

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Корусенко Петра Михайловича

«Структура азотсодержащих многостенных углеродных нанотрубок, подвергнутых облучению импульсным ионным пучком наносекундной длительности», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Азотсодержащие многостенные углеродные нанотрубки (N-МУНТ) являются объектом интенсивных исследований, что связано с их уникальными физико-химическими свойствами и перспективностью их практического применения в качестве полевых эмиттеров, электродов суперконденсаторов и литий-ионных аккумуляторов, основы композитов. В тоже время, имеются определенные проблемы в получении МУНТ, в частности N-МУНТ, обладающих необходимым комплексом свойств. Одним из способов изменения морфологии, структуры и химического состояния углеродных нанотрубок и, следовательно, их свойств является модифицирование МУНТ посредством импульсных и непрерывных потоков энергии (фотонов, электронов, ионов). При этом относительно мало информации о влиянии импульсно-пучкового воздействия на особенности морфологии и структуры углеродных материалов и полностью отсутствуют данные, связанные с исследованием особенностей изменения структуры и электронного строения МУНТ и N-МУНТ. В связи с этим, тема диссертационной работы Корусенко П.М., посвященная исследованию особенностей изменения структуры N-МУНТ, модифицированных импульсным ионным пучком наносекундной длительности, является актуальной и, имеющей значение для развития физики конденсированного состояния.

Диссертационная работа состоит из введения, основной части, изложенной в трех главах, заключения, списка сокращений, списка литературы. Работа изложена на 168 страницах, содержит 62 рисунка и 11 таблиц. Список цитируемой литературы включает 197 наименований.

Во введении диссертации обоснована актуальность темы и степень ее разработанности, а также определены цель и задачи исследования. Аргументирована научная новизна полученных результатов, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы диссертационного исследования, приведены положения, выносимые на защиту, а также степень достоверности, полученных результатов и сведения об апробации работы.

В первой главе приведен литературный обзор, посвященный дефектной структуре и электронному строению МУНТ и N-МУНТ, модифицированных с использованием термической и плазменной обработки, озонирования, а также с применением непрерывных и импульсных потоков энергии (фотонов, электронов, ионов). На основе проведенного обзора делается вывод о необходимости проведения системного исследования электронного состояния атомов углерода, азота, железа и дефектной структуры N-МУНТ, подвергнутых импульсно-пучковому воздействию.

Вторая глава посвящена методической части диссертационной работы, где подробно описаны условия синтеза и модифицирования исследуемых образцов, а также

методы характеристики N-МУНТ (ПЭМ, СЭМ и КРС), методики получения и обработки РФЭС, XANES данных. В данной главе описана процедура определения плотности слоев N-МУНТ, необходимой для расчета проективного пробега протонов и ионов углерода импульсного пучка. Кроме того, дается оценка температур нагрева поверхностной области слоя N-МУНТ, возникающих при облучении импульсным ионным пучком.

В третьей главе представлены результаты анализа морфологии, структуры и химического состояния атомов углерода, азота, железа в N-МУНТ, подвергнутых облучению импульсным ионным пучком. Показывается, что десятикратное облучение N-МУНТ с плотностью энергии 0.5 Дж/см^2 приводит к значительному увеличению дефектности поверхностных слоев углеродных нанотрубок, что, в частности, связано с ионно-стимулированным формированием новых структур: тонких МУНТ, образований, состоящих из инкапсулированных кластеров железа в графитовой оболочке, а также луковично-подобного углерода. В третьей главе также исследуется химическое состояние атомов азота в N-МУНТ, облученных импульсным ионным пучком при различной плотности энергии. По результатам данных исследований устанавливаются закономерности перестройки в стенках азотсодержащих углеродных нанотрубок пиридиновых и пиррольных конфигураций атомов азота в графитоподобное состояние и разрушения конфигураций азота в N-МУНТ в зависимости от плотности энергии облучения. В последнем разделе третьей главы, показывается изменение концентрации и химического состояния железа (катализатора роста N-МУНТ) и его соединений в образцах углеродных нанотрубок после импульсного ионного воздействия.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, являются новыми, мотивированными и физически обоснованными. Достоверность выводов и интерпретации результатов подтверждается хорошим согласием между выводами, сделанными на основании различных методик рентгеноэлектронных исследований и результатами анализа структуры методами электронной микроскопии, а также воспроизводимостью результатов при неоднократном повторении экспериментов.

К диссертационной работе, однако, имеются несколько замечаний:

1. Не понятна причина выбора в качестве объекта исследования именно многослойных, а не однослойных углеродных нанотрубок, т.к. последние обладают большей сорбционной способностью.

2. Не в полной мере в диссертационной работе рассмотрены механизмы и условия химической активности поверхности многослойных углеродных нанотрубок.

3. Не приведет ли стимулирование импульсным ионным пучком наносекундной длительности поверхности МУНТ к разрушению структуры материала, что скажется на повышении реакционной способности поверхности?

Указанные замечания не снижают научную ценность работы. Полученные в диссертации результаты являются новыми и представляют несомненный научный интерес. Результаты исследования прошли необходимую апробацию на всероссийских научных конференциях, семинарах, школах и совещаниях. По результатам диссертационного исследования опубликовано 19 работ, в том числе 11 статей в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Публикации

по теме диссертации полностью раскрывают положения, выносимые на защиту. Следует также отметить, что автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Полученные результаты работы можно рекомендовать для использования в Институте физики прочности и материаловедения СО РАН и в лаборатории новых материалов и перспективных технологий Сибирского физико-технического института имени академика В. Д. Кузнецова Томского государственного университета для моделирования и прогнозирования свойств исходных и модифицированных углеродных нанотрубок, а также при разработке новых нанокompозитных материалов, в частности, для анодов литий-ионных аккумуляторов, чувствительных матриц газовых сенсоров, эмиттеров.

Считаю, что диссертационная работа П. М. Корусенко «Структура азотсодержащих многостенных углеродных нанотрубок, подвергнутых облучению импульсным ионным пучком наносекундной длительности» соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Корусенко Петр Михайлович, заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент

научный сотрудник лаборатории физики нелинейных сред
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки ИФПМ СО РАН,
кандидат физико-математических наук
(01.04.07 – Физика конденсированного
состояния)

Пономарев Александр Николаевич

27.10.2017

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, адрес: 634055, г. Томск, просп. Академический, 2/4; телефон: +7 (3822) 49-18-81;
E-mail: root@ispms.tomsk.ru; адрес сайта: <http://www.ispms.ru>

Подпись Пономарева Александра Николаевича удостоверяю

Ученый секретарь ИФПМ СО РАН
кандидат физико-математических наук



Матолыгина Наталья Юрьевна