Формирование РЭП большой плотности тока для накачки верхне-гибридных колебаний в плазме установки ГОЛ-ПЭТ

Аржанников А.В.1,2, Иваненко В.Г.1, Макаров М.А.1, Самцов Д.А.2, Синицкий С.Л.1,2, Степанов В.Д.1,2

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия, 2Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия,
 sinitsky@inp.nsk.su .

В последние несколько лет на установке ГОЛ-ПЭТ проводятся эксперименты по генерации субмиллиметрового излучения на основе трансформации верхне-гибридных плазменных колебаний высокой интенсивности в электромагнитные волны, выходящие из плазменного столба [1]. Накачка этих колебаний осуществляется в процессе коллективной релаксации релятивистского электронного пучка, инжектируемого в торец плазменного столба из ускорителя У-2. Плазменный столб диаметром 4 см и длиной 2,5 м формируется в многопробочном магнитном поле со средним значением индукции B = 4 Тл и имеет плотность в интервале (0,5 – 3)·1015см-3. Основные параметры пучка, использованного в экспериментах, имели следующие значения: Ee= 0,6-0,9 МэВ, I ~20 кА, j ~1 кА/см2, τ ~7 мкс, Q ~150 кДж. Поскольку эффективность накачки указанных колебаний пропорциональна плотности тока пучка и обратно пропорциональна его угловому разбросу, то улучшение этих параметров пучка является важной задачей экспериментальных исследований.

Эта задача была решена посредством серии экспериментов с целью оптимизации геометрии магнитно-изолированного диода ускорителя У-2, генерирующего исходный ленточный пучок, а также поиска наиболее оптимальных условий для преобразования его сечения из ленточного в круглое с последующим сжатием в нарастающем ведущем магнитном поле [2]. В ходе экспериментов продемонстрировано существенное влияние газовых условий в области сжатия сечения пучка, определяющих степень его нейтрализации по заряду. В результате поиска оптимальных условий для последовательности трех указанных выше процессов, был получен электронный пучок с током около 50 кА при его диаметре 4 см после сжатия в магнитном поле 5 Тл. При этом эффективность передачи тока электронного пучка от катода ускорителя до коллектора, размещенного после области максимального сжатия сечения пучка, составила более 90%. Отметим, что при увеличении энергозапаса в емкостном накопителе, от которого подается напряжение на ускорительный диод, по отношению к его величине для оптимальных условий генерации пучка, эффективность передачи тока пучка понижалась до 70%, но при этом удавалось достигнуть величины тока сжатого пучка около 90 кА. Таким образом, по результатам экспериментов плотность тока в плазменном столбе, где осуществляется накачка верхне-гибридных колебаний, была поднята до величины 4 кА/см2. В дополнение к этому, нами проведены измерения функции углового распределения электронов пучка после преобразования его сечения. Измерения показали, что среднеквадратичный угловой разброс скоростей электронов имеет величину около 10-12о в магнитном поле 4 Тл, которое соответствует полю в области взаимодействия пучка с плазмой.

Таким образом, в результате оптимизации условий формирования электронного пучка в ускорителе У-2 яркость пучка на входе в плазменный столб была повышена более чем в два раза, что дает основание ожидать увеличение эмиссии субмиллиметрового излучения из плазмы с плотностью выше 1·1015см-3.

Литература.

1. A.V. Arzhannikov et al., IEEE Trans. THz Sci. Technol., 6, No. 2, 245-253 (2016).

A.V. Arzhannikov et al., Proc. 9th Int.  Conf.  on High-Power Particle Beams, Washington DC, V. II, p. 1117 (1992).