Проект ЛИФ диагностики для сферического токамака ГЛОБУС-М

А.В. Горбунов, 1Г.С. Курскиев, К.Ю. Вуколов, 1С.Ю. Толстяков, 1Ан.П. Чернаков, 1Е.Е. Мухин, 2Е.Б. Берик

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, РФ, alexeygor@mail.ru
1ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, РФ, gleb.kurskiev@gmail.com
2ESTLA Ltd., Тарту, Эстония, estla@estla.com

Диагностика на основе лазерной индуцированной флуоресценции (ЛИФ) в плазменных установках может применяться для локальных измерений концентраций и температур атомов и ионов [1,2], скоростей движения макроскопических образований в плазме [2], для исследования кинетики атомных процессов [3], измерения электрического и магнитного полей по форме спектральных линий [4,5] и других задач. Метод основан на лазерной накачке определённого перехода между возбуждёнными состояниями атома/иона и последующей регистрации флуоресцентного излучения на том же, либо другом переходе.

В качестве источников лазерной накачки могут использоваться перестраиваемый в видимой и ближней ультрафиолетовой области импульсный лазер на красителях, оптический параметрический генератор (ОПГ), либо Ti:Sapphire лазер. Для измерения концентраций хорошо подходит Nd:YAG лазер с ОПГ: простая и удобная в использовании система с широкой лазерной линией, работающая в диапазоне 210 – 2500 нм. Лазеры на красителях позволяют получать как узкую (3-5 пм), так и широкую (до 300 пм) линию и применяются в задачах, требующих плавной перестройки длины волны (измерения температуры, скоростей и др.). Для выделения интересующих линий наблюдения сигналов обычно используются спектрометры на основе интерференционных фильтров в силу их хорошего пропускания, а для регистрации ЛИФ сигналов в видимом и ближнем УФ спектре, как правило, применяются фотоэлектронные умножители (ФЭУ).

На токамаке Глобус-M с помощью ЛИФ диагностики планируется измерять распределение концентрации атомарного гелия (дополнительная инжекция, либо в гелиевых режимах работы установки) для изучения ионизационно-рекомбинационных процессов в диверторной области. При достаточном уровне сигналов флуоресценции и одновременной регистрации синглетных и триплетных линий He I возможна оценка электронной температуры и плотности. В случае высокого уровня примесей в диверторной области, в первую очередь углерода, также планируются измерения концентрации и по возможности температуры ионов углерода. Ввод лазерного пучка в диверторную область установки будет осуществляться через нижний патрубок камеры совместно с лазерным пучком диагностики томсоновское рассеяние (ТР). Для наблюдения сигналов будет использоваться система сбора диагностики ТР. Совместное размещение ЛИФ и ТР оборудования на Глобусе позволит отработать схему интеграции диагностик для ИТЭРа.

В докладе описаны физические задачи ЛИФ диагностики и условия их реализации, состав и размещение оборудования на установке, приведена оптическая схема зондирования диверторной плазмы, сделаны оценки сигналов ЛИФ.

Работа выполнена при частичной поддержке государственной корпорации «Росатом» в рамках контракта № Н.4к.52.9Б.14.1002 от 31.12.2013.

Литература.

1. Muller C.H., Eames D.R., Burrell K.H. *et al.*, J. Nucl. Mater., 1982, vol. 111-112, pp. 56-60
2. Chakraborty T.S., McCarren D., Lee T. *et al.*, Phys. Plasmas, 2002, vol. 19(8), pp. 082102
3. Burrrel C.F., Kunze H.J.. Phys.Rev.Lett., 1972, vol. 28, 1
4. Bychkov S., Nedospasov A., Sergienko G., J. Nucl. Mater., 2009, vol. 390-391, pp. 1123-26
5. Takiyama K., Watanabe M., Oda T., J. Nucl. Mater., 1999, vol. 266-269, pp. 953-957