Экспериментальное моделирование условий на диверторе ИТЕР с помощью высокоинтенсивных импульсных потоков плазмы

А.В. Воронин1, И.И. Архипов2, Б.Я. Бер1, П.Н. Брунков1, В.К. Гусев1, С.А. Грашин4, Е.В. Демина3, A.Н. Новохацкий1

1Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Россия
2Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, г. Москва,
 Россия
3Институт металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова РАН, г. Москва,
 Россия
4НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия

Экспериментальное моделирование взаимодействия высокоинтенсивной плазмы с поверхностью является ключевым моментом при выборе материала дивертора для строящегося в настоящее время термоядерного реактора ИТЭР. Функция дивертора заключается в поглощении теплового потока, приходящего из пристеночной плазмы и отводе отработанного топлива (дейтерия и трития), а так же гелия, который является продуктом горения реакции термоядерного синтеза. Предполагается, что в результате нестационарных периферийных неустойчивостей (т.н. ЭЛМов), стенки дивертора в области выхода внешней ветви сепаратрисы будут облучаться потоками тепла и частиц до значений ~10 МВт·м–2 и ~1024  м–2с–1, соответственно.

В действующих токамаках наиболее адекватное взаимодействие плазмы с поверхностью в ИТЭРе может быть исследовано на образцах, предварительно облученных с помощью источников тепла большой мощности. Такие эксперименты включают в себя изучение изменения свойств, как самого материала, так и параметров плазмы токамака. Например, использование образцов вольфрама, подвергнутых воздействию мощных потоков плазмы, а затем экспонированных в токамаке, важно для прогнозирования поведения диверторных пластин ИТЭР.

Первые результаты по взаимодействию вольфрама с плазмой, создаваемой плазменной пушкой и плазмой токамака Глобус-М были доложены в [1 – 3]. В настоящей работе представлены новые экспериментальные результаты по взаимодействию вольфрама производства ОАО ПОЛЕМА с водородной, дейтериевой и гелиевой высокоинтенсивной импульсной плазмой. Проведены детальные исследования состава и структуры поверхности вольфрама после облучения плазмой различных параметров. Кроме того, дано описание подготовительных работ по размещению и экспозиции указанных образцов в токамаке Т-10.

Работа выполнена при поддержке Международного Агентства по Атомной Энергии (МАГАТЭ, научно-исследовательские контракты No:16939 и 16960) и гранта РФФИ 16-08-00338.

Литература

1. V.K. Gusev et al. Review of Globus-M Spherical Tokamak Results. Nucl. Fusion **55** (2015) 104016 <http://iopscience.iop.org/0029-5515/55/10/104016>
2. A.V. Voronin, S.E. Alexandrov, G.F Avdeeva, et al. Experimental studies of cyclical plasma effects on tungsten. 42nd EPS Conference on Plasma Physics, Lisbon, Portugal, 22 - 26 June 2015. P5.175.
3. А.В. Воронин, А.Е. Александров, Б.Я. Бер и др. Экспериментальное изучение циклического воздействия плазмы на вольфрам, ЖТФ, 2016, Т. 86, Вып. 3.