Формирование магнитной ловушки при пробое газов высокого давления в сильных магнитных полях

Аливердиев А.А., Омаров О.А., Омарова Н.О., Омарова П.Х.

Дагестанский государственный университет, 367000, Махачкала, Дзержинского, 12а, inporao@mail.ru

В сильном магнитном поле, в искровой канал радиусом r ~ 10 – 4 м с электронным пучком энергией в несколько кэВ вводится за время ≤100 нс энергия, которая приводит к резкому повышению температуры плазмы искрового канала и к его расширению.

Учитывая, что скорость расширения искрового канала больше скорости диффузии силовых линий магнитного поля в плазму канала, расширяющийся плазменный фронт смещает силовые линии магнитного поля, уменьшая их плотность в центре и усиливая у электродов (катода и анода). Эта система представляет собой магнитную адиабатическую ловушку, которая приводит к ограничению энергетических потерь с одновременным увеличением тепловой энергии плазмы [1, 2].

Если масштаб изменения поля K >> ларморовского радиуса rл, то

 $μ=\frac{mυ\_{⊥}^{2}}{2B}=const,$ $ W\_{кин}=\frac{mυ^{2}}{2}=const.$

Так как $W\_{0}=\frac{mυ\_{∥}^{2}}{2}+\frac{mυ\_{⊥}^{2}}{2}=\frac{mυ\_{∥}^{2}}{2}+μB, $и $υ\_{∥}^{2}\geq 0, $то в область, где $B>W\_{⊥}/μ$ частица

 зайти не может ($B=W\_{⊥}/μ$ - точка остановки), частицы с $W\_{⊥}/μ>B\_{max}$ не удерживается.

Внешнее продольное магнитное поле, удовлетворяющее условию замагниченности для электронов, увеличивая плотность тока канала, проводимость, удельный энерговклад, напряжение горения квазистационарной дуги, одновременно уменьшает скорость расширения канала и поперечное интегральное излучение, радиальную амбиполярную диффузию [3]. Увеличение скорости ввода энергии в искровой канал разряда высокого давления, приводит к значительному повышению проводимости и температуры плазмы. Экспериментальное исследование показало, что в ловушке осуществляется сильное плазменно-пучковое взаимодействие, которое приводит к значительному увеличению поперечных размеров плазмы, а так же к сильному нагреву энергичных электронов, захваченных в ловушку.

Литература

1. Л.А. Арцимович, С.Ю. Лукьянов. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. М.: Наука. 1978. С. 224.
2. А.В. Астахов, Ю.М. Широков. Электромагнитное поле. М.: Наука. 1980. 380 с.
3. Аль-Харети Ф.М.А., Омаров О.А., Омарова Н.О., Омарова П.Х., Влияние внешних магнитных полей на энергетические характеристики искрового пробоя. ВАНТ. Термоядерный синтез. 2015. Т. 38. Вып. 1. С. 88 – 96.