

## НАГРЕВ ЭЛЕКТРОНОВ ПЛАЗМЫ ТОКАМАКА ГЛОБУС-М2 ПРИ ИНЖЕКЦИИ ВЫСОКОЭНЕРГИЧНЫХ АТОМОВ<sup>\*)</sup>

<sup>1</sup>Курские Г.С., <sup>1</sup>Щеголев П.Б., <sup>1</sup>Жильцов Н.С., <sup>1</sup>Сахаров Н.В., <sup>1</sup>Гусев В.К.,  
<sup>1</sup>Минаев В.Б., <sup>1</sup>Петров Ю.В., <sup>1</sup>Бахарев Н.Н., <sup>1</sup>Киселев Е.О., <sup>1</sup>Балаченков И.М.,  
<sup>1</sup>Варфоломеев В.И., <sup>1</sup>Горяинов В.Ю., <sup>2</sup>Кавин А.А., <sup>1</sup>Крикунов С.В.,  
<sup>1</sup>Крыжановский А.К., <sup>1</sup>Мельник А.Д., <sup>2</sup>Минеев А.Б., <sup>1</sup>Мирошников И.В.,  
<sup>1</sup>Новохацкий А.Н., <sup>1</sup>Патров М.И., <sup>3</sup>Пономаренко А.М., <sup>1</sup>Скрекель О.М.,  
<sup>4</sup>Соловей В.А., <sup>1</sup>Солоха В.В., <sup>1</sup>Тельнова А.Ю., <sup>1</sup>Теплова Н.В., <sup>1</sup>Ткаченко Е.Е.,  
<sup>1</sup>Токарев В.А., <sup>1</sup>Толстяков С.Ю., <sup>1</sup>Трошин Г.А., <sup>1</sup>Тюхменева Е.А., <sup>1</sup>Хромов Н.А.,  
<sup>1</sup>Чернышев Ф.В., <sup>1</sup>Шулятьев К.Д., <sup>1,3</sup>Яшин А.Ю.

<sup>1</sup>Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия,

<sup>2</sup>АО "НИИЭФА", Санкт-Петербург, Россия,

<sup>3</sup>Политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия,

<sup>4</sup>ПНИЯФ им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт», Санкт-Петербург, Россия

Доклад посвящён исследованию влияния инжекции высокоэнергичных атомов на характеристики электронного компонента плазмы на установке Глобус-М2 [1]. Глобус-М2 - компактный сферический токамак с большим радиусом  $R=0.36$  м, малым радиусом  $a=0.24$  м и характерной вытянутостью плазменного шнура  $k\sim 1.8$ . В докладе проведен анализ пространственных распределений температуры и концентрации электронов, измеренных методом томсоновского рассеяния лазерного излучения [2] в широком диапазоне операционных параметров установки. Тороидальное магнитное поле и ток плазмы варьировались в диапазоне 0,5 – 0,9 Тл и 0,2 – 0,4 МА соответственно, при средней плотности плазмы  $10^{19}$ - $10^{20}$  м<sup>-3</sup>. Исследовали разряды дейтериевой плазмы с инжекцией дейтериевого пучка с энергией частиц от 30 до 50 кэВ мощностью от 0,3 до 1,0 МВт соответственно.

Проведена тщательная отбраковка разрядов для создания их репрезентативной выборки, отвечающей условиям квазистационарности и отсутствия запертой моды. В результате рассматриваемую базу данных составили 306 разрядов, насчитывающих 4885 профилей электронной температуры и концентрации плазмы. Температура электронов в центре плазмы превышала значение 1,6 кэВ при центральной плотности плазмы от  $5\cdot 10^{19}$  до  $1,2\cdot 10^{20}$  м<sup>-3</sup>. Энергозапас электронов, полученный интегрированием профиля электронного давления по объему плазменного шнура, достигал величины 6 кДж, и как правило был меньше половины полной энергии плазмы, определенной с помощью магнитных измерений. Температура электронов имеет сильную зависимость от магнитного поля и тока плазмы, и практически не зависит от плотности и мощности, вводимой в плазму. При этом зависимость от тока плазмы более ярко выражена, чем от магнитного поля. Анализ профилей температуры и плотности электронов показал, что для рассматриваемого набора данных пикированность профиля плотности зависит главным образом от коэффициента запаса устойчивости, а профиль температуры зависит в свою очередь от профиля концентрации как  $T_e = const \cdot n_e^{1.57}$ .

Работа выполнена с использованием оборудования УНУ "Сферический токамак Глобус-М", входящей в состав ФЦКП "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях". Эксперименты по нагреву плазмы выполнены при поддержке проекта FFUG-2021-0001. Измерения параметров плазменных разрядов выполнены при поддержке проекта FFUG-2024-0028. Анализ пространственных распределений температуры и концентрации электронов выполнен при финансовой поддержке РФФ, проект №24-12-00162.

### Литература

- [1]. V.V. Minaev, V.K. Gusev, N.V. Sakharov et al //Nuclear Fusion. – 2017. – Т. 57. – №. 6. – С. 066047
- [2]. Петров Ю.В. и др. Диагностический комплекс сферического токамака Глобус-М2. // Физ. плазмы, т.49, 12, 2023, с. 1249 – 1270

<sup>\*)</sup> DOI – тезисы на английском