Статус диагностики томсоновского рассеяния плазмы в диверторе ИТЭР

Г.С. Kурскиев, Е.Е. Мухин, С.Ю. Толстяков, В.В. Семенов, М.М. Кочергин, А.Н. Коваль, А.Е. Литвинов, А.Г. Раздобарин, С.В. Масюкевич, П.В. Чернаков, И.М. Букреев, Д.С. Самсонов

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, С.-Петербург, Россия, Gleb.Kurskiev@gmail.com

Данная работа посвящена разработке диагностического комплекса томсоновского рассеяния дивертора (ДТР) токамака ИТЭР. Диагностика наружной «ноги» дивертора к настоящему моменту времени представлена системой томсоновского рассеяния в классическом исполнении, когда зондирующий пучок лазера и ось системы сбора света практически перпендикулярны. Такая система удовлетворяет требованиям мониторинга и, возможно, управления балансом "энерговыделение на диверторной пластине / радиационные потери". В этой связи первостепенной задачей диагностики ТР в наружной «ноге» является измерение пространственного распределения электронной температуры и концентрации в полоидальном сечении на большом протяжении вдоль диверторной пластины. Важным требованием является необходимость измерений в нижней части диверторной «ноги». Это позволит надежно контролировать режимы с разной степенью изоляции пластин от плазмы, вплоть до полного её отрыва от диверторной пластины. Сбор рассеянного лазерного излучения предполагается производить через щелевой зазор между диверторными кассетами.

Официальные требования к точности измерения представлены в таблице 1. На низкотемпературном пределе соответствующем области с превалирующей рекомбинацией, требования к точности измерения электронной температуры уменьшены. Это связано как со сложностью измерения сверхнизких электронных температур, так и с тем, что скорость рекомбинационных процессов играющих важную роль в кодах используемых для расчета диверторной плазмы, резко возрастает при Te < 0.5 эВ по сравнению с интервалом ~0.5 ‑ 1.0 eV.

Таблица 1. Требования к ДТР

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Measurement | Parameter | Range or Coverage | Time or Frequency | Accuracy |
| [Divertor electron parameters](https://user.iter.org/?uid=3QJBKW) | neTe | [1019 - 1022 m-3](https://user.iter.org/?uid=3QBEN2)1-200eV0.3-1eV  | 20 ms / 50 Hz20 ms / 50 Hz | 20%20%0.2eV |

Разработка диагностического комплекса для исследования режимов работы дивертора методом ТР, а также макетирование основных подсистем диагностики имеет большое практическое значение, как для развития данной диагностики, так и для проектирования диагностических комплексов современных токамаков и токамаков будущего. В частности, проблема запыления оптических компонент продуктами эрозии диверторных пластин, решаемая в рамках создания диагностики ТР, также остро стоит и для других диагностик, имеющих оптические элементы внутри вакуумного объема.

В работе рассматривается современное состояние разработки систем диагностического комплекса ТР в диверторе токамака ИТЭР.

Работа выполняется в рамках Государственного контракта № Н.4к.52.90.11.1151 от 28.04.2011 между Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» и Частным учреждением Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» «Проектный центр ИТЭР».