Эмпирическая формула для профиля электронной температуры плазмы в омическом режиме в токамаке Т-10

Н.А. Кирнева, Э.О. Кулешин, Ю.Д. Павлов, В.М. Трухин, Е.В. Трухина

ИФТ НИЦ "Курчатовский институт", Москва, Россия, pavlov@nfi.kiae.ru

Для измерения электронной температуры плазмы в Т-10 в настоящее время используется многоканальная диагностика, основанная на измерении интенсивности излучения на второй гармонике электронно-циклотронной частоты и диагностика, основанная на измерении спектров мягкого рентгеновского излучения (в диапазоне энергий от 1 до 25 кэВ). В некоторых случаях, например, для проведения моделирования возможных параметров плазмы в предстоящих экспериментах или моделирования отклика диагностических систем удобно иметь некий скейлинг, эмпирическую формулу, которая позволит сопоставить предсказываемые моделью профили температуры с результатами уже имеющейся базы данных. Для того, чтобы получить такую формулу для омических режимов на установке Т-10 были проведены специальные эксперименты, результат которых представлен в данной работе. Эксперименты проводились на Т-10 в дейтериевой плазме. Измерения электронной температуры плазмы проводились на стационарной стадии разряда при неизменных во времени полном токе плазмы (Ip) и значении тороидального магнитного поля (BT). Линейная средняя плотность плазмы, определяемая по центральной хорде СВЧ-интерферометра, поддерживалась постоянной во времени. Анализ экспериментов показал, что изменение центральной электронной температуры с плотностью плазмы хорошо описывается следующей зависимостью:

 , (1)

где 

значение тока плазмы подставляется в кА, значение линейной средней плотности в 1019 м-3. Значения центральной электронной температуры плазмы, рассчитанные по формуле (1) хорошо согласуются с экспериментальными данными. Отклонение не превышает экспериментальной ошибки.

Во всех представленных режимах профиль температуры плазмы хорошо (отклонения меньше ошибки, связанной с погрешностью измерений и воспроизводимостью разряда) описывается формулой

 +Te(a), (2)

где 

Те(0) определена по формуле (1). Небольшая поправка Te(a) вводится для того, чтобы избежать равенства нулю температуры на границе. Значение Te(a) определяется по измерениям с помощью зондов, установленных на лимитере, и обычно составляет 20-40 эВ.

Применимость формул (1) и (2) было проверено с использованием импульсов из базы данных Т-10 в широком диапазоне параметров разряда.

Работа выполнена при поддержке Госкорпорации «Росатом» (Контракт No. H.4x.44.90.13.1101).

Литература

1. Greenwald M. et al Nuclear Fusion 28 (1988) 2199
2. Аликаев В.В., Борщеговский А.А., Волков В.В. и др., Физика плазмы 26 (2000) 991
3. Vershkov V.A. et al in Procs. of 28th EPS Conference on Control. Fusion and Plasma Phys., Funchal, 18-22 June 2001, ECA Vol. 25A (2001) 1273-1276