Генерация ренгеновского излучения в CERA-RX(C) при пониженном давлении

А.А. Балмашнов, А.В. Калашников, В.В. Калашников, С.П. Степина, А.М. Умнов

РУДН, Москва, РФ, abalmashnov@rambler.ru

Экспериментально установлено, что при низком давлении рабочего газа в CERA-RX(С) [1] (менее 5·10-5 Тор) и СВЧ мощности (2,45 ГГц) поступающей в резонатор менее 0,2 Вт при положительном потенциале на осевом электроде резонатора (более 10 В) регистрируется рентгеновское излучение ( 70 mР/ч) с энергией квантов до 15 кэВ, а при отрицательном - оно отсутствует. Было сделано предположение, что в условиях генерации рентгеновского излучения существенную роль в наработке электронов играют приэлектродные эффекты на торцевых стенках резонатора – вторичная электронная эмиссия. С целью подтверждения данного предположения вблизи одной из торцевых стенок резонатора был расположен эмиттер электронов (3х1мм2), способный перемещаться в радиальном направлении без нарушения резонансных характеристик системы. Установлено, что оптимальному условию генерации рентгеновского излучения соответствует область, отстоящая от оси резонатора на расстоянии (1,7-1,9) см, интенсивность излучения зависит от тока эмиссии и потенциала на нем относительно корпуса источника.

Вычислительный эксперимент осуществлялся методом частиц в ячейках, как с учетом наличия ионной компоненты (для случая отсутствия эмиттера электронов), так и без их учета (эмиттер электронов присутствует) по следующей схеме: равномерно в области ЭЦР располагались холодные ионы и электроны с энергией 1 эВ и случайной фазой вращения, включение СВЧ электрического поля (200 В/см) сопровождалось нагревом электронов, их высадкой на электрод-мишень, а также на торцевые стенки резонатора. Считалось, что с торцевых стенок эмитируются электроны (коэффициент размножения 1,2). Вычисления показали, что область локализации высадки электронов является кольцевой с радиусом (1,85 – 1,95) см, вторичные электроны поступают в область ЭЦР взаимодействия, нагреваются, частично высаживаются на электроде-мишени и частично дрейфуют в сторону торцевых стенок. Рассматриваемая система достаточно быстро выходят на стационарный уровень. Для случая внешней инжекции электронов при проведении расчетов предполагалось, что она происходит с постоянной скоростью из локальной области торцевой стенки, соответствующей высадке электронов в случае ЭЦР разряда. Установлено, что стационарный режим высадки частиц на электрод-мишень реализуется через (4-8)·10-7с. после включения СВЧ поля, их поток в область торцевых стенок значительно меньше, чем в случае ЭЦР разряда, при этом спектр энергий является достаточно узким и находится в области (9 – 13) кэВ.

Вывод. Представленные результаты показывают возможность создания энергетически эффективного, компактного генератора рентгеновского излучения, представляющего собой электронный вакуумный прибор.

Литература

1. Балмашнов А.А., Калашников А.В., Степина С.П., Умнов А.М. Прикладная физика. 2011, №6, с.100