Исследование вольфрама в потоке гелиевой плазменной струи

А.В. Воронин, С.Е. Александров, Б.Я. Бер, А.А. Борматов, В.К. Гусев, Е.В. Демина**\***, А.Н. Новохацкий, Г.Ю. Сотникова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический  
 институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия,  
 [voronin.mhd@mail.ioffe.ru](mailto:voronin.mhd@mail.ioffe.ru)  
\*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии  
 и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, Москва, Россия,  
 [elenadyom@mail.ru](mailto:elenadyom@mail.ru)

Дивертор ИТЭРа является важным элементом реактора. Его основные функции заключаются в поглощении теплового потока, выходящего из пристеночной плазмы и отводе гелия, который является продуктом сгорания в реакции термоядерного синтеза. На начальном этапе эксплуатации ИТЭРа только водородная и гелиевая плазма разрешена для отработки рабочих режимов. Известно, что воздействие гелиевой и водородной плазмы на стенки дивертора различаются [1]. Гелий, являясь инертным газом, обладает низкой растворимостью в конструкционных материалах. Он может накапливаться в виде пузырьков газа или сложных нано кластерных объединений (пуха) с собственными и радиационно-индуцированными дефектами структуры материалов. Воздействие гелия на различные материалы является одним из факторов, влияющих на изменение структуры, развитие пористости, процессы распухания и охрупчивания конструкционных материалов и, в конечном счете, может являться причиной сокращения срока эксплуатации или даже разрушения элементов реакторов. Вольфрам рассматривается основным конструкционным материалом для защиты элементов дивертора ИТЭР. Нано структуры в вольфраме получены и изучаются на линейных плазменных устройствах и зондах токамака Alcator C-Mod [2-4].

Цель настоящей работы заключается в изучении структуры и свойств поверхностных слоев вольфрама, облученного в струе гелиевой плазмы. В работе применяется коаксиальная плазменная пушка, создающая тепловую нагрузку аналогичную нагрузке на поверхность дивертора ИТЭР. Стенд плазменной пушки оснащен диагностиками, позволяющими контролировать параметры плазменной струи в процессе облучения материалов. Исследуется возможность получения нано структуры в вольфраме после многократного облучения. Проводится исследование морфологии и состава поверхностного слоя вольфрама после облучения. Многократно облученный гелиевой пушкой вольфрам планируется разместить в области выхода внешней ветви сепаратрисы сферического токамака Глобус-М для изучения взаимодействия дейтериевой плазмы с поврежденной поверхностью.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (Соглашение №14.619.21.0001 от 15.08.2014, идентификатор RFMEFI61914X0001), а также Международного Агентства по Атомной Энергии (МАГАТЭ, научно-исследовательские контракты No:16939 и 16960).

Литература

1. Pitts R.A. et al 2003 J. Nucl. Mater. 313–316 777.
2. Baldwin M.J. and Doerner R.P. 2008 Nucl. Fusion 48 035001.
3. Takamura S., Ohno N., Nishijima D. and Kajita S. 2006 Plasma Fusion Res. 1 051.
4. G.M. Wright et al. Tungsten nano-tendril growth in the Alcator C-Mod divertor. Nucl. Fusion 52 (2012) 042003 (5pp).