

ТЕРМОИЗОЛЯЦИЯ ПЛАЗМЫ СФЕРИЧЕСКОГО ТОКАМАКА ГЛОБУС-М2 ПРИ НАГРЕВЕ ВЫСОКОЭНЕРГИЧНЫМИ АТОМНЫМИ ПУЧКАМИ ^{*)}

¹Курские Г.С., ¹Сахаров Н.В., ¹Минаев В.Б., ¹Гусев В.К., ¹Петров Ю.В.,
²Багрянский П.А., ¹Балаченков И.М., ¹Бахарев Н.Н., ¹Варфоломеев В.И.,
¹Воронин А.В., ¹Горяинов В.А., ⁴Жилин Е.Г., ¹Жильцов Н.С., ²Иваненко С.В.,
¹Ильясова М.В., ³Кавин А.А., ¹Киселев Е.О., ¹Крикунов С.В., ¹Мельник А.Д.,
³Минеев А.Б., ¹Мирошников И.В., ¹Мухин Е.Е., ¹Новохацкий А.Н., ¹Патров М.И.,
⁵Петров А.В., ⁵Пономаренко А.М., ¹Скрекель О.М., ⁶Соловей В.А., ¹Солоха В.В.,
²Соломахин А.Л., ¹Тельнова А.Ю., ¹Ткаченко Е.Е., ¹Токарев В.А., ¹Толстяков С.Ю.,
¹Тюхменева Е.А., ¹Филиппов С.В., ¹Хилькевич Е.М., ¹Хромов Н.А., ¹Чернышев Ф.В.,
¹Шевелев А.Е., ²Шиховцев И.В., ¹Шулятьев К.Д., ¹Щеголев П.Б., ^{1,5}Яшин А.Ю.

¹ФТИ им. А.Ф. Иоффе, С. Петербург, Россия, gleb.kurskiev@mail.ioffe.ru

²ИЯФ СО РАН, Новосибирск, Россия

³АО "НИИЭФА", С. Петербург, Россия

⁴ООО Иоффе Фьюжн Текноложис, С. Петербург, Россия

⁵Политехнический университет Петра Великого, С. Петербург, Россия

⁶ПИЯФ им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт», Санкт-Петербург, Россия

Представлен обзор результатов по исследованию нагрева и термоизоляции плазмы в условиях нейтральной инжекции, полученных на сферическом токамаке Глобус-М2 [1] за период 2018-2023 г.г. Первые эксперименты проводились при значениях тока плазмы $I_p = 0,25-0,3$ МА и тороидального магнитного поля $B_T = 0,7-0,8$ Тл. При инжекции пучка дейтерия мощностью 0,8 МВт с энергией частиц 28 кэВ наблюдалось более чем двукратное увеличение полной запасенной энергии плазмы по сравнению с результатами, полученными на Глобусе-М при той же мощности нагрева. Эксперименты и проведенные расчеты показали, что скейлинги, полученные ранее на установках Глобус-М, MAST и NSTX и предполагающие сильную зависимость времени удержания энергии от магнитного поля и умеренную от тока плазмы ($\tau_E^{GLB} \sim I_p^{0.43} B_T^{1.19}$), выполняются для сферического токамака и в области более высоких значений магнитного поля B_T до 0,8 Тл. Ввод в эксплуатацию второго инжектора и нового комплекса диагностики томсоновского рассеяния лазерного излучения позволил существенно расширить область исследований по нагреву плазмы атомными пучками. В сферическом токамаке Глобус-М2 при тороидальном магнитном поле 0,8-0,9 Тл и токе плазмы 0,35-0,4 МА при инжекции нейтральных частиц с энергией до 45 кэВ при мощности пучка 0,75 МВт получен двукратный по сравнению с омическим режимом нагрев электронов плазмы. Дополнительное включение второго пучка с энергией частиц до 30 кэВ мощностью 0.5 МВт позволило получить режим с горячими ионами в диапазоне значений средней плотности плазмы $1,6 \div 10 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. По данным активной спектроскопии и корпускулярной диагностики температура ионов достигла величины 4 кэВ при плотности плазмы $8 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ в горячей зоне, превысив температуру электронов более чем в 2,5 раза [2,3].

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]. Minaev V.B. et al., 2017 Nucl. Fusion 57 066047
- [2]. Kurskiev G.S. et al., 2022 Nucl. Fusion 62 104002
- [3]. Курские Г.С. и др., 2023, Физика плазмы, 49 (4), с 305-321

^{*)} DOI – тезисы на английском