Возможности рефлектометрии на установке Т15-МД [[1]](#footnote-1)\*)

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

Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт", [subbotingf@gmail.com](mailto:subbotingf@gmail.com)

Опыт исследования транспортных процессов в высокотемпературной плазме токамаков показывает, что недиффузионный перенос и турбулентность играют большую роль в переносе частиц и тепла в разряде. Для исследования турбулентных процессов в плазме применяются различные диагностики: зондирование плазмы пучком тяжелых ионов, активная рекомбинационная спектроскопия, рефлектометрия, зонды Ленгмюра и др. Рефлектометрия является активной диагностикой, использующей отражение от плазмы зондирующего сигнала в СВЧ диапазоне. Электромагнитная волна заданной частоты отражается от слоя плазмы, положение которого зависит от локальных значений электронной плотности, температуры и магнитного поля. Анализ отраженного сигнала позволяет судить о параметрах плазмы. Основной вклад в сигнал вносят возмущения в области плазмы вблизи критического слоя, что позволяет проводить измерения с высоким пространственным и временным разрешением. Современные СВЧ генераторы позволяют с высокой скоростью менять частоту зондирушего сигнала. Это дает возможность изменять частоту во время разряда и проводить измерения в различных областях плазменного шнура в течении одного разряда. Ранее были реализованы системы быстрого сканирования, которые позволяют проводить измерения профиля электронной плотности плазмы.

На установке Т15МД предполагается использование как рефлектометрической диагностики на постоянной частоте, так и системы с изменяемой частотой зондирующего сигнала во время разряда. Для определения оптимальных параметров планируемой системы, были произведены оценки положений области отражения сигнала диагностики для обыкновенной и необыкновенной волны в режиме с магнитными полями 1, 1.5 и 2 Т. Анализ показал, что при проведении измерений на обыкновенной волне основном рабочем режиме установки (2Т) доступной оказывается часть шнура со стороны высокого магнитного поля и часть градиентной области со стороны низкого магнитного поля. При этом существует область со стороны слабого магнитного поля, недоступная для наблюдения из-за наличия резонанса на электронной циклотронной частоте. Следует отметить, что проводить измерения со стороны слабого магнитного поля на обыкновенной волне в этой области будет возможно при условии, что ослабление сигнала за счет поглощения в электронно-циклотронном резонансе будет не велико. При использовании нижней отсечки необыкновенной волны для наблюдения доступна большая часть плазменного шнура. Так же при более низких значениях магнитного поля возможно проведение измерений с использованием верхней отсечке необыкновенной волны.

Предполагается использование 4 блоков антенн (3 со стороны низкого магнитного поля и 1 со стороны высокого магнитного поля), что позволит проводить как корреляционные измерения параметров турбулентности, так и измерения с быстрой перестройкой зондирующей частоты в нескольких измерительных диапазонах для измерения профиля электронной плотности. С использованием оборудования применявшегося ранее на установке Т-10, систем управления и СВЧ генераторов возможно проводить измерения в диапазоне от 9 до 60 ГГц. В качестве одной из перспективных возможностей рефлектометрии на Т15 можно так же рассматривать медленный сканирующий режим для определения спектров флуктуаций электронной плотности плазмы на различных радиальных позициях за короткий промежуток времени (десятки миллисекунд). Для этого в систему сбора данных включены 16-и битные АЦП с полосой 10 МГц.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/en/BV-Subbotin_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)