Первые результаты исследования ионного компонента на токамаке Глобус-М2 с помощью компактного анализатора CNPA [[1]](#footnote-1)\*)

Шулятьев К.Д., Бахарев Н.Н., Варфоломеев В.И., Гусев В.К., Дьяченко В.В., Жильцов Н.С., Курскиев Г.С., Мельник А.Д., Минаев В.Б., Мирошников И.В., Несеневич В.Г., Петров Ю.В., Сахаров Н.В., Солоха В.В., Ткаченко Е.Е., Тельнова А.Ю., Тюхменева Е.А., Чернышев Ф.В., Щеголев П.Б.

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия, [shulyatiev.kd@mail.ioffe.ru](mailto:shulyatiev.kd@mail.ioffe.ru)

В 2018 году в ФТИ им. А. Ф. Иоффе был осуществлен физический пуск модернизированного сферического токамака Глобус-М2 [1]. В настоящее время ведутся работы по поэтапному выводу установки на максимальные проектные параметры: тороидальное магнитное поле на оси 1 Тл и ток плазмы 0,5 МА [2,3]. Система инжекционного нагрева токамака была дополнена вторым инжектором с энергией частиц пучка до 50 кэВ. Другим методом нагрева, развиваемым на Глобус-М2, является ввод в плазму волн ионно-циклотронного диапазона частот. Применение обоих методов ведет к возникновению в плазме популяции высокоэнергичных ионов. Исследование удержания и термализации высокоэнергичных ионов является одним из пунктов научной программы Глобус-М2. Имеющиеся на токамаке анализаторы потоков атомов – АКОРД-12 и АКОРД-24М – позволяют проводить исследования ионного компонента в диапазоне энергий до 30 кэВ. В связи с этим возникла необходимость в новом приборе, способном анализировать потоки атомов перезарядки в расширенном энергетическом диапазоне от тепловых энергий до 60 кэВ.

В 2022 году на Глобус-М2 был введен в действие компактный анализатор атомов перезарядки CNPA-09, который регистрирует частицы в диапазоне энергий 0,8÷60 кэВ в случае дейтерия или 0,8÷120 кэВ в случае водорода. Прибор имеет 44 канала и позволяет за один разряд получать подробный энергетический спектр. В рамках экспериментальных кампаний были проведены измерения потоков атомов в разрядах с нейтральной инжекцией и в омическом режиме. Получены энергетические спектры атомов перезарядки.

Сравнение ионной температуры, вычисленной по наклону спектра атомов перезарядки, с данными анализаторов АКОРД-12 и АКОРД-24 показало хорошее соответствие в омических разрядах. В режимах с включением нового инжектора также наблюдалось приемлемое согласие результатов. Расхождения при измерениях ионной температуры – занижение в 1.5 раза по данным CNPA – были обнаружены при одновременной работе двух инжекторов. Предполагается, что отличие обусловлено отсутствием заметной активной мишени перезарядки на линии видимости анализатора CNPA-09, и, как следствие, измерением усредненной температуры. Анализаторы АКОРД регистрируют активные потоки атомов перезарядки из центральной области плазмы, измеряется локальная ионная температура, значение которой заметно выше усредненного.

Работа выполнена на УНУ "Сферический токамак Глобус-М", входящей в состав ФЦКП "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях", в рамках государственного задания ФТИ им. А. Ф. Иоффе (темы 0034-2021-0001 и 0040-2019-0023).

Литература

1. N.N. Bakharev, et al. // Nucl. Fusion 59 (2019) #112022
2. V.B. Minaev, et al. // Nucl. Fusion 57 (2017) #066047
3. V.B. Minaev, et al. // Proc. 46th EPS Conf. on Plasma Physics, Milan, 2019 ECA 43C P4-1084

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Mu/en/BK-Shulyat'ev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)