Возможности измерения электронной температуры плазмы ITER по потокам атомов с энергией выше энергии инжекции диагностического пучка

П.Р. Гончаров1, В.И. Афанасьев2, М.И. Миронов2, А.С. Наволоцкий2, В.Г. Несеневич2, М.П. Петров2

1Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра Великого,
 office@spbstu.ru
2ФТИ им. А.Ф. Иоффе, г. Санкт-Петербург, Россия, post@mail.ioffe.ru

Диагностика по потокам атомов изотопов водорода, испускаемых плазмой, [1] входит в состав диагностического комплекса ITER в качестве обязательной [2], ее основной задачей является измерение соотношения плотностей топливных изотопов nD/nT в центре и на периферии термоядерной плазмы. Кроме того, диагностика способна определять ряд дополнительных параметров плазмы [3]. Это представляет ценность для системы управления реактором, качество работы которой повышается в случае использования контролируемых параметров, измеренных независимыми методами.

Данная работа посвящена изучению возможности определения центральной электронной температуры средствами диагностики по потокам атомов. Физической основой такой возможности является диффузия в пространстве скоростей быстрых частиц, инжектируемых диагностическим пучком. В результате, на функции энергетического распределения быстрых частиц образуется «хвост» в области выше энергии инжекции [4]. Форма спектра в этой области, его наклон, связаны с температурой электронов, взаимодействие с которыми в основном и приводит к образованию «хвоста».

Для расчета ожидаемого сигнала атомных анализаторов, регистрирующих нейтральные атомы изотопов водорода, был выполнен расчет проникновения диагностического нейтрального пучка и взаимодействия пучковых частиц с частицами фоновой плазмы ИТЭРа. Были получены локальные функции распределения быстрых ионов пучка, которые использовались для расчета энергетического спектра атомов, измеряемого анализатором LENPA. Вычисления проводились для двух основных сценариев работы установки ITER — индуктивного и стационарного. Сделана оценка чувствительности сигнала анализатора к изменению электронной температуры. Таким образом, изучена возможность расширенного применения диагностики по потокам атомов изотопов водорода на ITER.

Литература

1. Mironov M.I. et al. Plasma Phys. Control. Fusion 52 (2010) 105008
2. ITER Physics Basis. Chapter 7, Nucl. Fusion 47 (2007) S337–S384
3. Nesenevich V.G. et al. Plasma Phys. Control. Fusion, 56 (2014) 125002
4. Cordey J.G. and Core Phys.Fl. 17 (1974) p.1626