Физические эксперименты в поддержку Вольфрамового дивертора ИТЭР

В.П. Будаев, Ю.В. Мартыненко, А.В. Карпов, А.М. Житлухин\*, Н.С. Климов\*, В.Л. Подковыров\*, И.В. Мазуль\*\*, Р.Н. Гиниятулин\*\*, Н. Литуновский\*\*, В.М. Сафронов\*\*\*, Л.Н. Химченко\*\*\*

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, budaev@nfi.kiae.ru
\*ФГУП ГНЦ ТРИНИТИ, Троицк, Россия
\*\*ФГУП НИИЭФА им. Д.В. Ефремова», С.-Петербург, Россия
\*\*\*Частное учреждение Проектный центр ИТЭР, Москва, Россия

Использование в ИТЭР дивертора, изготовленного полностью из вольфрама (W-дивертор), требует дополнительных испытаний и изучения стойкости вольфрама в зонах наибольшей нагрузки при воздействии ЭЛМов и срывов. Последствия возможного плавления вольфрама в диверторе ИТЭР в условиях воздействия повышенных плазменных нагрузок остаются критическими вопросами обеспечения эффективной работоспособности установки. К таким вопросам относятся растрескивание поверхности, капельная эрозия при плавлении металла, распыление материала и деструкция поверхности вольфрамовых пластин на микроуровне, образование пылевых частиц и формирование пористых слоев на поверхности.

В докладе представлен краткий обзор современного состояния проводимых испытаний вольфрама в интересах сооружения дивертора ИТЭР и подходы к планированию физических экспериментов, направленных на исследование стойкости вольфрама в термоядерных установках. Приведены результаты исследования вольфрама после испытаний в КСПУ-Т при плазменно-тепловых нагрузках, ожидаемых в ИТЭР при срывах. В ранее проведенных исследованиях [1] основное внимание было уделено трещинам, перпендикулярным облучаемой поверхности вольфрама. В настоящей работе показано, что для определенных сортов вольфрама при импульсных плазменных нагрузках образуются трещины параллельные поверхности [2]. Такие трещины могут вызвать хрупкое разрушение, что следует учитывать при выборе режимов работы и эксплуатации вольфрамового дивертора ИТЭР. После серии импульсов обнаружено переправление и рекристаллизция вольфрама в слое на глубине до 50 мкм. Микроструктура рекристаллизованного слоя существенно отличается от исходной. Приводится анализ возможных механизмов формирования такого рекристаллизованного слоя.

Обсуждаются проблемные вопросы и результаты первых испытаний влияния переосажденных слоев на эрозию и стойкость вольфрамовых пластин, в том числе влияние переосажденных слоев бериллия, эродированного с поверхности облицовочных пластин камеры ИТЭР.

Литература

1. Zhitlukhin A et al 2007 J. Nucl. Mater. 363–365. p. 301
2. В.П. Будаев и др., ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2013, т. 36, вып. 3, с.53