

Отзыв  
об автореферате диссертации Е.О. Попова  
«Методика и результаты исследования  
многоострийных полевых эмиттеров большой площади»  
на соискание учёной степени доктора физико-  
математических наук  
по специальности 01.04.04 – физическая электроника

К настоящему времени накоплена обширная экспериментальная и теоретическая информация об электронной структуре и физико-химических свойствах фуллеренов и углеродных нанотрубок. Однако изменения свойств этих объектов при использовании их в качестве углеродных нанонаполнителей для композиционных материалов исследованы мало. Несмотря на недостаточность информации в этой области, проведенные исследования показывают, что введение углеродных наночастиц в полимеры кардинально меняет их тепловые, механические, эмиссионные и прочие свойства. Эти изменения могут определяться степенью дисперсности частиц наполнителя и химической природой полимерной матрицы. Прямые экспериментальные методы исследования (времяпролетная масс-спектрометрия нейтральных молекул в сочетании с автоэмиссионными методами), позволяют получать информацию об этих механизмах. Проводимые исследования важны для развития будущих методов получения и оптимизации композитов полимер-углеродные наночастицы, в первую очередь, для создания эффективных электронных полевых эмиттеров.

Е.О. Попов предложил и осуществил уникальную методику исследования эмиссионных свойств углеродных наноструктур путём одновременной записи вольтамперных характеристик и кинетики выделения летучих продуктов по данным времяпролетной масс-спектрометрии нейтральных молекул. С его участием создана новая специализированная экспериментальная установка на базе времяпролетного масс-спектрометра нейтральных молекул отражающего типа для анализа макромолекулярных реакций, сопровождающих автоэлектронный процесс в эмиттерах, изготовленных на базе композиции полимер-углеродные нанотрубки. Разработана собственная методика исследования вольтамперных характеристик в динамическом режиме методом сканирования высоким напряжением с различной частотой, с одновременной многоканальной записью вольтамперных характеристик на персональном компьютере и последующей их обработкой при помощи программы LabView.

Как следует из автореферата диссертации, превосходные транспортные свойства некоторых проводящих органических полимеров могут использоваться для создания полевых катодов. В работе показано, что это относится к некоторым несопряжённым нелегированным полимерам, нанесённым на плоский металлический электрод. Как показывает опыт, полимерные плёнки в качестве материала эмиттера демонстрируют хорошую адгезию к металлическим подложкам и устойчивость к вакуумным разрядам и термодеструкции. Более того, эмиттеры на основе полимерных плёнок не ухудшают вакуумных условий (в стабильном режиме). К новым данным относятся синхронно зарегистрированные зависимости от времени: напряжения, тока эмиссии и интенсивности летучих продуктов для трёх типов нанокомпозитных эмиттеров на основе нитроцеллюлозы, полистирола и полиметилакрилата. Одним из важных практических достижений в работе, являются достигнутые рекордные макроскопические плотности тока с использованием композита полимер-углеродные нанотрубки.

Автореферат написан ясным и понятным языком, полностью раскрывает содержание диссертации. Результаты работы опубликованы в профильных журналах и апробированы на ведущих конференциях по тематике диссертации.

Диссертация, безусловно, представляет интерес не только для специалистов в области полевой эмиссии, но и для широкого круга специалистов в смежных областях, масс-спектрометрии, физики и химии полимеров.

Из содержания автореферата можно сделать вывод о том, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК к докторским диссертациям, изложенным в пунктах 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор – Евгений Олегович Попов – заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.04 - физическая электроника.

Бронников Сергей Васильевич,  
доктор физико-математических наук  
по специальности 02.00.04 – физическая химия,  
профессор,  
заместитель директора по научной работе  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Института высокомолекулярных соединений  
Российской академии наук,  
199004 Санкт-Петербург, Большой пр. В.О., 31  
Тел. +7 812 3231070  
e-mail: [bronnik@hq.macro.ru](mailto:bronnik@hq.macro.ru)

«02 » февраля 2021 г.