавиту. При формулировке основных выводов следовало воздержаться от использования многочисленной сокращений. Это заметно облегчило бы восприятие важных формулировок. Например, таких как «...платинированные электроспиннинговые УНВ для конкурентноспособного МЭБ высокотемпературного водородно-воздушного ТЭ» (вывод 6 на стр.134).

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Общее заключение

В.Г. Жигалиной выполнено серьезное научное исследование по электронно-микроскопическому изучению атомной структуры и физико – химических свойств различных видов метананотрубок и нанокompозитов на основе углерода, а также надежно установлен ряд важных в прикладном отношении характеристик структуры, обеспечивающих высокий уровень каталитических свойств перспективных наноматериалов. Полученные результаты являются абсолютно новыми, имеют фундаментальное и практическое значение. Они, безусловно, могут быть использованы при выполнении теоретических и прикладных исследований в ряде научных и образовательных организаций России, при чтении лекций по курсу наноматериалов и нанотехнологий, а также при написании монографий.

Автореферат и многочисленные публикации правильно и достаточно полно отражают содержание диссертационной работы. Основные результаты диссертации полностью опубликованы в 15 статьях, из которых 9 - в научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ. Результаты, представленные в диссертации, неоднократно докладывались и обсуждались на авторитетных отечественных и международных научных конференциях.

Диссертация Жигалиной Виктории Германовны является законченным фундаментальным исследованием. В особой степени следует отметить высочайший методический уровень структурных исследований, ни в чем не уступающий современным достижениям мировой науки. По актуальности, достоверности, научно - методическому уровню исследования, научной новизне и значимости полученных результатов диссертация, безусловно, соответствует п.8 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ и паспорту специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния: Ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 -Физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник
кафедры «Физическое материаловедение»
Национального Исследовательского
Технологического Университета «МИСиС»,
доктор физ.-мат. наук, профессор,
тел.: 7(916) 122-19-74
e-mail: a.glezer@mail.ru
адрес: Москва 119049, Ленинский пр., 4



Глезер
Александр Маркович

25.11.2015г.

ПОДПИСАНИЕ
Проректор
по общ
НИТУ



ЗАВЕРЯЮ

И.М. ИСАЕВ