

УДК 537.533.2

И.В.Парыгин (4 курс, каф. ФЭ), А.В.Архипов, к.ф.-м.н., доц.

РАБОТА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ КАТОДОВ В УСЛОВИЯХ ИМПУЛЬСНЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

ABSTRACT: Field emission from nanocarbon films was investigated experimentally for the conditions of high-voltage vacuum tubes: high voltage (up to 40-45 kV, dc or/and pulsed) applied to a wide (1.5-5 mm) planar gap in technical vacuum. Emission characteristic were demonstrated to be different (worse) than the ones measured and 100- μ m gaps correspondingly lower applied voltages. Substantial delay (a few μ s) of emission current pulses relative to the pulses of voltage was observed, which can be considered as reversible activation of the emitter by its own current.

Быстрый прогресс в области создания современных наноуглеродных материалов (то есть, материалов на основе фуллеренов, нанотрубок, а также нанокристаллов алмаза и графита) привел в последние годы к созданию пленочных распределенных автоэммиттеров с великолепными характеристиками – высокой плотностью отбираемого тока, малыми рабочими напряжениями, хорошей временной стабильностью и т.д. Использование таких материалов, в частности, при создании приборов вакуумной электроники представляется чрезвычайно перспективным. Однако, условия работы катодов таких приборов отличны от тех, в которых обыкновенно измеряются эмиссионные характеристики наноуглеродных пленок. Целью данной работы является экспериментальное изучение поведения различных типов углеродных автоэммиттеров в условиях, типичных для приборов вакуумной электроники.

Для испытаний были выбраны углеродные пленки различной структуры: 1) нанотрубки, выращенные на поверхности кремния; 2) порошок т.н. астроленов (одна из фракций многослойных фуллеренов), прессованных с использованием керамической матрицы; 3) порошок “SiC -Si”, полученный химическим вытравливанием кремния из его кристаллического карбида, нанесенный на фольгу на кислотном биндере либо методом электрофореза; 4) мелкодисперсный порошок графита (аквадаг) на металлической фольге. Измерения проводились в широком (1.5-5 мм) квазиплоском зазоре между катодом и анодом экспериментального прибора. Испытываемые образцы помещались в отверстия катодного электрода, таким образом, что ток отбирался с участка плоской поверхности площадью около 0.1 см². Для измерения плотности тока эмиссии служил зонд, расположенный за отверстием в аноде. Прикладываемое высоковольтное напряжение величиной до 40-45 кВ могло быть как постоянным, так и импульсным.

В результате работы продемонстрировано, что для условий эксперимента различие между эмиттерами различных типов относительно невелико: заданное значение эмиссионного тока достигается при напряжениях, различающихся не более, чем вдвое, что сравнимо со значениями разброса между образцами одного типа. Максимальные значения тока эмиссии ограничиваемые развитием пробоя в высоковольтном зазоре, оказались существенно меньшими (на 1-2 порядка), чем для тех же образцов при испытаниях в зазоре, составлявшем несколько сотен мкм. Для импульсного режима измерений предельные токи были большими, чем для непрерывного режима. Особый интерес может вызвать явление задержки появления эмиссионного тока по отношению к фронту импульса напряжения, составлявшая несколько микросекунд. По-видимому, можно говорить об обратимой активировке эмиттера собственным током, механизм которой может быть связан как с

изменением геометрии эмиттирующей области, так и с изменением ее температуры либо работы выхода (например, в результате десорбции покрытий).

Выводы: Результаты проведенных экспериментов показали, что в специфических условиях высоковольтных вакуумных электронных приборов эмиссионные параметры нанокуглеродных пленок могут заметно отличаться от таковых, полученных для узких зазоров. Наблюдавшееся явление задержки эмиссионного тока может представлять интерес как само по себе, так и как предоставляющее дополнительные возможности изучения процесса установления стационарного режима эмиссии.