HFS рефлектометрия ИТЭР: статус работ

В.А. Вершков, Д.А. Шелухин, Д.В. Сарычев, В.В. Лукьянов, Г.Ф. Субботин

Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский Институт», Москва, Российская Федерация, D.Shelukhin@fc.iterru.ru

Основной задачей рефлектометрии со стороны сильного магнитного поля (HFS рефлектометрия) в ИТЭР будет измерение профиля электронной плотности. Настоящий доклад посвящен обзору статуса работ по диагностике HFS рефлектометрия ИТЭР.

В соответствии с утвержденным МО ИТЭР планом работ основное внимание в настоящее время уделяется созданию внутрикамерных элементов диагностики. Были разработана новая конструкция узла антенны, поворота 90 градусов и крепления к вакуумной камере ИТЭР. Проведены расчеты электромагнитных и тепловых нагрузок на узел. Изготовлен макет антенны с использованием технологии селективного лазерного плавления. Макет поворота большой кривизны изготовлен с использованием технологии высокоскоростной фрезеровки и лазерной сварки. Так как в предложенной МО ИТЭР конструкции крепления антенного узла механические нагрузки при срыве превышали предельные нагрузки для стали SS316L, было предложено использовать изолирующее покрытие для снижения наведенных токов.

Одной из ключевых проблем при создании диагностики стало создание нержавеющего волновода с внутренним медным покрытием. Изготовленный макет волновода продемонстрировал потери сигнала в рабочем диапазоне частот, близкие к потерям в медном волноводе. Медное покрытие обладает высокой адгезией и низкой шероховатостью.

Вакуумный барьер для вакуумных окон диагностики был изготовлен в CCFE (Великобритания). В настоящее время совместно с МО ИТЭР ведется проработка и оптимизация конструкции сборки вакуумного окна.

Разработана и изготовлена система сложения СВЧ излечения для трех частотных диапазонов на основе периодических диэлектрических структур. Тестирование показало, что потери в системе составляют около 1-1.5 дБ в середине частотного диапазона.

Продолжаются работ по созданию макетов управляющей электроники и их тестированию. Изготовлен усовершенствованный макет задающего СВЧ модуля диагностики, включающего систему управления, СВЧ генератора, квадратурные детекторы, генераторы промежуточной частоты. Изготовлены и испытаны модули умножителей и приемников для частотных диапазонов K (18 - 26.5 ГГц), Ka (26.5 - 40 ГГц) и U (40-60 ГГц).

На установке Т-10 успешно продемонстрирована работа рефлектометра для измерения профиля плотности со стороны сильного магнитного поля на необыкновенной волне. Достигнуто временное разрешение около 100 мкс и пространственное разрешение 0.5 см. Проведено тестирование рефлектометра на фиксированной частоте для измерения турбулентности.

Для стенда рефлектометрии ИТЭР изготовлена и собрана безэховая камера с полномасштабными макетами модулей бланкета и отражающего зеркала, имитирующего плазму.

Также в работе будут обсуждаться планы работ по дальнейшей разработке диагностики.