Эрозия бериллия при воздействии потоков излучения, характерных для ослабленного срыва ИТЭР

Д.В. Коваленко, В.Л. Подковыров, Н.С. Климов, А.Д. Музыченко,\*В.М. Сафронов, \*\*И.Б. Куприянов, \*\*Н.П. Порезанов, \*\*Г.Н. Николаев

ФГУП «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт  
 инновационных и термоядерных исследований», Троицк, Москва, Россия,  
 [kovalenko@triniti.ru](mailto:kovalenko@triniti.ru)  
\*Частное учреждение Государственной корпорации «Росатом» «Проектный центр  
 ИТЭР», Москва, Россия  
\*\*ОАО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических  
 материалов им. А. А. Бочвара», Москва, Россия

В качестве защитного материала первой стенки в ИТЭР предполагается использовать бериллий. На данный момент основными кандидатами являются российский бериллий марки ТГП-56ПС и американский бериллий марки S65C [1]. В данной работе представлены результаты экспериментального исследования эрозии обоих типов бериллия под действием излучения с параметрами, характерными для ослабленного срыва ИТЭР. Излучение генерировалось при торможении потока плазмы, сформированного квазистационарным сильноточным плазменным ускорителем КСПУ-Ве, на бериллиевой пластине с размерами 80 х 80 х 10 мм. Пластина устанавливалась на оси ускорителя перпендикулярно плазменному потоку на расстоянии 60 см от электродов. В результате торможения потока плазмы на пластине основная часть его энергии преобразовывалась в излучение, рассеиваемое в полусферу от пластины. Облучаемый образец из бериллия располагался под углом 45º к оси ускорителя таким образом, что его поверхность была перпендикулярна линии, соединяющей точку пересечения оси потока с поверхностью пластины и центр облучаемой поверхности образца. Расстояние от центра образца до центра пластины составляло 120 мм. В качестве плазмообразующего газа использовалась смесь водород и аргона (5% Ar + 95% Н2).

В описанных условиях были облучены два образца (один из бериллия марки ТГП-56ПС, другой из бериллия марки S65C) размером 20 х 20 х 5 мм. Радиационная нагрузка на поверхность обоих образцов, температура которой перед каждым воздействием поддерживалась на уровне 500ºС, составляла 0,5 МДж/м2 с длительностью ~0,5 мс. Общее количество воздействий по каждому образцу равнялось 100. На рис. 1 представлены фотографии поверхности опытных образцов первой стенки из бериллия после облучения.



**2мм**

**2мм**

ТГП-56ПС

S65C

Фотографии поверхности образцов из бериллия после 100 импульсов облучения

После облучения поверхность образцов как бериллия марки ТГП-56ПС, так и бериллия марки S65C становится сильно развитой с множеством ямок, канавок и бугорков различной формы. Вокруг бугорков на поверхности образцов обоих типов бериллия образуются трещины. Поверхности образцов обоих типов бериллия покрывается шаровидными образованиями размером 1 – 2 мкм.

Литература

1. Barabash V., Eaton R., Hirai T. et al. Physica Scripta, 2011, T. 145, 014007.