ТУРБУЛЕНТНОСТЬ ПЕРИФЕРИЙНОЙ ПЛАЗМЫ В РАЗРЯДАХ С ЭЦР НАГРЕВОМ НА ТОКАМАКЕ Т-10

Р.Ю. Соломатин, В.П. Будаев, С.А. Грашин, Л.Г. Елисеев, В.Н. Зенин, А.В. Мельников, С.В. Перфилов

НИЦ «Курчатовский Институт», г. Москва, Россия, r.solomatin@list.ru

На токамаке Т-10 характеристики турбулентности периферийной плазмы исследовались с помощью подвижных зондов Ленгмюра и зондирования пучком тяжелых ионов (HIBP) [1]. Обе диагностики измеряют абсолютные величины и флуктуации плотности, потенциала плазмы и электрических полей (радиального и полоидального) в периферийной зоне плазменного шнура. Такие измерения позволяют оценивать величину радиальных турбулентных потоков частиц и скорость полоидального вращения плазмы. Измерения, проведенные ранее в разрядах с омическим нагревом вблизи последней замкнутой магнитной поверхности (LCFS), показали [2, 3], что аномальный конвективный недиффузионный транспорт играет определяющую роль в переносе частиц поперек магнитного поля. Перенос определяется плазменной турбулентностью, связанной с формированием вблизи LCFS и распространением когерентных структур с высокой плотностью («блобов») [4]. Радиальный турбулентный поток частиц *Γr*. вблизи границы плазменного шнура достигает 3·1017 см–2с–1 и направлен преимущественно к стенке вакуумной камеры. Скорость полоидального вращения периферийной плазмы достигает величины 2 – 3 км/с и совпадает со скоростью полоидального дрейфа в скрещенных полях (*Er × B*).

Анализ статистических свойств турбулентности показал, что они связаны с типом турбулентности. На границе плазменного шнура, где перемежаемая турбулентность слабо выражена, ее статистические свойства близки к гауссовым. С возрастанием уровня турбулентности в SOL, ее статистические характеристики сильно отклоняются от гауссовых. Спектральные характеристики сигналов плотности и потенциала показывают, что если в SOL в спектре колебаний преобладают низкие (1 – 8 кГц) частоты, то вблизи LCFS в периферийной плазме наблюдаются колебания ГАМ-типа (12 – 18 кГц) и квазикогерентный пик колебаний с частотами 50 – 100 кГц.

В настоящей работе представлены новые экспериментальные результаты исследования характеристик турбулентности периферийной плазмы в разрядах с мощным (до 3 МВт) ЭЦР нагревом в токамаке Т-10. При включении ЭЦР нагрева наблюдается увеличение уровня флуктуаций плотности в SOL Т-10. При превышении пороговых значений средней электронной плотности и мощности ЭЦР нагрева наблюдалось возникновение «гигантских» плазменных структур, коррелирующее с ухудшением удержания энергии в центральной плазме. Амплитуда колебаний плотности в таких структурах возрастала в 6 – 8 раз по сравнению с омическим режимом. Менялись статистические и спектральные характеристики турбулентности как в SOL, так и в периферийной плазме вблизи LCFS.

Литература

1. Melnikov A.V. et al. Nucl. Fusion 53 (2013) 092002.
2. R.Y. Solomatin, S.A. Grashin et al. 41st EPS Conf. on Plasma Phys. and Nucl. Fusion, Berlin 2014, P4.038.
3. R.Y. Solomatin et al. 42st EPS Conf. on Plasma Phys. and Nucl. Fusion, Lisbon 2015, P5.160.
4. Kirnev G.S., Budaev V.P. et al. Journal Of Nuclear Materials v. 337-339, p. 352-356 (2005).