Исследование радиационных потерь мишенной плазмы вольфрама в условиях, характерных для переходных процессов ИТЭР

1Н.И. Архипов, 1С.В. Карелов, 1И.М. Позняк, 1,2В.М. Сафронов, 1Д.А. Топорков

1Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, г.Троицк,
 г.Москва, teufida@gmail.com
2Проектный центр ИТЭР, г.Москва, v.safronov@iterrf.ru

Во время переходных плазменных процессов (ELMs, VDEs, срывы) ожидается воздействие интенсивных потоков плазмы на защитные покрытия вакуумной камеры ИТЭР. Тепловые нагрузки на вольфрамовые (дивертор) и бериллиевые (первая стенка) облицовочные пластины будут превышать пороги плавления данных материалов. Интенсивное испарение защитных пластин может повлечь поступление примесей в горячую термоядерную плазму, вызвать ее радиационное охлаждение и разбавление топливной смеси [1]. Для построения и проверки расчетно-теоретических моделей, описывающих физику плазмы токамака и эрозию защитных покрытий его вакуумной камеры, необходимы новые экспериментальные данные.

Данная работа посвящена изучению радиационных потерь мишенной плазмы вольфрама, образующейся при облучении вольфрамовых образцов интенсивными потоками водородной плазмы на импульсном плазменном ускорителе МК-200 [2]. Вольфрам для изготовления мишеней предоставлен лабораторией «Laboratory of Plasma Facing (high heat flux) components», STC "Sintez", НИИЭФА им. Д.В.Ефремова. Материал этого типа будет использоваться для облицовки центральной сборки дивертора ИТЭР.

Элементы мишеней оснащены термопарами, позволяющими определить как абсолютную величину, так и распределение тепловой нагрузки Q(r) по поверхности облучаемых образцов. Помимо этого, Q(r) измерялось с помощью специально разработанного быстродействующего калориметра. В проведенных экспериментах нагрузки на материал находились в диапазоне FHF = 20 – 100 МДж/м2с0,5, что соответствует ELM-ам и ослабленным срывам в ИТЭР.

Регистрации излучения вольфрамовой плазмы осуществлялась с помощью камеры-обскуры и фольгового радиационного болометра [3]. Камера-обскура оснащалась пятью абсолютно калиброванными фотодиодами ФДУК-8УВСК [4], что позволило одновременно измерить абсолютную мощность излучения мишенной плазмы из пяти различных областей вблизи поверхности облучаемого образца.

Одновременное использование независимых диагностик позволило получить надежные экспериментальные данные о радиационных потерях вольфрамовой плазмы. Полученные данные использовались при верификации расчетного кода TOKES [5], описывающего транспортные процессы в плазме токамака.

Литература.

1. Pitts R.A., Carpentier S., Escourbiac F. et al. – J. Nucl. Mat., 2013, V.438, P.S48-S56.
2. Позняк И.М., Архипов Н.И., Карелов С.В. и др.– ВАНТ, Сер. Термоядерный синтез, 2014, Т.37, №1, С.70-79.
3. Волков Г.С., Лахтюшко Н.И., Терентьев О.В. – ПЭТ, 2010, №5, С.115-120.
4. <http://www.technoexan.ru/products/diodes/cat3.php> – Электронный ресурс.
5. Pestchanyi S., Arkhipov N., Landman I. et al. – J. Nucl. Mat., 2013, V.438, P.S459-S462.