

КОНЦЕПЦИЯ ОПТОВОЛОКОННОГО ДАТЧИКА ТОКА ДЛЯ ТОКАМАКА Т-15МД ^{*)}

^{1,2}Саранча Г.А., ^{1,3}Дрозд А.С., ^{1,3}Кудашев М.С., ¹Сергеев Д.С.

¹НИЦ "Курчатовский институт", nrcki@nrcki.ru

²Московский физико-технический институт (НИУ), info@mipt.ru

³Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", info@mephi.ru

Токамак Т-15МД – экспериментальная российская термоядерная установка [1], важным элементом работы которой является исследование поведения плазмы с токами мега амперного диапазона в длинном импульсе. В настоящее время в России нет работающих токамаков с током плазмы $I_{p1} \geq 1$ МА и длительностью плато тока $t_{\text{плато}} \geq 1$ с.

Основными инструментами для измерения тока плазмы в токамаках являются пояса Роговского и датчики Холла. Однако, интерпретация их результатов часто бывает осложнена учётом индуктивных эффектов или локальностью измерения магнитного поля.

На токамаке Т-15МД предлагается создание дублирующей пояс Роговского диагностики – оптоволоконного датчика тока (ОДТ), принцип работы которого основан на измерении угла поворота плоскости поляризации лазерного излучения в магнитном поле (магнитооптического эффекта Фарадея). Достоинством такого метода является линейная зависимость угла поворота плоскости поляризации от магнитного поля. При создании замкнутого контура из оптоволокна вокруг измеряемого тока, угол поворота будет зависеть только от токов, пронизывающих этот контур, что позволяет исключить влияние рассеянных полей установки. Такая диагностика активно используется и демонстрирует высокую точность и надёжность на таких мировых установках как JET [2] и EAST [3] и планируется к эксплуатации в токамаке ITER.

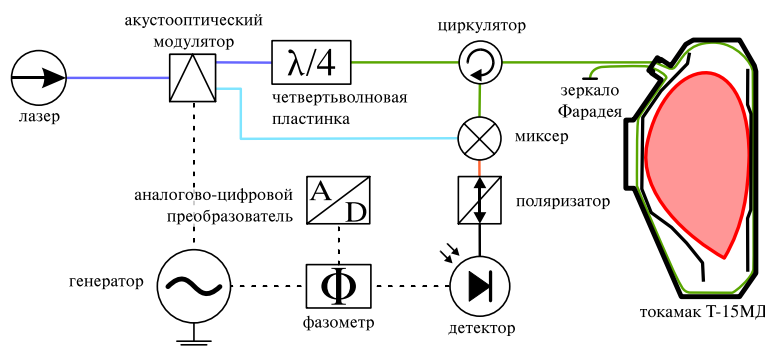


Рис. 1. Концептуальная схема ОДТ для токамака Т-15МД

В установке Т-15МД предлагается новая схема (рис. 1) измерения поворота угла плоскости поляризации, в которой создается изменение фазы колебаний лазерного излучения. Измерение фазового сдвига предлагается проводить относительно задающего генератора на промежуточной частоте с помощью фазометра, аналогичному успешно используемому в СВЧ-интерферометре токамака Т-15МД [4]. Такой подход позволит проводить измерения тока

плазмы в мега амперном диапазоне в длинных импульсах в режиме реального времени. Рассмотрены параметры диагностики – оценена точность проводимых измерений и динамический диапазон в различных плазменных сценариях установки.

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

Литература

- [1]. П.П. Хвостенко и др. //Экспериментальная термоядерная установка токамак Т-15МД //ВАНТ Термоядерный синтез, 2019, т. 42, вып. 1, стр. 15-38
- [2]. W. Leysen et al. //Plasma current measurement at JET using polarimetry-based fibre optic current sensor //Fusion Engineering and Design 2020, V. 160, P. 111754
- [3]. M.M. Xue et al. //Fiber-optic current sensor for plasma current on Experimental Advanced Superconducting Tokamak //Fusion Engineering and Design 2019, V. 140, P. 11–15
- [4]. A.S. Drozd et al. //Design of a phasemeter for real-time measurements of the average plasma density with the microwave interferometer of the tokamak T-15MD //Rev. Sci. Instrum. 2022, V. 93, P. 063501

^{*)} DOI – тезисы на английском