Макетирование диагностики томсоновского рассеяния дивертора ИТЭР на токамаке Глобус-М

В.В. Солоха1, Е.Е. Мухин1, Г.С. Kурскиев1, С.Ю. Толстяков1, А.Н. Баженов1, И.М. Букреев1, А.М. Дмитриев1, М.М. Кочергин1, А.Н. Коваль1, А.Е. Литвинов1, С.В. Масюкевич2, А.Г. Раздобарин1, Д.С. Самсонов1, В.В. Семенов1, П.В. Чернаков1, Ал.П. Чернаков2, Ан.П. Чернаков2

1Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия,
 v.solokha@spbstu.ru
2ЗАО Спектрал-Тех, г. Санкт-Петербург, Россия

Доклад посвящен подготовке диагностической системы томсоновского рассеяния (ТР) в диверторной области токамака Глобус-М, предназначенной для измерения пространственного распределения температуры и концентрации электронов в диверторной области токамака. В зависимости от магнитной конфигурации плазменного шнура область измерений будет располагаться как внутри последней замкнутой магнитной поверхности, так и в пристеночной области. Ожидаемые значения электронной температуры находятся в диапазоне 10 – 400 эВ что соответствует диапазону характерному для диверторной плазмы токамака ИТЭР в то время как значения электронной плотности могут быть на порядок ниже, что делает условия проведения эксперимента более сложными. Для зондирования будет применен Nd:YAG лазеp на длине волны 1064 нм и длительностью импульса ~5 нс с энергией ~2 Дж. Дополнительно предполагается использование лазеров Nd:YLF 1047 нм и Nd:YAG 946 нм для апробации возможности калибровки регистрирующей аппаратуры по сигналу томсоновского рассеяния. Зондирование осуществляется вертикально в полоидальном сечении, сбор рассеянного излучения производится из нижнего вертикально расположенного порта. Затрудненный доступ к диверторной области привел к необходимости располагать оптические элементы системы сбора как вне, так и внутри вакуумной камеры. Первый оптический элемент расположен в непосредственной близости от плазмы, такая конфигурация позволяет обеспечить достаточно большой телесный угол сбора света ~0,02 стер вдоль лазерной хорды протяженностью 120 мм в области X-точки. Оптоволоконная линия, предназначенная для передачи собранного излучения на регистрирующую систему, определяет пространственное разрешение размером ~10 мм. Для анализа уширенного контура рассеяния используется многоканальный фильтровый спектрометр. Оцифровка сигналов томсоновского рассеяния будет проводиться в осциллографическом режиме работы, как с применением традиционного подхода использующего быстрый АЦП (12 бит с тактовой частотой 2 ГГц), так и регистратором на основе аналоговой памяти (3 – 5 ГГц). Новый подход к оцифровке томсоновского сигнала позволит не только проводить более качественные исследования на токамаке Глобус-М, но и отработать основные узлы регистрации спектрально-аналитической аппаратуры диагностики дивертора ИТЭР в плазменном эксперименте. Полученный в ходе разработки данной диагностики опыт необходим для испытания как непосредственно опытных образцов диагностической аппаратуры, так и методов обработки данных, юстировки и калибровки системы.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Государственной корпорации по атомной энергией «Росатом» (ГК от 31.12.2013  № Н.4к.52.9Б.14.1002) и Министерства образования и науки РФ (Соглашение № 14.619.21.0001, уникальный идентификатор проекта RFMEF161914X0001)