

DOI: 10.34854/ICPAF.52.2025.1.1.115

ЛЕНГМЮРОВСКИЕ ЗОНДЫ ТОКАМАКА Т-15МД. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИФЕРИЙНОЙ ПЛАЗМЫ В ДИВЕРТОРНОЙ И ЛИМИТЕРНОЙ КОНФИГУРАЦИЯХ

^{1,2}Рогозин К.А., ¹Грашин С.А., ^{1,2}Карпов А.В., ^{1,2}Белоусов С.В.

¹НИЦ «Курчатовский институт», Rogozin_KA@nrcki.ru

²ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», Rogozin_KA@mpei.ru

На токамаке Т-15МД в ходе экспериментальной кампании осени 2024 г. проведены первые измерения параметров периферийной плазмы с использованием ленгмюровских зондов.

Система ленгмюровских зондов (ЛЗ) токамака Т-15МД включает 86 одиночных зондов, смонтированных на четырех диверторных пластинах (2 нижних и 2 верхних). ЛЗ распределены по поверхности пластин в радиальном направлении. Диверторные пластины, оснащенные ЛЗ, располагаются попарно в двух противоположных диагностических сечениях (4-е и 12-е). ЛЗ выполнены из графита, имеют диаметр 5 мм и выступают над поверхностью диверторных пластин на 2 мм. Помимо диверторных ЛЗ использовались также 10 ленгмюровских зондов, смонтированных на поверхности графитового рельсового лимитера, располагавшегося на внутренней стороне Т-15МД (со стороны сильного магнитного поля).

Система питания ЛЗ позволяла подавать на зонды переменное напряжение (полусинусоидальное, с частотой 100 Гц) амплитудой от +50 до -300 В. В минимуме напряжения измерялся ток насыщения зонда, а по начальной части вольт - амперной характеристики можно определить величину электронной температуры T_e . Таким образом, система питания позволяла определять параметры периферийной плазмы (N_e и T_e) с интервалом в 10 мс. Система регистрации включала в себя гальваническую развязку и АЦП и позволяла регистрировать 16 каналов с частотой до 100 кГц.

Проведенные измерения показали, что в типовых разрядах Т-15МД ($H_t = 1.5$ Т, $I_p = 300 - 500$ кА, $N_e = 1-2 \cdot 10^{19}$ м⁻³) в лимитерной конфигурации, а также перед началом формирования диверторной конфигурации параметры плазмы вблизи края лимитера и у поверхности диверторных пластин составляют: $N_e = 2-5 \cdot 10^{18}$ м⁻³, $T_e = 15 - 50$ эВ. Эти параметры соответствуют типовым параметрам плазмы вблизи границы плазменного шнура, измеренным ленгмюровскими зондами на токамаке Т-10. В лимитерной конфигурации эти параметры сохраняются до окончания разряда. При формировании диверторной конфигурации (образовании сепаратрисы с Х-точкой) происходит резкое падение сигналов ЛЗ на лимитере и в центральной зоне диверторных пластин, плазма «уходит» из этих зон.

Зарегистрированы сигналы ЛЗ вблизи выходящих концов сепаратрисы. Отметим также, что в периферийной плазме Т-15МД наблюдается сильная турбулентность перемежаемого характера, характерная для периферийной плазмы токамаков.

Работа выполнена в рамках Государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».