Одновременные измерения плотности плазмы рефрактометром и рефлектометром на токамаке Т-11М

В.Г. Петров, А.А. Петров

Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, г. Троицк, Московская область, Россия, [vpetrov@triniti.ru](mailto:vpetrov@triniti.ru)

В данной работе описаны эксперименты, проведенные на токамаке Т-11М по одновременным измерениям плотности плазмы рефрактометром [1, 2] и рефлектометром. Как известно, реф­лектометрия и рефрактометрия плазмы в какой-то мере являются дополняющими друг дру­га методиками. Рефлектометрия плазмы, являясь локальной методикой изме­рения плотности, плохо измеряет профили плотности вблизи центра плазменного шнура и, тем более, не может измерять провальные профили. Кроме того, она да­ет информацию о профиле только со стороны зондирования. Это затрудняет оценку средне­хордовой плот­но­сти. С другой стороны, рефрактометрия плазмы позволяет опре­де­лять интеграл плотности по хор­де зондирования и по­вы­шать качество измерения профиля плотности рефлектометром, осо­бенно в режимах с плос­ки­ми профилями (например, в ИТЭР). Также такая схема сов­мест­ного применения реф­лек­то­мет­рии и рефрактометрии была бы полезной в режимах с по­вы­шенным уровнем тур­булент­но­сти плазмы и в режимах с провальными про­фи­ля­ми плот­но­сти. В случае двух- или многочастотного зондирования рефрактометр, кроме ин­теграла плот­но­сти, позволяет еще оценить и фактор пикированности профиля плотности [3].

Недавно было предложено расширить проект рефлектометра ИТЭР со стороны сильного маг­нитного поля (HFS-рефлектометр ИТЭР), дополнив его так, чтобы была возможность ра­бо­­ты данной системы в режиме рефрактометра — на просвет [4], используя окно проз­рач­но­сти плазмы ИТЭР на необыкновенной волне между нижней и верхней частотами отсечки (40 – 110 ГГц). Такое расширение требует установки антенной системы со стороны слабого маг­нитного поля для ввода/приема микроволнового излучения, при этом для приема/ввода про­шедшего через плазму излучения можно будет использовать штатные приемные антенны HFS-рефлектометра ИТЭР.

В работе описана схема экспериментов. Зондирование плазмы проводилось в биста­ти­че­ской конфигурации примерно по горизонтали, при этом для рефлектометра использовались 2 ан­тен­ны, расположенные в районе экваториальной плоскости и направленные в центр плаз­мен­ного шнура (в точку R = 70 см, где R — большой радиус токамака), для генератора — та из них, что расположена точно в эква­ториальной плоскости, а для приемника — отстоящая при­мер­но на 3.5 см в полоидальном на­правлении (под углом 6 ° к горизонтали). Для реф­рак­то­мет­ра использовалась 2 антенны, рас­положенные симметрично экваториальной плоскости то­камака на расстоянии примерно 14 см (14°) в полоидальном направлении друг от друга и направленные на вертикальную ось ва­куум­ной камеры (в точку R = 0). Апертуры антенн — 28 мм в свету. Параллельно в этих экс­пе­риментах проводились также измерения плотности с помощью Коттон-Мутон поля­ри­метра [5].

Приведено описание приборной части, а также проводится обсуждение полученных в экспериментах результатов.

Литература

1. Petrov A.A., Petrov V.G. Rev. Sci. Instrum. 74, **2003**. P.1465.
2. Петров А.А., Петров В.Г., Малышев А.Ю. и др. Физика плазмы, т. 32, №4, **2006**. С. 346.
3. Петров В.Г., Малышев А.Ю., Марков В.К. и др. Физика плазмы, т. 38, №4, **2012**. С. 376.
4. Krasilnikov A.V., Kaschuck Yu.A., Vershkov V.A., Petrov A.A., Petrov V.G., Tugarinov S.N. International Conference on Fusion Reactor Diagnostics, Varenna, Italy September 9–13, 2013.
5. Петров В. Г., Петров А. А., Малышев А. Ю. и др. Физика плазмы, т. 30, №2, **2004**. C. 129.