

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОБАЛАНСА ПЛАЗМЫ ТОКАМАКА ГЛОБУС-М2 В РЕЖИМАХ ОМИЧЕСКОГО НАГРЕВА И НЕЙТРАЛЬНОЙ ИНЖЕКЦИИ *)

Жильцов Н.С., Курские Г.С., Бахарев Н.Н., Гусев В.К., Киселёв Е.О., Минаев В.Б.,
Мирошников И.В., Мухин Е.Е., Новохацкий А.Н., Петров Ю.В., Сахаров Н.В.,
Солоха В.В., Тельнова А.Ю., Ткаченко Е.Е., Толстяков С.Ю., Тюхменева Е.А.,
Щёголев П.Б.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия, nisovru@gmail.com

В докладе представлены результаты моделирования процессов переноса тепла на токамаке Глобус-М2. Основным инструментом исследования – диагностика томсоновского рассеяния, обеспечивающая детальные измерения пространственного распределения температуры T_e и концентрации n_e электронов. Прямое сравнение T_e и n_e даёт качественное представление о термоизоляции электронов в конкретных разрядах токамака. Для более общего анализа термоизоляции и возможности сравнения с другими установками проведён совместный анализ баланса энергии, частиц и полоидального магнитного потока. Решение обратной транспортной задачи кодом ASTRA позволило оценить коэффициенты температуропроводности, диффузии, а также время удержания энергии.

Анализ проведён для выборки разрядов токамака в широком диапазоне концентраций электронов n_e $0,5 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ при токе плазмы $I_p = 0,4 \text{ МА}$ и тороидальном магнитном поле $B_T = 0,8 \text{ Тл}$. В работе сравниваются два сценария разряда токамака. Первый – с исключительно омическим нагревом плазмы. Второй – с дополнительным нагревом инжекцией атомов с энергией E_{NBI} до 40 кэВ. В омическом режиме температура электронов снижается с ростом концентрации от 1,2 кэВ при $3 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ до 0,6 кэВ при $8 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. В сценарии с нейтральной инжекцией температура электронов слабо зависит от концентрации в области высоких концентраций и при $n_e = 8 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ T_e достигает 1,2 кэВ. Для объяснения отличия поведения температуры электронов в этих сценариях рассчитаны зависимость мощности, передаваемой от электронов к ионам при столкновениях, P_{e-i} от концентрации электронов и зависимость времени удержания энергии τ_E от концентрации электронов. Проведено сравнение с эмпирическими выражениями: времени удержания энергии в классических и сферических токамаках; критической концентрации, при которой происходит переход из режима линейного омического удержания в режим насыщения.

Работа выполнена на УНУ «Сферический токамак Глобус-М», входящей в состав ФЦКП «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях».

*) [DOI – тезисы на английском](#)