Предотвращение укорочения СВЧ-импульса в плазменном релятивистском СВЧ-генераторе

Ернылева С.Е., Лоза О.Т.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия, ersvev@mail.ru

В численных расчетах найден способ предотвращения эффекта укорочения СВЧ-импульса в плазменном релятивистском СВЧ-генераторе (ПРГ), который происходит вследствие падения коэффициента усиления и нарушения обратной связи. Предложен метод создания плазмы, существенно повышающий стабильность ее параметров и устраняющий причины срыва СВЧ-генерации.

Схема ПРГ показана на рисунке. В волноводе 1 в сильном продольном магнитном поле слева направо распространяется трубчатый пучок релятивистских электронов 2 с параметрами: 500 кэВ, 2 кА, 70 нс. Электроны взаимодействуют с заранее созданной трубчатой плазмой 3 по черенковскому механизму, возникающая СВЧ-волна с мощностью ~ 100 МВт уходит через правую границу.

Причины и механизмы срыва процесса СВЧ-генерации были рассмотрены в работе [1]. Фронт тока электронного пучка снижает потенциал коллектора 4, имеющего индуктивность, примерно до ‑50 кВ. Возникающий электронный поток с коллектора с током ~ 1 кА греет плазму до ~ 104 эВ, вследствие чего снижается коэффициент усиления плазменной волны. Одновременно между плазмой и коллектором появляется зазор, растущий со скоростью до 2⋅107 см/с, уменьшающий коэффициент отражения волны от коллектора, т.е. ослабляющий обратную связь в генераторе. Срыв СВЧ-генерации, таким образом, инициируется значительным отрицательным потенциалом коллектора и потоком электронов, протекающим через плазму.

Для устранения причин укорочения СВЧ-импульса предложено изменение конструкции СВЧ-генератора, показанное на рисунке. Ранее левая граница плазмы 3 определялась стенкой камеры 1, находящейся под нулевым потенциалом. Новый электрод 5, ограничивающий плазму слева и соединенный с источником отрицательного напряжения Ф, обеспечивает примерно одинаковый потенциал на левой и правой границах плазмы. Ограничительный элемент с импедансом R предотвращает появление даже кратковременного тока значительной амплитуды через плазму.

Расчеты показали, что предложенная модификация устраняет причины укорочения СВЧ-импульса. Длительность процесса СВЧ-излучения увеличилась от 25 нс до 70 нс, что соответствует продолжительности тока релятивистского электронного пучка.

Литература.

1. Ернылева С. Е., Богданкевич И. Л., Лоза О. Т. «Механизм укорочения импульса излучения плазменного релятивистского СВЧ-генератора» // Кр. сообщ. по физике ФИАН, 2013, № 7, с. 10-23.