измерения ИОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ плазмы СФЕРИЧЕСКОго ТОКАМАКа ГЛОБУС-М методом CXR СПЕКТРОСКОПИИ

Г.Ф. Авдеева1, И.В. Мирошников2, Н.Н. Бахарев1, Г.С. Курскиев1, В.Б. Минаев1, М.И. Патров1, Ю.В. Петров1, Н.В. Сахаров1, П.Б. Щеголев1

1Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,
 г. Санкт-Петербург, Россия
2Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
 г. Санкт-Петербург, Россия, galina.avdeeva@ioffe.ru

Настоящая работа посвящена измерениям ионной температуры плазмы сферического токамака Глобус-М в NBI разрядах методом спектроскопии перезарядки (CXRS [1]).

Глобус-М представляет собой сферический токамак с большим радиусом R = 36 см, малым радиусом a = 24 см, тороидальным магнитным полем Btor ≈ 0,4 Т [2]. Типичная температура ионов в омическом разряде ~200 эВ. Пучок нейтральных атомов (NBI) с поперечными размерами (на уровне e–1) 2 × 6 см инжектировался в тангенциальном направлении, энергия частиц пучка составляла 23 – 28 кэВ. Использовались две хорды наблюдения в экваториальной плоскости установки, одна из которых пересекает пучок NBI вблизи оси плазменного шнура при R = 40 см; вторая — при R = 45 cм. Для определения значений ионной температуры проводились измерения контура линии свечения водородоподобного иона углерода СVI (5290,5 Å) с высоким спектральным разрешением в трех различных режимах работы токамака (I = 115 kA, <ne> =3,2 × 1019 м–3; I = 140 kA, <ne> = 3,5 × 1019 м–3; I = 200 kA, <ne> = 4 × 1019 м–3). Полученные значения температуры составляют ~300 – 450 эВ в центральной области плазмы. Погрешность измерений не превышает 50 эВ.

Сравнение данных CXRS и анализатора атомов перезарядки [3] демонстрирует неплохое согласие данных обеих диагностик. Значения ионной температуры, полученные в результате обработки активного сигнала CXRS диагностики (точки при R = 40 см и R = 45 см), пассивного сигнала CXRS (R ≈ 28 – 29 см и R ≈ 53 – 54 см) и данные анализатора атомов перезарядки (R = 32 см), позволяют восстановить профиль ионной температуры. Пассивный сигнал соответствует координате, где располагается максимум концентрации ионов C5+. Для ее определения использовались данные работ [4, 5], в которых показано, что она располагается в области, соответствующей электронной температуре Te ≈ 150 – 180 эВ. В результате сопоставления профилей ионной температуры с профилями электронной (по данным диагностики томсоновского рассеяния) видно, что к концу разряда профили приобретаю схожую форму. Форма профилей (ионной температуры) так же подтверждается моделированием с помощью численного кода ASTRA.

Литература

1. Isler R.C., 1987, Physica Scripta, 35(5), 650-661
2. Gusev V.K., et al., 2013, Nuclear Fusion 53, 093013
3. Bakharev N.N., et al., 2013, Tech. Phys. Lett. 39, 1085
4. Wagner D., 2013, Electron and impurity transport studies in the TCV tokamak, Poletechnique Federale de Lausanne 2013
5. Днестровский Ю.Н., Костомаров Д.П., Математическое моделирование плазмы, ВО «Наука», Москва, 1993, стр. 265-266.