МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО АТОМАРНОГО ИНЖЕКТОРА ДЛЯ ТОКАМАКА st-40 [[1]](#footnote-1)\*)

Дейчули П.П., Вахрушев Р.В., Иванов А.А., Орешонок В.В., Ращенко В.В., Колмогоров В.В., Колмогоров А.В., Ступишин Н.В.

Институт ядерной физики, Новосибирск, Россия, pdeichuli@yandex.ru

В 2020 г проведена модернизация атомарного инжектора RUDI для диагностики плазмы [1], спроектированного в ИЯФ им. Будкера, и был осуществлен его физический запуск на токамаке ST-40 (Tokamak Energy Ltd., Абингдон, Великобритания). Инжектор позволяет проводить измерения ионной температуры, поля скоростей вращения плазмы, магнитного поля и др. параметры плазмы токамака.

Исходный вариант инжектора более 10 лет использовался для диагностики плазмы на токамаке TEXTOR Основные параметры инжектора – энергия 50 кэВ, извлеченный ионный ток до 3 А, длительность до 8 секунд, 4-электродная ионно-оптическая система (ИОС) с фокусным расстоянием 4 м, источник плазмы с горячим катодом из LaB6.

В ходе глубокой модернизации были сделаны следующие изменения:

- В дугоразрядном источнике плазмы инжектора применен генератор плазмы с холодным катодом [2], более надежный и гораздо более простой в эксплуатации (хотя он проигрывает по допустимой длительности импульса).

- Для питания вытягивающего электрода ИОС вместо традиционного резистивного делителя использована схема с отводом от регулируемой ячейки секционированной высоковольтной системы питания. Такая схема питания резко повысила стабильности потенциала фокусирующей сетки ИОС и практически устранила типичную для 4-электродных ИОС опасность перемыкания первого зазора в режимах с предельно низкой расходимостью пучка. Кроме того, в такой схеме устраняются затраты тока в/питания на делитель, и, соответственно, возрастает ток пучка.

- Модифицирована система питания дугового разряда для генератора плазмы с холодным катодом, для стабильной инициации дуги применена схема слаботочного перенапряжения. Применена схема со стабилизацией нижнего и верхнего уровня тока разряда, повысившая стабильность режима с модуляцией пучка.

- Все системы питания перепроектированы на работу от емкостных накопителей на современных суперконденсаторах, с энергоемкостью достаточной для 2-секундного рабочего импульса инжектора. Это полностью устраняет мощные импульсные нагрузки на местную электросеть.

- Криогенная система с заливкой гелия заменена на более простую в эксплуатации систему с криокулерными головками.

- Разработана новая система управления инжектором с использованием аппаратной платформы в составе промышленного компьютера с модулями ввода-вывода National Instruments. Программное обеспечение выполнено в среде LabVIEW.

Литература

1. A. Listopad, et al. Use of the focusing multi-slit ion optical system at RUssian Diagnostic Injector (RUDI). Rev. Sci. Instrum. 83, 02B707 (2012); DOI: 10.1063/1.3669794.
2. Stupishin N.V., Deichuli P.P., Ivanov A.A. et al. Multi-Second Neutral Beam Injector (60kV, 6A) for Plasma Diagnostics in the Upgraded T-15 Device. AIP Conference Proceedings vol. 1771, 50012, 2016.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/en/BP-Deichuli_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)