

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АКТИВНЫХ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ТОКАМАКЕ EAST С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИТЭР-ПОДОБНОГО МНОГОКАНАЛЬНОГО HES-СПЕКТРОМЕТРА ^{*)}

Павлова Г.С., Тугаринов С.Н., Кузьмин Н.В., Серов В.В.

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

Активная спектроскопическая диагностика (в англоязычной литературе CXRS – Charge eXchange Recombination Spectroscopy) [1] широко применяется на современных токамаках для измерения параметров плазмы. Эта диагностика позволяет определять параметры плазмы с помощью анализа спектров излучения, возникающего при прохождении высокоэнергетического пучка атомов через плазму. Полностью ионизованные легкие примеси плазмы перезаряжаются на атомах пучка, в результате чего появляется спектральная линия активной перезарядки, которую можно аппроксимировать функцией Гаусса, и по уширению линии определить ионную температуру плазмы, по её сдвигу – скорость направленного движения излучающих ионов, а по интенсивности – их концентрацию. При этом измерения являются локальными, так как излучение активной перезарядки собирается из небольшой области пересечения пучка атомов и линии наблюдения.

Для активной спектроскопии на ИТЭР был разработан многоканальный спектрометр HES (High Etendue Spectrometer) [2], который позволяет проводить измерения сразу в нескольких спектральных диапазонах и обладает высокими светосилой и разрешением. В конце 2023 года двухканальный HES с «зеленым» каналом, в диапазон (523 – 530 нм) которого попадает линия C VI (8 – 7) с длиной волны 529,1 нм, и «красным» каналом, в диапазон (652 – 661 нм) которого попадает спектр H-альфа (3 – 2) 656,3 нм, был отправлен на токамак EAST, где он использовался для проведения активных спектроскопических измерений на нагревном пучке в двух точках наблюдения с малыми радиусами $r = 0,16a$ и $r = 0,55a$.

В этой работе описаны результаты обработки спектров, полученных в разрядах токамака EAST с помощью HES. Для их анализа применялись два разных метода: вычитание пассивных кадров (когда пучок выключен) из активных (когда пучок работает) для выделения спектральной линии активной перезарядки, а также фиттинг активных и пассивных линий спектра набором из нескольких функций Гаусса в коде CXSFIT [3]. Полученные в результате ионные температуры плазмы находятся в хорошем согласии со значениями ионной температуры, измеренными диагностикой мягкого рентгеновского излучения плазмы XCS (X-ray Calorimeter Spectrometer).

Работа выполнена в соответствии с государственным контрактом от 20.03.2024 № Н.4а.241.19.24.1024 "Разработка, опытное изготовление, испытание и подготовка к поставке специального оборудования в обеспечение выполнения российских обязательств по проекту ИТЭР в 2024 году".

Литература

- [1]. Fonck R.J., Darrow D.S., and Jaehnig K.P., Phys. Rev., 1984, A 29, 3288.
- [2]. Кузьмин Н.В. и др., Приборы и техника эксперимента, 2023, № 6, с. 85–97.
- [3]. Delabie E. et al, Rev. Sci. Instrum., 2024, v. 95, 083536; doi: 10.1063/5.0219427.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)