методика расчета точности томсоновской диагностики немаксвелловской плазмы в токамаках-реакторах

П.А. Сдвиженский1, А.Б. Кукушкин1,2, Г.С. Курскиев3, Е.Е. Мухин3, М. Бассан4

1НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, [sdvinpt@gmail.com](mailto:sdvinpt@gmail.com)  
2Национальный исследовательский университет «МИФИ», Москва, Россия  
3Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, С.-Петербург, Россия  
4ITER Organization, Route de Vinon sur Verdon, St Paul Lez Durance, France

При диагностике высокой электронной температуры *Т*е центральной плазмы в токамаках-реакторах (ДЕМО и ИТЭР) с помощью томсоновского рассеяния приходится работать в ограниченном спектральном диапазоне сильно уширенного спектра томсоновского рассеяния и учитывать возможное отклонение функции распределения электронов по скоростям (ФРЭС) от максвелловской в условиях сильного дополнительного нагрева. По результатам исследования [1] возможностей повышения точности томсоновской диагностики центральной плазмы были предложены (а) использование нескольких зондирующих длин волн с целью увеличения количества сигналов от различных спектральных каналов и (б) интерпретация данных томсоновской диагностики в случае немаксвелловской ФРЭС электронов в слабо/умеренно надтепловом диапазоне энергий совместно с использованием данных других диагностик для более высоких энергий (см., например, недавно предложенную диагностику [2]).

В данной работе разработана методика расчётов точности томсоновской диагностики немаксвелловской плазмы в токамаках-реакторах. Методика основана на корректном расчёте ошибок определения основных параметров ФРЭС по результатам измерения спектров томсоновского рассеяния с учётом всех возможных источников ошибок. Методика использована для анализа преимуществ использования нескольких зондирующих длин волн в томсоновской диагностике максвелловской и немаксвелловской плазмы посредством решения обратной задачи для оценки погрешностей, которая включает в себя возможность восстанавливать температуру электронов *Т*е основного теплового (т.е. максвелловского) компонента вплоть до *Т*е ~ 40 кэВ по измерениям спектра в диапазоне видимого и инфракрасного света, ~400—1000 нм, и умеренную анизотропию ФРЭС электронов по питч-углам в слабо/умеренно надтепловом диапазоне энергий. Рассматривается конкретный пример системы томсоновской диагностики центральной плазмы в ИТЭР, приводится сравнительный анализ старой и новой схем измерения *Т*е. Полученные результаты подтверждают актуальность диверсификации длины волн зондирующего лазерного излучения и показывают необходимость детализации анализа точности диагностики томсоновского рассеяния в токамаках-реакторах.

Литература

1. E.E. Mukhin, G.S. Kurskiev, S.Yu. Tolstyakov, A.B. Kukushkin, P. Andrew, I.M. Bukreev, P.V. Chernakov, M.M. Kochergin, A.N. Koval, A.E. Litvinov, S.V. Masyukevich, A.G. Razdobarin, V.V. Semenov, P.A. Sdvizhenskii, Proc. Int. Conf. “Fusion Reactor Diagnostics”, Varenna, Italy, 2013, AIP Conf. Proceedings, 2014, 1612, 69-72.
2. Minashin P.V., Kukushkin A.B. Intern. Review of Atomic and Molecular Phys., 2013, 4(2), 93-104.