Исследование влияния импульсных плазменных нагрузок на повреждение бериллия [[1]](#footnote-1)\*)

1Базалеев Е.В., 1Куприянов И.Б., 2Подковыров В.Л., 2Федулаев Е.Д., 3Васенин С.М.

1Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических  
 материалов им .А.А. Бочвара, г. Москва, Россия, [post@bochvar.ru](mailto:post@bochvar.ru)  
2Троицкий научно-исследовательский институт инновационных технологий, г. Троицк,  
 Россия, [liner@triniti.ru](mailto:liner@triniti.ru)  
3Проектный Центр ИТЭР, г. Москва, Россия, [support@iterrf.ru](mailto:support@iterrf.ru)

Панели первой стенки главной камеры ИТЭР будут полностью облицованы бериллием. Основными причинами выбора бериллия в качестве материала облицовки первой стенки ИТЭР являются его низкий атомный номер, высокие характеристики поглощения кислорода, а также высокая теплопроводность. Во время горения плазмы в ИТЭР на бериллий, помимо воздействия циклических тепловых нагрузок (нормальных событий), будут также воздействовать высокие переходные тепловые нагрузки, такие как ELM (краевая локальная мода), срывы плазмы, VDE (вертикальное смещение плазмы) и т.д. (нестационарные события). Эти переходные импульсные нагрузки вызывают быстрый нагрев поверхности бериллия и могут привести к значительным изменениям в поверхностных и приповерхностных областях, таких как потеря материала, плавление, растрескивание, испарение и образование бериллиевой пыли, а также удержание изотопов водорода как в облицовке, так и в пыли. В экспериментах по моделированию поведения бериллия в ИТЭР необходимо принимать во внимание также и магнитное поле, воздействующее на материал при облучении плазменными потоками.

В данной статье представлены результаты экспериментов, выполненных в АО ВНИИНМ на установке КСПУ-Ве, по исследованию повреждения поверхности образцов теплозащитной облицовки из бериллия при облучении импульсными потоками дейтериевой плазмы, имитирующими воздействия ЭЛМ-событий плазмы в ИТЭР. Установка КСПУ-Be представляет собой одностадийный коаксиальный квазистационарный плазменный ускоритель. Она способна обеспечить плазменные (водородные или дейтериевые) и радиационные тепловые нагрузки на поверхности мишени, имитирующие ELM, срывы плазмы и смягченные срывы, ожидаемые в ИТЭР. Макеты из бериллия специальной конструкции были испытаны в потоках дейтериевой плазмы (6 см в диаметре) с длительностью импульса 0,3 мс при тепловой нагрузке 0,6 МДж/м2 до 20 выстрелов. Угол между потоком плазмы и поверхностью макета составлял 45о и 90о. Индукция магнитного поля (В) у поверхности макетов составляла 0,6 Тл. Во всех экспериментах поток плазмы двигался вдоль магнитного поля. В экспериментах исследовались две марки бериллия, допущенные к использованию в ИТЭР: ТГП-56ПС (РФ, АО ВНИИНМ) и S-65C (США, Materion Brush). Представлены данные по влиянию магнитного поля 0,6 Тл на эрозию и поверхностное повреждение бериллия при тепловой нагрузке 0,6 МДж/м2. Полученные экспериментальные данные используются для проверки соответствующих числовых моделей и для оценки времени жизни бериллиевой облицовки.

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