

ТЕСТИРОВАНИЕ МОЩНОГО АТОМАРНОГО ИНЖЕКТОРА В ДЛИННОИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ С МОДЕРНИЗИРОВАННЫМ ИСТОЧНИКОМ ПЛАЗМЫ ^{*)}

¹Дейчули П.П., ¹Бруль А.В., ¹Вахрушев Р.В., ¹Дейчули Н.П., ^{1,2}Дидух Т.Е.,
^{1,2}Орешенок В.В., ¹Ращенко В.В., ^{1,2}Сорокин А.В., ¹Ступишин Н.В., ^{1,2}Шиховцев И.В.

¹ИЯФ СО РАН, Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

В работе [1] описан атомарный инжектор для нагрева плазмы с мощностью пучка 1.7МВт в атомах и длительностью 30 мс. В источнике плазмы инжектора использованы дуговые генераторы с холодным катодом. Плазменный эмиттер ионно-оптической системы (ИОС) инжектора 150 А образуется сложением плазменных струй 4-х дуговых генераторов, которые удается разместить в пределах площади апертуры пучка, благодаря их компактности. Однако при высокой мощности дугового разряда ресурс генераторов падает, что ограничивает период безостановочной эксплуатации системы инжекции ~2 годами в типичном режиме экспериментов и при длительности рабочего импульса инжектора 30мс.

Существует потребность в инжекторах с аналогичными параметрами, но при увеличенной длительности пучка, в частности для планируемой газодинамической многопробочной ловушки (ГДМЛ) и других открытых ловушек следующего поколения. Оценки термомеханических деформаций электродов ИОС, имеющих периферийное охлаждение показали возможность увеличения длительности импульса до ~0,3 с. Ранее в [2] была описана модернизация генераторов плазмы, обеспечившая увеличения длительности рабочих импульсов до 0,3-0,6 с. Согласно проведенным испытаниям ресурс работы генераторов ~1 год и более – в зависимости от длительности рабочих импульсов. Однако сохраняется вопрос о реально допустимой предельной длительности пучка при использовании имеющейся ИОС.

В данной работе описываются результаты тестирования инжектора аналогичного [1], с источником плазмы на базе модернизированных дуговых генераторов и с системой питания с увеличенной до 0.5-1 с длительностью. Рабочий вакуум поддерживался скоростной криогенной откачкой.

В условиях проведенных испытаний критическим фактором, ограничивающим длительность импульса, по-видимому являются термомеханические деформации сеток ИОС. В ходе тестов измерялся профиль плотности тока пучка на заданном расстоянии в пучковом тракте. Это позволяло контролировать изменение фокусного расстояния, а также отклонение первеанса ИОС от оптимума, которые чутко реагируют на тепловые деформации используемых сферических сеток. В работе [3] потери энергии на наиболее нагруженной первой сетке составляли около 0,7% мощности пучка, причем эта величина слабо зависела от первеанса. Пользуясь этими данными и результатами проведенных исследований были экспериментально определены возможности увеличения длительности пучка при работе с частотой следования “выстрелов” ~ раз в 15 мин.

Состав пучка и эволюция содержания молекулярных фракций по мере удлинения импульса измерялись доплеровской спектроскопией.

Литература

- [1]. Deichuli P., Davydenko V., Ivanov A., Mishagin V., Sorokin A., Stupishin N., Korepanov S., Smirnov A. Low energy, high power hydrogen neutral beam for plasma heating. Review of Scientific Instruments. 2015. v. 86. № 11. p. 113509
- [2]. Дейчули П.П., Бруль А.В., Вахрушев Р.В. и др., XLIX Международная Звенигородская конференция по физике плазмы и УТС. Москва 2022, с.100.
- [3]. M.M. Menon, C.C. Tsai, J.H. Whealton et al. Quasi-steady-state multimegawatt ion source for neutral beam injection. Rev. Sci. Instrum. 56 (2), 1985.

^{*)} DOI – тезисы на английском