характерные изменения спектров тормозного излучения при авторезонансной генерации плазменных сгустков в длинном пробкотроне

Андреев В.В., Новицкий А.А., Умнов А.М.

РУДН, Институт физических исследований и технологий РУДН, Москва, РФ, temple18@mail.ru

Развитие работ по изучению гиромагнитного авторезонанса (ГА) электронов плазмы, удерживаемой в зеркальной магнитной ловушке [1,2], направлено на понимание основных процессов, имеющих место в реальных экспериментальных условиях, и изучение условий и особенностей захвата электронов плазмы инжекции в режим ГА и их ускорения до энергии масштаба нескольких сотен кэВ.

В работе представлены спектрометрические измерения излучения, в рентгеновском диапазоне длин волн, генерируемого плазменными сгустками в осесимметричном магнитном поле протяженной пробочной конфигурации (R=1.2, L=80 см) с индукцией магнитного поля в центре ловушки В = 1200 Гс. Образование исходной плазмы инжекции происходит в двух симметричных зонах установки при достижении максимума импульсного магнитного поля в пучностях электрического поля СВЧ волны (что соответствует значению ЭЦР для рабочей частоты резонатора), восстановление исходного профиля стационарного магнитного поля обеспечивает режим захвата и ускорения электронов образованной плазмы в режим ГА. Экспериментально показано, что средняя энергия электронов, приобретаемая при ускорении ГА, соответствует теоретически прогнозируемым значениям. Электроны, захваченные в результате ГА, формируют устойчивый релятивистский плазменный сгусток, заполненный ионами, вращающийся в магнитном поле ловушки, со средней энергией масштаба сотен кэВ. При восстановление исходного профиля стационарного магнитного поля плазменное образование трансформируется в структуру полого или сплошного цилиндра с выраженными границами, средний радиус которой составляет 2,5-3 см, средняя энергия электронной компоненты равна 170 кэВ. Проведённые исследования показали наличие режимов работы, обеспечивающих оптимальные условия захвата частиц с используемым методом создания исходной плазмы. Показано, что эффективность захвата растёт практически линейно с увеличением темпа восстановления исходного профиля стационарного магнитного поля в диапазоне экспериментально реализуемых значений 0,9 Гс/мкс. Полученные результаты по изучению временной фазы захвата исходной плазмы инжекции позволило определить оптимальные условия для захвата первичных электронов в режим ГА.

Полученные результаты и обнаруженные закономерности поведения плазмы в условиях ГА позволяют перейти в дальнейшем к более детальному экспериментальному изучению генерируемых плазменных сгустков. Особый интерес представляет количество захваченных электронов, их энергетический спектр, эволюция этого спектра на протяжении всей стадий процесса ускорения и удержания.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17–12-01470).

Литература

1. Андреев В.В., Новицкий А.А., Умнов А.М., Чупров Д.В. — Приборы и техника эксперимента, 2012, No 2, с. 1—12.
2. Андреев В. В., Новицкий А.А., Умнов А.М. // Прикладная физика. 2016. № 3. С. 15-21.