

АНАЛИЗ СПЕКТРОВ МЯГКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТОКАМАКЕ Т-15МД НА СТАДИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПУСКА ^{*)}

¹Рыжаков Д.В., ¹Шестаков Е.А., ^{1,2}Идеал Р.

¹НИЦ «Курчатовский Институт», г. Москва, Россия, Ryzhakov_DV@nrcki.ru

²НИУ МЭИ, г. Москва, Россия

Спектрометрия мягкого рентгеновского излучения на токамаке используется для анализа функции распределения электронов в плазме, определения состава и количества тяжелых примесей, определения электронной температуры и ее профиля.

В ходе первых экспериментов на токамаке Т-15МД [1] осенью 2023 года были получены первые результаты измерений спектральной плотности интенсивности мягкого рентгеновского излучения. Измерения проводились с помощью многоканального спектрометра мягкого рентгеновского излучения (МСМР) на базе Si(Li) детектора в диапазоне энергий излучения 2- 20 кэВ [2]. Спектрометр располагается в экваториальной плоскости токамака, при этом хорда наблюдения детектора проходит в горизонтальном направлении под углом 7.5° через центр вакуумной камеры.

Основной особенностью разрядов токамака Т-15МД во время энергетического пуска является использование СВЧ излучения как для инициализации пробоя, так и для нагрева плазмы. Из анализа полученных спектров следует, что в плазменных разрядах функция распределения электронов плазмы по скоростям не может быть описана только максвелловской функцией распределения. Как правило, форма спектра позволяет предполагать максвелловское распределения электронов плазмы по скоростям с некоторой долей надтепловых электронов. В разрядах, где тепловая компонента спектра может быть надежно отделена от надтеплого спектра, электронная температура плазмы составляет 1.5-3.5 кэВ в зависимости от условий и стадии разряд. Анализ надтепловой части излучения говорит о развитии пучков ускоренных электронов, что дополнительно подтверждается измерениями надтеплого и жесткого рентгеновского излучения в диапазоне энергий 30 кэВ – 10 МэВ [3].

Так же показано присутствие в спектре характеристических линий тяжелых примесей, соответствующих линиям аргона (после подготовки камеры тлеющим разрядом в аргоне) и компонентам нержавеющей стали – марганец, хром, ванадий и железо, что свидетельствует об интенсивном взаимодействии плазмы и ускоренных электронов с внутрикамерными компонентами.

Литература

- [1]. Хвостенко П.П. и др. Экспериментальная установка токамак Т-15МД, ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2019, т. 42, вып. 1, стр 15-38
- [2]. Трухин В.М. и др. Цифровая обработка сигналов полупроводникового рентгеновского детектора, ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2013, т. 36, вып. 1 стр. 78-85
- [3]. Шестаков Е.А и др. Диагностика надтеплого и жесткого рентгеновского излучения на токамаке Т-15МД. — В сб.: XX Всероссийская конференция «Диагностика высокотемпературной плазмы». Сочи, 2023.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)