ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ И ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ПЕРИФЕРИЙНОЙ ПЛАЗМЕ ТОКАМАКА Т-10

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

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

Измерения в SOL, проведенные ранее с помощью электрических зондов Ленгмюра вблизи последней замкнутой магнитной поверхности (LCFS), показывают [1,2], что аномальный конвективный недиффузионный транспорт играет определяющую роль в переносе частиц поперек магнитного поля. Перенос определяется плазменной турбулентностью, связанной с формированием и распространением когерентных структур с высокой плотностью («блобов»). Характеристики турбулентности, в свою очередь, связаны с электрическими полями, возникающими в периферийной плазме токамака. Изучение характеристик турбулентности и электрических полей вблизи LCFS и их корреляции с турбулентностью в основной плазме позволяет делать выводы о механизмах переноса частиц, а также проводить анализ баланса частиц и времени их удержания.

На токамаке Т-10 характеристики периферийной турбулентности и электрических полей исследовались с помощью подвижных ленгмюровских зондов и зондирования пучком тяжелых ионов (HIBP) [3]. Обе диагностики измеряли абсолютные величины и флуктуации плотности, потенциала плазмы и электрических полей (радиального и полоидального) в различных зонах плазменного шнура. Вблизи LCFS наблюдается формирование «блобов» [4]. Относительный уровень перемежаемой турбулентности и размер плазменных структур возрастает с увеличением радиуса в SOL. Радиальное электрическое поле *Er* имеет положительный знак вблизи LCFS и его максимум совпадает с максимумом перемежаемой турбулентности. На границе плазменного шнура, где перемежаемая турбулентность слабо выражена, ее статистические свойства близки к гауссовым. С возрастанием уровня турбулентности, ее статистические характеристики сильно отклоняются от гауссовых. Когерентные плазменные структуры движутся в радиальном и полоидальном направлении. Их радиальная скорость вблизи LCFS составляет 1 км/с и направлена преимущественно к стенке вакуумной камеры. Скорость полоидального вращения плазмы – 2-3 км/с и совпадает со скоростью полоидального дрейфа в скрещенных полях (*Er × B*) по величине и направлению. Измерения полоидального электрического поля позволяют оценить радиальный турбулентный поток частиц *Γr*. Его величина вблизи границы плазменного шнура достигает 3·1017 см-2с-1 и составляет значительную часть полного радиального потока частиц.

Спектральные характеристики сигналов плотности и потенциала вблизи LCFS указывают на существование в периферийной плазме колебаний ГАМ-типа (12-18 кГц) и квазикогерентных колебаний с частотами 50-100 кГц. В ряде случаев колебания ГАМ-типа, измеренные ленгмюровскими зондами на периферии плазменного шнура и с помощью пучка тяжелых ионов в его центре показывают высокий уровень корреляции.

Литература

1. R.Y. Solomatin, S.A. Grashin et al. 41st EPS Conf. on Plasma Phys. and Nucl. Fusion, Berlin 2014, P4.038
2. Zweben S. J. et al. Plasma Phys. Control. Fusion 49 S1-23 (2007)
3. Melnikov A.V. et al. Nucl. Fusion 53 (2013) 092002
4. Kirnev G.S., Budaev V.P. et al. Journal Of Nuclear Materials v. 337-339, p. 352-356 (2005)