НАБЛЮДЕНИЕ НЕМАКСВЕЛЛОВСКИХ СПЕКТРОВ МЯГКОГО РЕНТГЕННОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭЦР НАГРЕВА ПЛАЗМЫ В СТЕЛЛАРАТОРЕ Л-2М

А.И. Мещеряков, И.Ю. Вафин, Ю.А. Бурдаков

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия, meshch@fpl.gpi.ru

В последнее время на стеллараторе Л-2М проводятся эксперименты по ЭЦР нагреву и удержанию плазмы с высокой удельной мощностью PECRH/VP = (2.0 -2.5) МВт/м-3 [1]. В этих условиях представляет интерес вопрос о виде функции распределения электронов по энергиям. Из спектра мягкого рентгеновского излучения возможно определить не только наличие отклонений функции распределения от максвелловской, но и определить вид немаксвелловской функции распределения электронов по энергиям[2].

В данных экспериментах использован недавно созданный на стеллараторе Л-2М спектрометр мягкого рентгеновского излучения. Спектрометр регистрирует гамма кванты в диапазоне от 1кэВ до 20 кэВ, и имеет спектральное разрешение в энергетическом диапазоне источника 55Fe (Eγ =5.895 кэВ) равное 320 эВ. Отличительной особенностью этого спектрометра является его высокая выходная скорость счета: V = 2\*105 квантов в секунду. Это позволяет в течении квазистационарной части разряда, длящейся около 5 мс, набрать представительный спектр (3000-5000 квантов в спектре) за несколько импульсов установки.

Создание и нагрев плазмы осуществлялся с помощью двух гиротронов, мощности и частоты которых равны P1 = 270 кВт, F1 = 75 ГГц, P2 = 240 кВт, F2 = 71 ГГц соответственно. Величина магнитного поля в центре плазменного шнура равнялась B0 = 1.34 Т, что соответствует расположению резонансной зоны первого гиротрона в центре плазмы, а второго на половине радиуса шнура. Значение средней по центральной хорде плотности плазмы равнялось neº=º2.0\*1019 м-3.

На рисунке представлен спектр мягкого рентгеновского излучения, который имеет два наклона, соответствующие значениям температур основной массы электронов Te1 = 725 эВ и надтеплового “хвоста” Te2 = 2050 эВ. Точка излома спектра соответствует энергии E = 5 кэВ ( E/ Te1 = 7). Моделирование ЭЦР нагрева без учета релятивизма [3] показывает, что распределение электронов по энергиям имеет вид немаксвелловской функции с двумя линейными участками.

Литература

1. Г.М. Батанов, М.С. Бережецкий, В.Д. Борзосеков, Особенности удержания плазмы в стеллараторе Л-2М при удельной мощности ЭЦР нагрева до 2 МВт⋅м-3, XXXIX Международная конференция по физике плазмы и УТС, 2012.
2. С.Е. Гребенщиков, И.Ю. Вафин, А.И. Мещеряков, Ю.И. Нечаев. О процедуре восстановления функции энергетического распределения электронов из спектра мягкого рентгеновского излучения.// Физика плазмы, т 34, №11, с. 1 – 7.2008.
3. Ю.Н. Днестровский, Д.П. Костомаров, Математическое моделирование плазмы, М. Наука, 1993, стр.95-103.