Модификация поверхности металлов под действием мощных потоков излучения плазмы [[1]](#footnote-1)\*)

Коваленко Д.В., Карташева А.А., Петраков М.В., Подковыров В.Л., Сергеечев А.А., Гуторов К.М., Ярошевская А.Д., Панин С.Е., Барсук В.А.

Акционерное общество "Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований"

В данной работе представлены результаты экспериментального исследования поведения алюминия и коррозионно-стойкой стали под действием излучения с параметрами, характерными для ослабленного срыва ИТЭР [1]. Излучение генерировалось при торможении потока плазмы, сформированного квазистационарным сильноточным плазменным ускорителем КСПУ-Т, на твердотельной преграде (мишени) [2]. Облучаемые образцы материалов устанавливались под углом 45º к оси ускорителя сбоку от мишени, и не подвергались прямому воздействию плазменного потока. В работе [3] было показано, что такое облучение излучением коррозионно-стойкой стали 316L(N)-IG (предполагаемой для использования в качестве обращенного к плазме материала диагностических патрубков ИТЭР) приводит к образованию на поверхности образца регулярной волнообразной структуры с горбами и впадинами с характерным масштабом вдоль поверхности 1-3мм. В данной работе основное внимание было уделено изучению динамики процесса модификации поверхности материалов под действием вспышек излучения, впервые проведена высокоскоростная видеорегистрация формирования рельефа поверхности.

Эксперименты проводились на квазистационарном плазменном ускорителе КСПУ-Т. Мишень, на которой происходило торможения потока плазмы, устанавливалась на оси ускорителя перпендикулярно плазменному потоку на расстоянии 80 см от электродов. Поперечный размер мишени составлял 160 мм, что больше характерного диаметра плазменного потока КСПУ-Т (~100 мм). Расстояние от центра облучаемого образца до центра мишени составляло 100 - 150 мм. В качестве плазмообразующего газа использовались водород, гелий или азот. Тепловая нагрузка на поверхность образца варьировалась в диапазоне 0,5 - 1,0 МДж/м2 при длительности воздействия 0,5 - 1,0 мс, количество воздействий на образец составляло до 10 импульсов. Высокоскоростная регистрация процессов развития рельефа проводилась с помощью видеокамеры Phantom со скоростью съемки до 200000 кадров в секунду и размером кадра 256 х 256 пикселей. После облучения образцы исследовались с помощью оптической и электронной микроскопии.

В результате проведенных экспериментов был определен момент начала плавления материала на поверхности образца. Обнаружено, что на поверхности алюминия формируется пленка темного цвета, которая в процессе облучения трескается, при этом образовавшиеся островки пленки перемещаются по поверхности расплавленного металла до его затвердевания. Рельеф поверхности практически не изменяется. На поверхности стальных образцов, напротив, обнаружено сильное развитие рельефа, формирование которого происходит непосредственно во время импульса облучения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Госкорпорации «Росатом» в рамках научного проекта № 20-21-00153.

Литература

1. Riccardi B. et al, Fusion engineering and design, 2011, Т. 86, С.1665-1668.
2. Коваленко Д.В. и др., ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2014, В.4, С.39-48.
3. Klimov N. S. et al, Journal of Nuclear Materials, 2013, Т. 438, S241-S245.

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