бесконтактный метод исследования остаточных напряжений в вольфрамовой пластине, возникающих в результате быстрых тепловых нагрузок на ее поверхность [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Черепанов Д.Е., 1,2,3Аракчеев А.С., 1,3Бурдаков А.В., 1Кандауров И.В., 1,2Касатов А.А., 2,3,4Лазарева Г.Г., 1,2,4Максимова А.Г., 1,2Попов В.А., 1,3Руктуев А.А., 1,2Шошин А.А., 1,2Васильев А.А., 1,2Вячеславов Л.Н.

1Институт Ядерной Физики имени Будкера СО РАН, Новосибирск, 630090, Россия,  
 [inp@inp.nsk.su](mailto:inp@inp.nsk.su)  
2Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, 630090, Россия,  
 [nsu@nsu.ru](mailto:nsu@nsu.ru)  
3Новосибирский Государственный Технический Университет, Новосибирск, 630092,  
 Россия, [pr@nstu.ru](mailto:pr@nstu.ru)  
4Институт Вычислительной Математики и Математический Геофизики СО РАН,  
 Новосибирск, 630090, Россия, [contacts@sscc.ru](mailto:contacts@sscc.ru)

Одной из ключевых проблем международного проекта ИТЕР является эрозия вольфрамовых диверторных пластин, вызванная импульсными тепловыми нагрузками, связанными с быстрыми процессами типа ЭЛМ. Быстрый нагрев пластины провоцирует появление в тонком поверхностном слое металла растягивающих напряжений, которые вызывают деформацию и растрескивание поверхности во время охлаждения. При экспериментальном моделировании воздействия импульсных тепловых нагрузок на вольфрамовые образцы на установке БЕТА [1] в Институте ядерной физики был обнаружен остаточный изгиб, который коррелирует с ожидаемыми остаточными напряжениями. Для характеристики напряжений разработана бесконтактная, неразрушающая система диагностики, позволяющая наблюдать за динамикой деформаций исследуемой вольфрамовой пластинки.

Принцип работы системы основан на наблюдении за изменением положения фокуса лазерного луча, отраженного от полированной поверхности вольфрамовой пластинки, тыльной к нагреваемой. В качестве параметра, характеризующего деформацию, рассматривается радиус кривизны поверхности исследуемой пластинки. Лицевая сторона пластины нагревается электронным пучком с длительностью 0.1−1 мс, имеющим гауссов профиль с характерным диаметром 20 мм и создающим поток тепла 10−40 МДж∙м-2∙с-0.5.

Результаты экспериментов показывают, что остаточная кривизна поверхности вольфрамовой пластины (как и величина максимального изгиба во время нагрева) коррелирует с величиной тепловой нагрузки. Она растет с повышением нагрузки, как и остаточные растягивающие напряжения, возникающие в поверхностном слое. При облучении с постоянной мощностью и временем воздействия остаточная кривизна устанавливается на постоянном значении через несколько актов воздействия. Растрескивание вольфрамовой мишени сопровождается снижением абсолютной величины остаточной деформации, что свидетельствует о частичном снятии напряжений. Проведено теоретическое исследование процесса деформации и накопления напряжений, которое согласуется с экспериментальными данными, получаемыми на установке БЕТА. Проводятся исследования образцов с разной толщиной при разных сценариях и величинах тепловой нагрузки.

Литература

1. L.N. Vyacheslavov et al., Phys. Scripta 93 (2018) 035602

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