Квазиоптический подход к восстановлению параметров флуктуирующей плазмы по распределению амплитуды в прошедшем волновом пучке

Е.Д. Господчиков, Д.И. Соболев, Т.А. Хусаинов, А.А. Балакин, А.Г. Шалашов

Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия,
egos@appl.sci-nnov.ru

В данной работе предлагается методика восстановления параметров флуктуирующей плазмы по распределению амплитуды в прошедшем волновом пучке и обсуждаются возможности её применения для диагностики высокотемпературной плазмы.

Методика основана на разработанном в ИПФ РАН квазиоптическом подходе к моделированию распространения волновых пучков, который позволяет учесть одновременное воздействие неоднородности и пространственной дисперсии среды, дифракцию, диссипацию и аберрации волнового пучка. На основе этого подхода был создан численный код LAQO. Расчеты на основе созданного кода показали важность и необходимость учета эволюции пространственной структуры пучка и пространственной дисперсии поглощения с точностью, выходящей за возможности безаберационного приближения для корректного определения ширины и положения профиля энерговклада в плазме токамаков [1]. При этом код способен рассчитывать распространение и электронное циклотронное поглощение пучков в слаборелятивистской плазме реальных установок (размером в тысячи и десятки тысяч длин волн) за разумное время без использования суперкомпьютерных расчетов. Небольшое время решения прямой задачи позволяет использовать этот код и для решения обратной задачи распространения волновых пучков — восстановления по профилю прошедшего пучка распределений плотности плазмы и магнитного поля в первую очередь параметров флуктуирующей плазмы. Для этого он был использован совместно с разработанным в ИПФ РАН для синтеза поверхности пассивных элементов систем передачи СВЧ-излучения итерационным методом решения обратных задач электродинамики, позволяющим достичь чрезвычайно высокой расчетной точности при использовании небольшого числа, от единиц до десятков, расчетов прямой задачи [3, 4]. Эти методы используют только два распределения поля в системе (просчитанное вперед поле на входе и просчитанное назад поле на выходе) на каждой итерации для корректировки параметров во всех точках. Таким образом, быстродействие метода очень слабо зависит от сложности системы, и не требует грубой аппроксимации для снижения числа свободных параметров. Объединение двух этих оригинальных теоретических подходов, позволило создать инструмент, восстанавливающий по распределению интенсивности поля в падающем и прошедшем пучке параметры флуктуирующей плазмы.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 15-02-07600

Литература

1. A.Balakin, M. Balakina, E. Westerhof, Nucl. Fus, v.48, 065003 (2008).
2. D. I. Sobolev, G. G. Denisov, IEEE Transactions on Plasma Sc., v. 38(10), p. 2825 (2010)
3. G. G. Denisov, A. V. Chirkov, V. I. Belousov, et all //Millimeter, and Terahertz Waves, Vol. 32, No. 2, pp. 343-357, (2011)