Радиальное распределение продольного электрического поля в режиме омического нагрева плазмы в стеллараторе Л-2М

Мещеряков А.И., Вафин И.Ю., Гришина И.А.

Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, Москва, Россия

В экспериментах по ЭЦР нагреву плазмы на стеллараторе Л-2М наблюдается формирование немаксвелловских двухтемпературных спектров мягкого рентгеновского излучения (SXR спектров), механизм формирования которых пока не выяснен [1]. Для выяснения этого механизма важно установить, какая область плазмы является источником надтепловых электронов, дающих вклад в SXR спектр. С этой целью был создан сканирующий спектрометр, который позволяет измерять спектры мягкого рентгеновского излучения по различным хордам в поперечном сечении плазмы [2].

Работоспособность всех элементов сканирующего спектрометра проверялась в экспериментах на стеллараторе Л-2М в режиме омического нагрева. Эксперименты проводились при токе омического нагрева *Ip* = 18−20 кА и средней по центральной хорде плотности плазмы *n*e = (1,5−2,5)⋅1019 м−3. При пространственном сканировании в широком диапазоне измерены SXR спектры. Все спектры имеют линейные участки, которые начинаются от энергии примерно равной *E* = 1,5 кэВ, по наклону которых определялись температуры электронов в соответствующих радиальных координатах. На основании данных спектров построен профиль электронной температуры плазмы в режиме омического нагрева. Данный профиль хорошо аппроксимируется параболической функцией *T*e = *T*0⋅(1-x2,4)1.8.

В режиме омического нагрева, в вихревом электрическом поле происходит ускорение электронов, что, приводит к искажению функции распределения электронов по энергии и появлению убегающих электронов. В работах [3] показано, что отклонение спектра тормозного излучения электронов плазмы от максвелловского становится заметным, когда (ε)1/2(Wb/Te) ≈ 1, где ε = E/Ecr а Ecr = 4πe3neln(Λ)/Te критическое поле Драйсера. На основании этого выражения и экспериментально определенных величин энергии γ-квантов, начиная с которых можно считать заметными отклонения измеренных SXR спектров от максвелловского (величина Wb), были получены оценки для продольного электрического поля как функции малого радиуса плазмы. Оказалось, что в омическом режиме нагрева в плазме устанавливается однородное по радиусу распределение продольного электрического поля.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-02-00609).

Литература

1. А.И. Мещеряков, И.Ю. Вафин, И.А. Гришина, А.А. Летунов, М.А. Терещенко // Физика плазмы. 2017. Т. 43. № 6. С. 497.
2. А.И. Мещеряков, И.Ю. Вафин, И.А. Гришина// Приборы и техника эксперимента, 2018, № 6, С. 84-90.
3. M.Yu. Kantor, Review of Scientific Instruments, volume 72, Number 1, 2001, p.1162-1165.
4. M.Yu. Kantor, A.V. Altukhov, V.P. Belik, L.A. Esipov, D.V. Kouprienko, L.A. Smaenok, A.B. Yermolayev, 30th EPS Conference on Contr. Fusion and Plasma Phys., St. Petersburg, 11-17 July 2003 ECA Vol.27a, P-2.60.