способ термографических измерений кандидатных материалов первой стенки термоядерных реакторов на токамаке КТМ

1Чектыбаев Б.Ж., 2Батырбеков Э.Г., 3Скаков М.К.

1Государственный университет имени Шакарима, Казахстан, [chektybaev@nnc.kz](mailto:chektybaev@nnc.kz)  
2Национальный ядерный центр Республики Казахстан, [batyrbekov@nnc.kz](mailto:batyrbekov@nnc.kz)  
3Филиал Института атомной энергии Национального ядерного центра  
 Республики Казахстан, [skakov@nnc.kz](mailto:skakov@nnc.kz)

В настоящее время завершается создание токамака КТМ. Ведутся работы по подготовке к физическому пуску и вводу в эксплуатацию. Одной из основных целей создания КТМ является исследование кандидатных материалов первой стенки будущих термоядерных реакторов под действием тепловых потоков плазмы [1]. На сегодняшний день одним из оптимальных методов наблюдения за температурой поверхности внутрикамерных элементов, обращенных к плазме, является оптическая инфракрасная (ИК) термометрия.

На международном экспериментальном термоядерном реакторе ИТЭР планируется применение металлической первой стенки, выполненной из бериллия и вольфрама. Также в настоящее время активно ведутся исследования с литиевой капилярно-пористой структурой в качестве материала первой стенки. Сложность измерения температуры металлов в широком температурном диапазоне связана с тем, что они не являются черными телами, имеют малую излучательную способность, и, зачастую, их степень черноты имеет зависимость от температуры. Также степень черноты зависит от состояния поверхности материала и может меняться с течением времени как в связи с модификацией поверхности под действием излучения плазмы, так и в связи с осаждением на поверхности пылевых частиц, например, частиц бериллия на диверторные пластины, изготовленные из вольфрама.

В работе представлена оригинальная методика измерения распределения температуры на поверхности исследуемых образцов методом бесконтактной термометрии, разрабатываемой авторами в настоящее время для токамака КТМ.

Метод основан на использовании инфракрасной термографической камеры и инфракрасного углекислотного (СО2) лазера на длине волны 10,6 мкм. Использование данного метода призвано повысить точность температурных измерений металлической поверхности исследуемых материалов термографической камерой в широком диапазоне температур. Основным инструментом измерения является ИК термографическая камера [2], позволяющая измерять двумерное температурное поле на поверхности образцов дивертора. В данном методе CO2 лазер используется непосредственно для определения изменения степени черноты исследуемых образцов во время эксперимента (плазменного разряда) и соответствующей коррекции температурных измерений термографической камеры.

Литература

[1]. I.L. Tazhibaeva, et al., “KTM Experimental Complex Project Status”, Fusion Science and Technology, vol.47, April 2005, p.746 – 750.

[2]. Б.Ж. Чектыбаев, М.К. Скаков, Э.Г. Батырбеков, О.А. Степанова, М.В. Ермоленко, Диагностика ИК визуализации токамака КТМ для изучения воздействия плазмы на кандидатные материалы первой стенки // Вестник ГУ им. Шакарима.– 2018.– № 3.– С. 128-134 (428).