влияние пульсирующего электрического поля с частотой 12,5 МГц на ЭЦР нагрев в cera-rx(c)

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

РУДН, Москва, РФ, [abalmashnov@rambler.ru](mailto:abalmashnov@rambler.ru)

Проведен вычислительный эксперимент (3D численное моделирование) влияния пульсирующего электрического поля на нагрев электронов плазмы в условиях ЭЦР для конфигурации СВЧ электрического (2,45 ГГц) и стационарного магнитного полей, реализуемых в генераторе рентгеновского излучения CERA-RX(C) [1]. Трехмерная численная модель разработана на основе метода частиц в ячейке. Вычисления осуществлялись по схеме, описанной в работе [2]. В модели учтены основные параметры экспериментальной установки.

Получены зависимости энергетического спектра электронов, высаживаемых на электрод-мишень от частоты пульсаций электрического поля ( *f* ), лежащей в мегагерцовом диапазоне при его амплитуде *Е* = 250 В/см, а для случая *f* = 12,5 МГц и зависимость изменения энергетического спектра электронов (∆*N*/∆*W*) от *f* по сравнению с энергией, соответствующей отсутствию пульсирующего поля (*Е* =0) (см. рисунок).

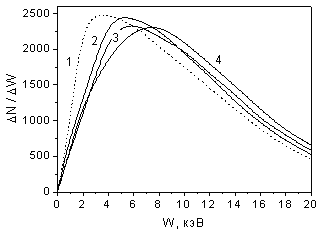


Рис. Энергетические спектры электронов (∆*N*/∆*W*) при различных величинах *f*.

Из результатов моделирования, представленных на рисунке, следует, что пульсации электрического поля приводят к смещению энергетического спектра электронов в область более высоких энергий по сравнению со спектром, полученным в отсутствии пульсирующего поля. Величина смещения энергетического спектра зависит от частоты пульсаций электрического поля. На рисунке кривая 2 соответствует спектру, полученному при частоте пульсаций f=2,5 МГц, кривая 3 – спектру, полученному при частоте пульсаций f=12,5 МГц, кривая 4 – спектру, полученному при частоте пульсаций f=20 МГц. Полученные результаты, а именно, более существенное смещение энергетического спектра в область более высоких энергий при возрастании частоты пульсаций, свидетельствуют о стохастическом механизме нагрева плазмы в присутствии пульсирующего электрического поля. Сдвиг энергетического спектра в присутствии пульсаций электрического поля в области «хвостов» спектров составлял 2,5-4 кэВ, что хорошо согласуется с результатами натурного эксперимента, в котором смещение спектра при частоте пульсаций *f* = 12,5 МГц составило 2,5 кэВ, относительно спектра, полученного в отсутствии пульсаций [3].

Литература

1. Балмашнов А.А., Калашников А.В., Степина С.П., Умнов А.М. Прикладная физика. 2011, №6, с.100
2. Балмашнов А.А., Умнов А.М. Прикладная физика. 2010, №6. с.40.
3. Балмашнов А.А., Калашников А.В., Калашников В.А., Степина С.П., Умнов А.М. ISTAPC-2014, с.353