Сравнительное исследование разрушения материалов сложной структуры при воздействии сильноточного электронного пучка для случаев объемного и приповерхностного энерговыделения

1Казаков Е.Д., 1Демидов Б.А., 1Долгачев Г.И., 1Калинин Ю.Г., 1Крутиков Д.И., 1Курило А.А., 2Малинин С.А., 1Масленников Д.Д., 2Садовничий Д.Н., 1Стрижаков М.Г., 1Шашков А.Ю.

1НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, Kazakov\_ED@nrcki.ru
2ФГУП «ФЦДТ «Союз», Россия

Исследование разрушения материалов со сложной физико-химической структурой при мощном импульсном нагружении является важной и интересной задачей с фундаментальной точки зрения, и, в то же время, весьма актуально для ряда приложений. В настоящее время отсутствуют универсальные модели и уравнения состояния, описывающие эти процессы. В связи с этим требуется обширный набор экспериментальных данных для как можно большего количества материалов при различной глубине энерговыделения. Подобное воздействие может быть обеспечено использовании сильноточных электронных ускорителей, обеспечивающих широкий диапазон энергий электронов. В связи с этим применением релятивистских электронных пучков в задачах по исследованию свойств материалов со сложной физико-химической структурой приобретают особую важность.

В работе представлено сравнительное экспериментальное исследование проведенное на ускорителях Кальмар [1] и РС-20 [2], обеспечивающих энергию электронов 150 – 300 кэВ и 800 – 1500 кэВ соответственно. Такой разброс позволяет исследовать разрушение материалов при достаточно широком диапазоне глубин энерговыделения. Например, для полистирола средний пробег электронов с энергией 200 кэВ составляет порядка 400 мкм, а при 1500 кэВ – чуть менее 7 мм [3]. Для удобства анализа разрушения н первом этапе исследовались образцы из прозрачных или полупрозрачных полимеров – полистирола, оргстекла, эпоксидной смолы и игдантина. Продемонстрировано, что при объемном энерговыделении эффективнее формируется ударная волна, что приводит к существенно большим разрушениям. Так в чрезвычайно упругом низкомодульном полимере игдантине после облучения обнаружены макротрещины, которые не удавалось получить ни при поверхностном воздействии с помощью взрывающихся фольг, ни в случае приповерхностного энерговыделения при облучении на установке Кальмар.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 18-02-00555-а.

Литература

1. Демидов Б.А., Ивкин М.В., Петров В.А., Фанченко С.Д. // Атомная энергия. 1979. Т. 46. Вып. 2. С. 101 – 116.
2. Долгачев Г.И., Казаков Е.Д., Калинин Ю.Г., Масленников Д.Д., Ткаченко С.И., Шведов А.А. // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2018. Т. 82. № 4. С. 452 – 456.
3. <https://physics.nist.gov/PhysRefData/Star/Text/ESTAR.html>