Развитие системы рефлектометрии ИТЭР со стороны сильного поля (HFSR) за счёт прямых измерений интегральной средней плотности со стороны слабого поля

А.А. Петров, В.Г. Петров, \*В.А. Вершков, \*Д.А. Шелухин, \*Д.В. Сарычев, \*Г.Ф. Субботин

ФГУП «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», г. Москва, г. Троицк, Россия, [petroff@triniti.ru](mailto:petroff@triniti.ru)  
\*ИФТ НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, [vershkov@nfi.kiae.ru](mailto:vershkov@nfi.kiae.ru)

Разработка системы рефлектометрии ИТЭР со стороны сильного поля (HFSR) поручена России. Система неоднократно обсуждалась на ITPA, прошла CDR (Conceptual Design Report) в центральной команде IO (ITER Organization) [1]. Результаты тестирования макетов модулей системы на Т-10 в ИТЕРоподобной конфигкрации (Х-мода зондирования со стороны сильного поля в диапазонах К и Кα) и алгоритма восстановления профиля плотности обсуждались на XV Всероссийской конференции «Диагностика высокотемпературной плазмы» ДВП-15, 3-7 июня 2013г., Звенигород [2].

Перед HFS рефлектометрией ИТЭР стоят многообразные задачи:1) детальное измерение динамики профиля плотности плазмы - как в периферийной области, так и в центральной части плазменного шнура; 2) изучение флуктуаций плотности корреляционными методами как в полоидальном, так и в тороидальном измерениях; 3) измерения интегральной плотности вдоль направления наблюдения [3].

Решение этих задач требует комплексного подхода, включающего не только по возможности высокий уровень используемой СВЧ-аппаратуры, но и специальных схемотехнических решений, включающих в себя дублирование и размещение приёмо-передающей аппаратуры в различных диагностических сечениях по обходу тора. В частности, для наилучшего решения проблемы измерения интегральной плотности вдоль направления наблюдения и предлагается размещение приёмо-передающей аппаратуры со стороны слабого поля в диагностическом сечении #8. При этом в минимальной конфигурации достаточно размещения одного приёмника соответствующего диапазона длин волн, который будет принимать ту часть излучаемой HFSR СВЧ-мощности, которая попадёт в «окно прозрачности» для Х-волны [4].

В работе рассматриваются особенности предлагаемой схемы измерений, анализируются преимущества работы рефлектометра в рефрактометрическом режиме в однопроходной схеме (лучшее отношение сигнал/шум, устойчивость приёма при вертикальных перемещениях плазменного шнура).

Отмечается расширение потенциальных возможностей при измерении профиля плотности за счёт объединения локальных и интегральных измерений плотности в рамках единой системы уравнений. При этом также существенно расширяется семейство моделей профилей плотности («полые» профили также становится возможно обоснованно рассматривать в качестве модельных при поисках решения системы в виде псевдорешения).

Сравниваются различные конфигурации аппаратуры для реализации поставленной задачи. Намечаются пути решения и оценивается объём предварительных работ, которые необходимо провести для обоснования предложения – расчёт распространения излучения для различных сценариев разряда ИТЭР, интеграция антенно-волноводного тракта в порт-плаг восьмого сечения и т.д.

Делается вывод о целесообразности расширения системы рефлектометрии ИТЭР со стороны сильного поля (HFSR) за счёт включения в состав измерительного комплекса приёмо-передающего оборудования со стороны слабого поля.