Характеристики и параметры пучка инжектора в магнитную ловушку плазменного ускорителя

Андреев В.В., Новицкий А.А., Ндонг Д.

РУДН, кафедра экспериментальной физики, temple18@mail.ru

Ранее [1,2] было показано, что режим гиромагнитного авторезонанса (ГА) в нарастающем во времени магнитном поле приводит к образованию релятивистских плазменных сгустков со средней энергией электронной компоненты масштаба сотен кэВ. В указанных экспериментах исходная плазма в зоне ускорения создавалась при поддержании начальных условий близких к ЭЦР, что в условиях разряда низкого давлении ограничивало возможность захвата большого числа частиц в режим ускорения.

Целью данной работы является разработка и реализация эффективной внешней приосевой инжекции пучка низкоэнергичных электронов с малым угловым и энергетическим разбросом в магнитную ловушку плазменного ГА-ускорителя.

Инжектор помещался в торце установки, представляющей собой осесимметричную систему в которой цилиндрический СВЧ резонатор (ТЕ118, 2,45 ГГц) помещен в магнитное поле протяженной пробочной конфигурации (R=1.2, L=80см) с индукцией магнитного поля в центре ловушки В = 1200 Гс. Инжектор представляет собой трехэлектродную электронно-оптическую систему (пушка Пирса) с термокадодом (LaB6), находящуюся в объеме с дифференциальной откачкой который сочленен посредством узкого канала с резонатором ускорителя. Управление током первичного пучка осуществлялось изменением потенциала пирсовского электрода и анода (0-630 В). Зажигания разряда в объеме инжекторе осуществляется в среде рабочего газа (Ar) при давлении в диапазоне 1·10-3 – 1·10-4 Торр, при этом давление в рабочем объеме резонатора было не хуже 1·10-4. Экстракция создаваемой в объеме инжектора плазмы осуществлялась через круглое отверстие (диаметром – 16 мм) в торцевой стенке резонатора. В рабочих условия плазменный шнур диаметром ≈ 6 мм пронизывал всю установку вдоль оси. Проведенные измерения интегральных характеристик пучка показали, что величина тока пучка составляла 35 мА, при напряжении на аноде 630 В.

Для получения более детальной информации о параметрах инжекции был изучен энергетический спектр электронной компоненты пучка с помощью электростатического анализатора, что позволило определить функции распределения электронов пучка по энергиям. Проанализирована интенсивность излучения плазменного пучка в радиальном направлении, что позволило определить поперечный размер пучка. Проведенные измерения сопоставимы с размерами и структурой автографа пучка на коллекторе, установленном в противоположном к инжектору торце установки. Получены зависимости поперечных размеров, а также среднее значение по сечению пучка плотности тока от параметров режима инжекции. Установлены зависимости тока пучка электронов от вытягивающего напряжения на аноде и величины давления в резонаторе плазменного ускорителя.

Полученные обобщенные данные по наиболее важным параметрам инжекции позволяют рассчитывать на эффективное ее применение в реализуемой схеме плазменного ускорителя.

Литература

1. Андреев В.В., Новицкий А.А., Умнов А.М., Чупров Д.В. // ПТЭ. 2012. № 3. С. 5.
2. Андреев В.В., Новицкий А.А., Умнов А.М., «Особенности генерации и удержания релятивистских плазменных образований в реверсном режиме гиромагнитного авторезонанса в протяженной магнитной ловушке пробочного типа» М.: Плазмоиофан 2014, Тезисы докладов, XLI Международная (Звенигородская) конференция по физике плазмы и УТС.