

ВЛИЯНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ВОЗБУЖДЕНИЯ ОТ ЭНЕРГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ ИТЭР ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АКТИВНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ^{*)}

Павлова Г.С., Тугаринов С.Н., Шабашов А.Ю., Звонков А.В.

*Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»
«Проектный центр ИТЭР», г. Москва, Россия, g.pavlova@iterrf.ru*

На токамаке ИТЭР планируется проводить измерения параметров плазмы с помощью диагностики «Активная спектроскопия» [1, 2]. Эта диагностика позволяет определить концентрацию легких ионов в плазме, их температуру и скорость движения с помощью анализа спектра излучения перезарядки, возникающего при прохождении через плазму высокоэнергетического пучка нейтральных атомов.

Профиль спектральной линии активной перезарядки, по которой и определяются параметры плазмы, может искажаться из-за влияния различных эффектов, таких как, например, эффект гало [3] и зависимость скоростного коэффициента возбуждения перехода от энергии взаимодействия атома пучка и иона плазмы (в англоязычной литературе этот эффект называется cross-section effect) [4]. Влияние эффекта cross-section становится заметным в тех случаях, когда температура плазмы сопоставима с энергией инжектируемого в плазму пучка, и уже нельзя предполагать, что энергия столкновения иона плазмы и атома пучка равна энергии пучка. Из-за того, что скоростной коэффициент возбуждения перехода зависит от энергии столкновения частиц, для тепловых ионов, имеющих разные скорости, вероятность перезарядиться на атоме пучка и излучить фотон различается. Поэтому доплеровский профиль спектральной линии активной перезарядки может искажаться, что приводит к возникновению дополнительной погрешности при определении параметров плазмы.

В этой работе с помощью моделирования в кодах SOS [5] и FIDASIM [6] были оценены погрешности, вносимые эффектом cross-section в измерение параметров плазмы с учётом эффекта гало. Моделирование проводилось для диагностической системы CXRS Edge токамака ИТЭР. Было получено, что в некоторых случаях эффект может привести к увеличению наблюдаемой скорости в несколько раз и понижению наблюдаемой температуры на 15%.

Работа выполнена в соответствии с государственным контрактом от 18.01.2023 № Н.4а.241.19.23.1014 "Разработка, опытное изготовление, испытание и подготовка к поставке специального оборудования в обеспечение выполнения российских обязательств по проекту ИТЭР в 2023 году".

Литература

- [1]. Fonck R.J., Darrow D.S., and Jaehnig K.P., Phys. Rev., 1984, A 29, 3288.
- [2]. Isler R.C., Plasma Phys. Controlled Fusion, 1994, 36, 171.
- [3]. Hogan J.T., Journal of Nuclear Materials, 1982, 111 & 112, 413-419.
- [4]. Howell R.B., В: Review of Scientific Instruments, 1988, 59.8, 1521—1523.
- [5]. von Hellermann M. et al, Atoms, 2019, 7, 30.
- [6]. Geiger B. et al, Plasma Physics and Controlled Fusion, 2020, 62, 105008.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)