Диагностика гелия в диверторной плазме ИТЭР методом лазерной индуцированной флуоресценции

Горбунов А.В., Левашова М.Г., Лисица В.С., Вуколов К.Ю., Мухин Е.Е.1, Толстяков С.Ю.1

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, РФ, [alexeygor@mail.ru](mailto:alexeygor@mail.ru)  
1ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, РФ

Диагностика на основе лазерно-индуцированной флуоресценции (ЛИФ) является активным методом измерения параметров плазмы, позволяющим получать локальные значения концентрации и температуры атомов и ионов. Измерение содержания гелия (*nHe*) в диверторной плазме ИТЭР является одной из поставленных перед диагностикой задач [1]. Стандартная схема ЛИФ измерений основана на дополнительном заселении возбужденных состояний атома / иона в результате воздействия лазерного излучения с длиной волны, соответствующей одному из переходов между возбуждёнными состояниями, и последующей регистрацией изменения светимости на том же либо другом переходе [2]. Для условий диверторной плазмы ИТЭР с высокой плотностью (*ne* = 1019-5∙1021 м-3) и широким диапазоном температуры (*Te* = 0-200 эВ) более перспективным является наблюдение линий ионизованного гелия, по сравнению с линиями атомарного, поскольку концентрация ионов доминирует для большинства участков диагностических хорд наблюдения [3].

В работе представлена методика ЛИФ диагностики атомарного и водородоподобного гелия в диверторной плазме ИТЭР. Для атомарного гелия проведено сравнение различных спектроскопических схем ЛИФ измерений, на основе которого выбраны схемы с наибольшими ожидаемыми сигналами флуоресценции. Диагностику ионов гелия предлагается проводить на основе тушения наиболее интенсивной линии видимого диапазона спектра 468,6 нм (переход *n* = 4 → 3). С помощью столкновительно-излучательной модели были рассчитаны распределения светимости линий He II по сечению установки и интегральные сигналы вдоль хорд наблюдения для DT сценариев работы ИТЭР. Ожидаемые сигналы в результате уменьшения светимости линии 468,6 нм при лазерном возбуждении на уровни *n* = 5 (1012,3 нм) и *n* = 7 (541,2 нм) были рассчитаны с помощью одномерной (*n*-) и двумерной (*nl*-) столкновительно-излучательных моделей [4].

Выполненные расчёты показывают, что ЛИФ метод измерений позволит проводить диагностику атомарного гелия вблизи страйк-точки и вдоль внешней мишени дивертора, где концентрация атомов гелия *nHeI* > 1017 м-3. Диагностика водородоподобного иона гелия будет возможна в нижней и центральной области зондирования плазмы, используя метод тушения линии 468,6 нм.

Работа выполнена при частичной поддержке государственной корпорации «Росатом» в рамках государственного контракта № Н.4а.241.9Б.17.1001 от 31.01.2017.

Литература.

1. A.J.H. Donné, A.E. Costley, R. Barnsley, H. Bindslev et al., Nucl. Fusion, 2007, 47, p. S337-S384
2. T.G.M. Freegarde and G. Hancock, *A guide to laser-induced fluorescence diagnostics in plasmas*, J. Phys. IV France 7 (1997), p. 4-15
3. H.D. Pacher, A.S. Kukushkin, G.W. Pacher, et al., J. Nucl. Mater. 463 (2015) 591–595
4. М.Б. Кадомцев, М.Г. Левашова, В.С. Лисица, *Универсальная двумерная кинетика заселенностей ридберговских атомов в плазме*, Письма в ЖЭТФ, 2007, 85, с. 599-603