

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ПОДВИЖНЫЕ МАГНИТНЫЕ ЗОНДЫ НА ТОКАМАКЕ T-15MD^{*)}

^{1,2}Тепикин В.И., ^{1,2}Саврухин П.В., ¹Шестаков Е.А., ^{1,2}Лисовой П.Д.

¹НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия

²НИУ «Московский энергетический институт», г. Москва, Россия

Магнитные зонды широко используются в экспериментах с высокотемпературной плазмой в токамаках для изучения МГД-возмущений, анализа нестационарных плазменных потоков и исследования плазменной турбулентности. На токамаке T-15MD оборудован полномасштабный комплекс магнитных диагностик [1]. Магнитные зонды представляют собой индуктивные катушки из кабеля в минеральной изоляции в стальном экране. Зонды закреплены под облицовкой из графита непосредственно на внутренней поверхности вакуумной камеры. Такая конструкция и расположение магнитных зондов не позволяет проводить надежные измерения возмущений магнитных полей в диапазоне частот выше 300 кГц, что ограничивает возможности плазменно-физических исследований. Для идентификации высокочастотных электромагнитных возмущений, локализованных в периферийных областях плазмы, необходимо использовать магнитные зонды, располагаемые непосредственно у границы плазменного шнура и кратковременно вводимые в периферийные области плазмы.

Проведенные в последнее время эксперименты на токамаке T-10 [2] показали возможную связь быстропеременных (0.2-1.5 МГц) электромагнитных возмущений в периферийных областях плазмы с появлением дуговых разрядов на внутрикамерных элементах токамака. Измерения пространственной локализации и временной эволюции быстропеременных электромагнитных колебаний подтвердили связь инициирования дуговых разрядов на начальной стадии неустойчивости срыва при высокой плотности с переходом от серии малых (тепловых) срывов к большому срыву тока. Мониторинг дуговых разрядов на периферии плазмы и связанных с ними быстропеременных возмущений магнитных полей может стать важным триггером для систем безопасного гашения разряда в будущих токамаках.

В текущем докладе представлен проект высокочастотных подвижных магнитных зондов и зондов Ленгмюра для регистрации быстропеременных электромагнитных возмущений в периферийных областях плазмы в диапазоне частот до 2 МГц.

Высокочастотный подвижный магнитный зонд на токамаке T-15MD состоит из блоков детектирования электромагнитных полей и токов, системы позиционирования, системы вакуумной откачки, системы питания, управления и сбора данных. Система быстрого позиционирования на базе линейного актюатора позволяет осуществлять кратковременные (до 100 мс) перемещения (до 100 мм) измерительного блока. Магнитные зонды состоят из набора трехкомпонентных катушек (3-7 катушек), закрепленных внутри защитного корпуса из высоковакуумной керамики и пластин из графита. Конструкция обеспечивает возможность изменения размера и расположения катушек в зависимости от требований экспериментов. Система из трех зондов Ленгмюра измеряет электрические поля и токи на зонд. Для стимулирования дуговых разрядов используются игольчатые электроды с подачей потенциала до 500В.

Литература

- [1]. A.V. Sushkov, A.M. Belov, G.B. Igonkina, et al. Design of inductive sensors and data acquisition system for diagnostics of magnetohydrodynamic instabilities on the T15MD tokamak // Fusion Engineering and Design. 2019. №12. P. 383-387.
- [2]. P.V. Savrukhin, E.A. Shestakov. Arc discharges during disruptions in the T-10 tokamak // Physics of Plasmas. 2019. №9. <https://doi.org/10.1063/1.5102112>.

^{*)} DOI – тезисы на английском