ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ПЛАЗМЕННЫХ СГУСТКОВ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ГИРОМАГНИТНОГО АВТОРЕЗОНАНСА

Андреев В.В., Новицкий А.А., Чупров Д.В.

РУДН, кафедра экспериментальной физики, chu\_d@mail.ru

Развитие работ по изучению гиромагнитного авторезонанса (ГА) в плазме, удерживаемой в зеркальной магнитной ловушке [1] направлено на понимание процессов, имеющих место в реальных экспериментальных условиях. Важной составляющей этих исследований является определение диаграммы направленности регистрируемого излучения, на основе которой могут быть сделаны заключения о пространственной локализации создаваемых релятивистских плазменных сгустков и их динамике.

В настоящей работе были проанализированы экспериментальные временные зависимости сигналов с зондов, оптических датчиков и детекторов рентгеновского излучения, а также исследован спектральный состав рентгеновского излучения (XRS, NaITl). Особое внимание при построении рентгеновского диагностического тракта было уделено созданию коллимационной системы детектора для определения направленности излучения. Проведены рентгеногафические исследования пространственного распределения интенсивности рентгеновского излучения из рабочего объема в интегральном режиме с оценкой интегральногй мощности излучения.. Кроме того, для описания динамики плазменных сгустков, генерируемых при ГА проводился численный эксперимент на основе разработанной модели по методу частиц в ячейке [2]. Результаты вычислительного эксперимента, в условиях близких экспериментальным, находятся в качественном и количественном согласии с результатами натурного эксперимента.

Спектральное распределение рентгеновского излучения позволяет получить информацию об энергиях ускоренных электронов. Исходя из представленных и опубликованных в работе [1] результатов, функцию распределения захваченных электронов по энергиям можно аппроксимировать гауссовой зависимостью. Векторы импульсов захваченных электронов лежат преимущественно в плоскости, перпендикулярной магнитным силовым линиям, с небольшим угловым разбросом. Тормозное излучение в диапазоне энергий фотонов 500 кэВ генерируется главным образом в результате взаимодействий релятивистских электронов с ядрами аргона.

Полученные результаты (эксперимент, численное моделирование динамики плазмы, модельные расчеты спектров рентгеновского излучения) свидетельствуют о генерации релятивистских плазменных сгустков в процессе ГА, зависимости эффективности захвата от стартового магнитного поля и выраженной анизотропии генерируемого жесткого рентгеновского излучения, в процессе их удержания в пробочной ловушке. Сгустки представляют собой захваченные электроны, вращающиеся (на фоне ионной компоненты) со средним радиусом порядка ларморовского и средней энергией 520 кэВ в магнитном поле с индукцией порядка 900 Гс. Рентгенограммы свидетельствуют о наличии продольной (по отношению к направлению магнитного поля) степени свободы движения сгустка на стадиях ГА и удержания с частичной высадкой на торцевые стенки камеры.

Литература

1. Андреев В.В., Новицкий А.А., Умнов А.М., Чупров Д.В. // ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2013, т. 36, вып. 1 С. 86-95.
2. Birdsall C. K., Langdon A. B. Plasma Physics via Computer Simulation. Bristol, Philadelphia:IOP Publishing Ltd, 1995. p. 305.