

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Городецкого Дмитрия Владимировича «Микроструктурированные массивы углеродных нанотрубок для автоэмиссионных катодов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Диссертационная работа Д.В. Городецкого посвящена созданию и исследованию структурированных автоэмиссионных катодов на основе массивов ориентированных УНТ и определению влияния микро- и макроструктуры катода на его автоэмиссионные свойства. Понижение коэффициента эффективного усиления, обусловленного уменьшением глубины проникновения электрического поля во внутренние слои массивов УНТ, ограничивает применение сплошных и плотных массивов углеродных нанотрубок в качестве автоэмиссионных катодов. Кроме того, в настоящее время недостаточно полно изучено влияние ионно-плазменных видов модифицирования на структуру и эмиссионные свойства углеродных нанотрубок. Поэтому разработка новых способов формирования полевых катодов на основе разреженных островков ориентированных УНТ, а также исследование процессов, приводящих к изменению автоэмиссионных характеристик и стабильности работы эмиттеров в условиях технического вакуума, является актуальной научной и прикладной задачей.

В диссертационной работе использованы новые и оригинальные подходы при формировании разреженных микроструктурированных массивов ориентированных УНТ. Автор работы совместно с коллегами разработал и внедрил в конструкцию CVD реактора систему визуального контроля синтеза массивов углеродных трубок, которая позволяет контролировать высоту растущего массива в режиме реального времени. Разработан способ формирования структурированных разреженных массивов УНТ с применением методов теневой литографии. Показана возможность использования инфракрасного лазера высокой мощности для направленного профилирования сплошных массивов углеродных нанотрубок. Для изучения автоэмиссионных характеристик катодов на основе периодических микроструктурированных массивов была разработана и создана измерительная установка. Проведенные измерения показали, что катоды, полученные на основе разреженных структурированных массивов УНТ, демонстрируют повышение пространственной однородности автоэлектронной эмиссии и снижение порога ее включения, по сравнению с катодами на основе плотных массивов углеродных трубок. Исследовано влияние обработки УНТ в водородной плазме низкого давления на структуру и автоэмиссионные свойства катодов. Для характеристики структуры объектов исследования автор работы использовал комплекс современных методов анализа (ПЭМ, СЭМ, КРС, РФЭС, NEXAFS) в том числе, основанных на применении синхротронного излучения.

Достоверность результатов исследований основывается на высоком экспериментальном уровне проведения работы, применении современного оборудования. Полученные в диссертации результаты прошли апробацию на профильных российских и международных конференциях и в полном объеме опубликованы в рецензированных научных изданиях, входящих в международную базу научного цитирования Web of Science.

Таким образом, диссертация является законченной работой, выполненной на высоком научном уровне и удовлетворяет требованиям ВАК РФ (п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013) предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Городецкий Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Авторы отзыва согласны на обработку персональных данных.

Доктор физико-математических наук, профессор,  
заведующий лабораторией физики наноматериалов  
и гетероструктур

Омского научного центра  
Сибирского отделения РАН

05.02.2019

644024, г. Омск,

Пр. К. Маркса, 15;

Тел. +7 (3812) 36 17 36

Болотов Валерий Викторович

Кандидат физико-математических наук,  
младший научный сотрудник  
лаборатории физики наноматериалов  
и гетероструктур

Омского научного центра  
Сибирского отделения РАН

05.02.2019

644024, г. Омск,

Пр. К. Маркса, 15;

Тел. +7 (3812) 36 17 36

Несов Сергей Николаевич

Подпись Несова С.Н. и Болотова В.В. заверяю

Ученый секретарь

Омского научного центра  
Сибирского отделения РАН  
кандидат химических наук

Карымова Р.Х.