Экспериментальное и численное исследование повреждения конструкционных материалов, предназначенных для первой стенки мощных плазменных установок, сильноточным релятивистским электронным пучком [[1]](#footnote-1)\*)

1,3,4Казаков Е.Д., 1Бобырь Н.П., 1Крутиков Д.И., 1Орлов М.Ю., 1,3Смирнова А.Р., 1Спицын А.В., 1Стрижаков М.Г., 2Сунчугашев К.А.

1НИЦ "Курчатовский институт", Москва, РФ  
2РУДН, Москва, РФ  
3МФТИ, Долгопрудный, Московская область, РФ  
4НИУ МЭИ, Москва, РФ

При возникновении аварийных ситуаций на мощных плазменных установках потоки плазмы или пучки заряженных частиц могут попадать на стенку вакуумной камеры приводя к её повреждению [1]. В данной работе исследовались образцы из поликристаллического вольфрама (Goodfellow) и ферритно-мартенситной коррозионностойкой стали ЭК-181 (Русфер). Предварительные эксперименты, проведённые на сильноточном ускорителе электронов «Кальмар» продемонстрировали, что многократное воздействие пучка электронов с энергией порядка 100 Дж приводит к значительному оплавлению стали и растрескиванию поверхности образцов из вольфрама [2].

Новая серия экспериментов призвана оценить различие между мощным однократным воздействием и серией воздействий с умеренной мощностью. Также было проведено численное моделирование торможения электронов в образцах.

Моделирование воздействия релятивистского электронного пучка на исследуемый образец проводилось с помощью программы «Каскад» (далее Программа), в которой реализован метод Монте-Карло. Программа предназначена для расчёта линейных характеристик полей электронов, позитронов и гамма-квантов в общей неоднородной среде, представляющую собой цилиндр, разбитый на однородные по составу зоны различных радиусов и толщины. Программа объединяет в себе два основных метода расчёта полей электронов методом Монте-Карло: модель отрезков [3] и модель катастрофических столкновений [4]. В Программе реализованы алгоритмы группировки малых передач энергии для электронов и позитронов и аналоговое моделирование для гамма-квантов в диапазоне энергий 0,01 – 105 МэВ для моделирования пробегов между катастрофическими столкновениями. Рождение вторичных заряженных частиц и гамма-квантов моделируется так же, как в модели катастрофических столкновений [5]. Результатами расчётов являлись: глубина пробегов электронов внутри мишеней, глубины энерговыделения и энергия тормозного излучения.

Работа выполнена при поддержке НИЦ «Курчатовский институт» (Приказ № 1953 от 29.09.2020).

Литература

1. Саврухин П.В., Шестаков Е.А., Борщеговский А.А..// ВАНТ. Сер. Термоядерный син-тез, 2017, т. 40, вып. 4. С. 50–62.
2. Бобырь Н.П., Казаков Е.Д., Крутиков Д.И., и др. // Лазерные, плазменные исследования и технологии ЛАПЛАЗ-2021 Сборник научных трудов VII Международная конференция. Москва, 2021 С. 399-401.
3. Berger M. J. Monte Carlo calculation of the penetration and diffusion of fast charged particles // Methods in Computational Physics. – 1963. – Т. 135.
4. Аккерман А. Ф., Никитушев Ю. М., Ботвин В. А. Решение методом Монте-Карло задач переноса быстрых электронов в веществе //Алма-Ата: Наука. – 1972. – С. 166.

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