Исследование модификации поверхности и захвата дейтерия в вольфраме при воздействии ELM-ПОДОБНЫМИ импульсными потоками дейтериевой плазмы с примесями инертных газов [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Сергеечев А.А., 2Огородникова О.В., 1,2Гуторов К.М., 2Ефимов В.С., 2Сергеев Н.С., 1Подковыров В.Л., 1Кутуков А.К., 1Панин С.Е.

1АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», г. Москва, г. Троицк, Россия, [sergeechev@triniti.ru](mailto:sergeechev@triniti.ru)  
2НИЯУ «МИФИ», Москва, Россия

На будущих термоядерных установках для смягчения импульсных тепловых нагрузок, возникающих вследствие переходных процессов в плазме (ELM-события, срывы) на облицовочные материалы, планируется использовать метод, основанный на инжекции в плазму некоторого количества инертного газа (неон, аргон, криптон) [1]. На установках PISCES, PSI и др. было показано, что наличие таких примесей может влиять как на процессы модификации и эрозии защитных покрытий, так и на захват дейтерия (D) в них [2-4].

В работе представлены результаты исследования модификации поверхности вольфрама и захвата дейтерия в нем после воздействия импульсными потоками плазмы. Образцы материалов были выполнены из вольфрамового сплава В-МП. Часть вольфрамовых образцов отличалась исходным наличием на поверхности He-индуцированных наноструктур (вольфрамовый «пух»). В качестве плазмообразующих газов выступали дейтерий и смеси из дейтерия с добавками гелия, аргона и неона. Облучение образцов материалов импульсными потоками плазмы производилось на квазистационарном сильноточном плазменном ускорителе (КСПУ-Т) [5]. Выбранные экспериментальные параметры отражали условия ELM-событий, ожидаемых в ИТЭР [6]: плотность тепловой энергии, поглощаемая поверхностью вольфрама, составляла 0,7 МДж/м2 при длительности импульсаравной 1 мс (температура нагрева поверхности лежала ниже порога плавления вольфрама). Количество импульсов варьировалось в интервале от 1 до 10.

Добавление примесей в плазму незначительно влияло на характер модификации поверхности вольфрама. Исследование захвата D в вольфраме методом термодесорбционной спектрометрии показало, что накопление D растет по мере увеличения атомарной массы примеси – при облучении плазмой с примесью Ar наблюдается максимальный захват.

Воздействие плазмой, содержащей примесь He и Ne, на вольфрам с наличием «пуха» привело к плавлению наноструктур. В результате исходные нано-волокна агломерировали в более толстые волокна. Подобный эффект наблюдался ранее при облучении D плазмой без примесей [7]. Захват D при этом был меньше по сравнению с результатами, полученными на вольфраме без наличия наноструктур. В результате воздействия плазмой с добавкой Ar наличия волокон «пуха» не наблюдается, на поверхности присутствуют остаточные сферические наноструктуры. В данном случае количество захваченного D становится приближенно равным значениям, полученным при облучении вольфрама без «пуха» чисто D плазмой.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (РНФ)   
№ 20-12-00203.

Литература

1. Lehnen M., et. al., J. Nucl. Mater, 2015, 463, 39-48.
2. Ishida M., et. al., J. Nucl. Mater, 2015, 463, 1062-1065.
3. Rasinski M. et al., Nucl Mater. Energy, 2017, 12, 302-306.
4. Kreter A. et al., Nucl. fusion, 2019, 59, 8, 086029.
5. Коваленко Д.В. и др., ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2014, В.4, С.39-48.
6. Pitts R. A. et al., Nucl. Mater. Energy, 2019, 20, 100696
7. Ogorodnikova, O. V. et. al., J. Nucl. Mater., 2019, 515, 150–159.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/E/en/IY-Sergeev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)