Корреляционные свойства колебаний в частотном диапазоне тиринг-мод в токамаке Т-10

Хабанов Ф.О.1,2, Мельников А.В.2,3, Елисеев Л.Г.2, Зенин В.Н.1,2, Драбинский М.А.1,2, Харчев Н.К.2,4, Какурин А.М.2, Иванов Н.В.2

1Московский Физико-Технический Институт (Государственный университет),
 г. Долгопрудный, Россия, info@mipt.ru
2НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, nrcki@nrcki.ru
3Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Россия,
 info@mephi.ru
4Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия, khar@fpl.gpi.ru

В работе представлен анализ корреляций между колебаниями полоидального магнитного поля, плотности электронов и электрического потенциала в плазме токамака Т-10 в диапазоне частот магнитогидродинамических тиринг-мод (от 2 до 10 кГц).

Колебания электрического потенциала и плотности регистрировались с помощью зондирования пучком тяжелых ионов [1, 2]. Электрический потенциал определялся по разнице энергий зондирующего пучка ионов Tl+ (первичный пучок) и покидающего плазму пучка ионов Tl++ (вторичный пучок), информация о колебаниях плотности была получена из колебаний полного тока вторичного пучка [3]. Колебания полоидального магнитного поля регистрировались с помощью набора из 24-х полоидально разнесенных магнитных зондов. Когерентность между двумя сигналами вычислялась следующим образом:

 $Coh\_{12}(f)=\frac{|P\_{12}(f)|}{\sqrt{P\_{1}(f)P\_{2}(f)}}$ (1)

Здесь Pi(f) = Si\*(f)∙Si(f) – спектральная плотность мощности колебаний, Si(f) – преобразование Фурье соответствующего сигнала.

В режимах Т-10 с тороидальным магнитным полем B = 1.7 Тл и током плазмы Ip = 200 кА был обнаружен высокий уровень когерентности между сигналами электрического потенциала, а также плотности плазмы и сигналами магнитных зондов в диапазоне частот, характерном для тиринг-мод f = 2-10 кГц. Плотность электронов в исследуемом режиме монотонно нарастала от 0.5∙1019 м-3 до 2∙1019 м-3. На стадии роста тока плазмы перед выходом на его стационарное значение наблюдались длительные (до 10 мс) вспышки когерентности (*coh*12<0.7), соответствующие магнитным возмущениям с полоидальными модовыми числами m = 7-5, возникающие последовательно одна за другой. По мере нарастания тока плазмы полоидальный номер моды уменьшался. В дальнейшем, на стационарной стадии разряда, наблюдались магнитные возмущения с m = 2-3, также демонстрирующие высокую когерентность с электростатическими колебаниями потенциала. Обнаружение высокой когерентности между магнитными и электростатическими колебаниями позволяет говорить о наличии электростатической компоненты колебаний у МГД тиринг-мод с низкими полоидальными модовыми числами.

Работа выполнена при поддержке РНФ, проект 14-22-00193.

Литература.

1. A. V. Melnikov, I. S. Bondarenko, S. L. Efremov, N. K. Kharchev, S. M. Khrebtov, L. I. Krupnik, I. S. Nedzelskij, L. G. Zimeleva, and Yu. V. Trofimenko. HIBP diagnostics on T-10. // Review of Scientific Instruments 66, 317 (1995)
2. M. A. Drabinskii, P. O. Khabanov, A. V. Melnikov, L. I. Krupnik, A. S. Kozachek, A. D. Komarov and A. I. Zhezhera. The upgraded heavy ion beam probe diagnostics on the T-10 tokamak. // J. Phys.: Conf. Ser. 747 012017 (2016)
3. Dnestrovskij Yu. N., Melnikov A. V., Krupnik L. I. and Nedzelskij I. S. Development of Heavy Ion Beam Probe Diagnostics // IEEE Trans. Plasma Sci. 1994, 22 (4), 310-331