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](mailto: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>