Поведение профилей ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ плазмы в экспериментах с вольфрамовым и литиевым лимитерами на токамаке Т-10

Соловьёв Н.А., Вершков В.А., Земцов И.А., Ключников Л.А., Крупин В.А., Немец А.Р., Плоскирев Г.Н., Плоскирев Е.Г., Сарычев Д.В., Сергеев Д.С.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», etheras@ya.ru

В настоящее время на токамаке Т-10 проводятся эксперименты с литиевым лимитером [1]. Параллельно изучается влияние примесного состава плазмы на процессы переноса, для чего необходимо, в частности, измерять пространственные распределения электронной температуры плазмы Te. Эту величину на Т-10 измеряют с помощью диагностик элекронно-циклотронного излучения (ЭЦИ), мягкого рентгеновского излучения и томсоновского рассеяния. В данной работе представлено описание модернизированной диагностики ЭЦИ на Т-10 и приведены результаты измерений профилей Te с помощью этой диагностики в режимах с чисто вольфрамовым лимитером и с дополнительным литиевым лимитером.

ЭЦИ измеряется в необыкновенной моде на 2-й гармонике и в обыкновенной моде на 1-й гармонике с помощью гетеродинных СВЧ-приёмников. Для используемых приёмников характерна температурная нестабильность, что вызывает необходимость их регулярной калибровки при помощи специальных импульсов с варьированием магнитного поля. Для снижения необходимой частоты калибровок диагностика была оборудована эталонными источниками шума. Кроме того, установлен дополнительный радиометр 3-мм диапазона.

В более ранних экспериментах наблюдалось, что профили электронной температуры в омическом режиме подобны профилям квадрата электронной плотности ne2(r) (измеряемой на Т-10 HCN-лазерным и СВЧ-интерферометрами). Однако в некоторых режимах с литиевым лимитером по спектрам ЭЦИ наблюдалось уширение профилей Te(r) по сравнению с профилями ne2(r), что связывается с уменьшением эффективного заряда плазмы и излучения на периферии. В самом деле, многоканальные болометрические измерения (с помощью пироэлектрических датчиков и детекторов AXUV) показали значительное уменьшение излучения примесей в центральной области и в меньшей степени — на периферии. Полученный результат свидетельствует об уменьшении поступления вольфрама в центральную область плазмы [1].

Представляет интерес исследование феноменологических зависимостей формы профилей электронной температуры и плотности от примесного состава плазмы, концентрации примесей и пространственного распределения радиационных потерь. В работе представлены предварительные данные по поиску таких зависимостей, существенных для проводимых на Т-10 исследований влияния примесного состава на процессы переноса [2].

Работа поддержана грантом РФФИ №18-32-00100.

Литература.

1. Review of recent experiments on the T-10 tokamak with all metal wall / V.A. Vershkov [и др.] // Nuclear Fusion. — 2017. — Т. 57. — № 10. — 102017 (15 с.)
2. Исследование примесного состава плазмы в экспериментах с углеродным, вольфрамовым и литиевым лимитерами на Т-10 / А.Р. Немец [и др.] // Вопросы атомной науки и техники. — 2017. — Т. 40. — № 2. — С. 23—28.