

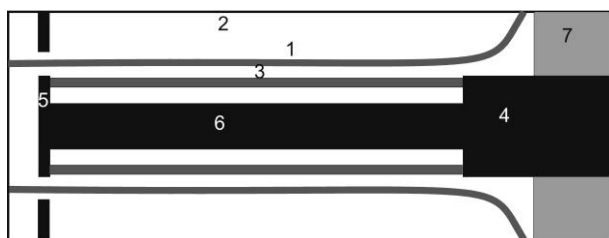
ПРОЕКТ СИЛЬНОТОЧНОГО ПЛАЗМЕННОГО МАЗЕРА ^{*)}

²Богданкевич И.Л., ²Андреев С.Е., ²Лоза О.Т., ¹Мальчик К.В.

¹Российский Университет Дружбы Народов, Москва, Россия

²Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия
sergey.funkmonk@yandex.ru

Представлены результаты компьютерного моделирования в среде «КАРАТ» плазменного мазера – автогенератора СВЧ-импульсов гигаваттного уровня мощности с длительностью импульсов до 60 нс и шириной полосы генерируемых частот от 1.5 до 6 ГГц. Параметры релятивистского электронного пучка (РЭП) соответствуют параметрам импульсно-периодического сильноточного ускорителя электронов «Синус-550-80»: 550 кВ, 14 кА (40 Ом), 80 нс, импульсы с частотой 50 Гц в течение 1 с.



Конфигурация расчетной модели, показанная на рисунке, соответствует плазменному мазеру с двойным коаксиальным плазменно-металлическим волноводом. Мазер подобной конструкции ранее был успешно реализован в эксперименте [1]. Электронный пучок (1) с диаметром 9.5 см распространяется в соленоидальном магнитном поле 1 Тл в камере (2) с диаметром 12.8 см и оседает на ее стенки. Плазма (3) с диаметром 8.8 см ограничена справа центральным электродом выходного коаксиального волновода (4) с диаметром 9.1 см, а слева – диском (5), закрепленным на электроде (4) с помощью штока (6) с диаметром 6.8 см. Справа модель ограничивается СВЧ-поглотителем (7) и торцевой стенкой камеры (2), функционально имитирующих выходной рупор и крепление электрода (4) в экспериментальной установке.

Показанная на рисунке конфигурация плазменного мазера с центральным штоком (6), на котором закреплен ограничивающий плазму диск (5), позволяет не только делать ток электронов равным оптимальному значению для плазменных мазеров – половине предельного тока транспортировки в вакууме. Не менее важной функцией является устранение причин «эффекта укорочения СВЧ-импульса», присущего всем приборам СВЧ-электроники суб- и гигаваттного уровня мощности. В экспериментах с СВЧ-импульсами гигаваттной мощности и длительностью в десятки наносекунд этот эффект необходимо целенаправленно предотвратить. Главной причиной срыва СВЧ-излучения плазменных мазеров является прохождение значительной части обратного тока РЭП по плазме [2]. Этот килоамперный ток в течение 20...30 нс разогревает электроны плазмы до ~ 100 кэВ, нарушает их группировку и срывает процесс эффективного черенковского взаимодействия с электронами РЭП. В показанной на рисунке конфигурации обратный ток РЭП не имеет пути возврата на камеру (2) по плазме, поэтому и главная причина укорочения импульса отсутствует.

Литература

- [1]. Донец А.Е., Рогожин В.И., Бахтин В.П., Булейко А.Б., Быков А.Г., Лоза О.Т., Раваев А.А. Импульсно-периодический плазменный мазер с двойным коаксиальным плазменно-металлическим волноводом // LI Межд. Звенигородская конференция по физике плазмы и УТС, 18 – 22 марта 2024 г., г. Звенигород. Сб. тезисов докладов. М.: АО НТЦ «ПЛАЗМАИОФАН», 2024 г, с. 246.
- [2]. Ernyleva S.E. and Loza O.T. Microwave Pulse Shortening in Plasma Relativistic High-Current Microwave Electronics // Physics of Wave Phenomena, 2017, Vol. 25, No. 2, pp. 130-136.

^{*)} DOI – тезисы на английском