

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА РАЗРУШЕНИЯ ПОЛИМЕТИЛ МЕТАКРИЛАТА И ПОЛИСТИРОЛА ЗА ФРОНТОМ УДАРНОЙ ВОЛНЫ, ВОЗБУЖДАЕМОЙ ИМПУЛЬСОМ СИЛЬНОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА

Б.А. Демидов¹, В.П. Ефремов², Ю.Г. Калинин¹, В.А. Петров¹, С.И. Ткаченко², К.В. Чукбар¹

¹Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия, e-mail: kalinin@dap.kiae.ru;

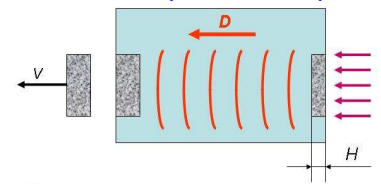
²Объединенный институт высоких температур, РАН, Москва, Россия,

Изучалось поведение образцов, изготовленных из ПММА и ПС, при воздействии на них импульса высокопоточного пучка электронов. С помощью лазерного зондирования в сочетании с электронно-оптической хронографией определены значения времени задержки прихода волны разрушения относительно фронта ударной волны в ПММА и ПС. Несмотря на то, что пространственная картина разрушения этих двух полимеров после воздействия электронного пучка сильно различается, в области давлений 1.7 ГПа разрушение обоих полимеров наступает через 1.0–1.2 мкс после прохождения фронта ударной волны, т.е. в волне разгрузки. Установлено, что, несмотря на различный характер разрушения этих полимеров вблизи облучаемой поверхности, скорости волн разрушения в них близки.

Установка Кальмар

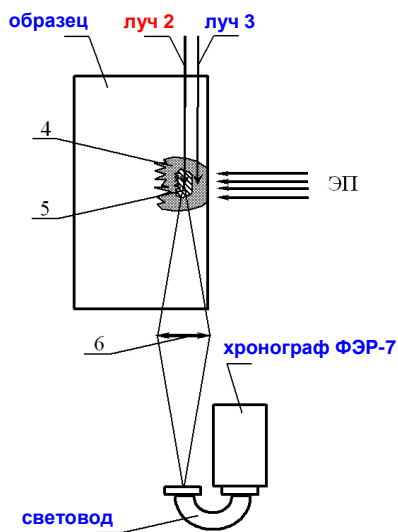


Взаимодействие высокопоточного импульсного пучка с конденсированной средой



Электронный пучок (ЭП) диаметром 10–12 мм с током $I = 18–20$ кА и энергией электронов $V = 0.3$ МэВ, длительностью импульса тока на полувысоте $t = 10^{-7}$ с, направлялся на поверхность образца. Типичная временная зависимость мощности, выделяемой электронным пучком в образце; её достаточно хорошо можно аппроксимировать полупериодом синусоиды, длительность которого составляет 220 нс, а амплитуда – $P = 6 \cdot 10^9$ Вт/см².

Схема опыта вид сверху



Разрушение полистирола и ПММА электронным пучком

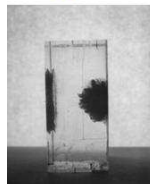
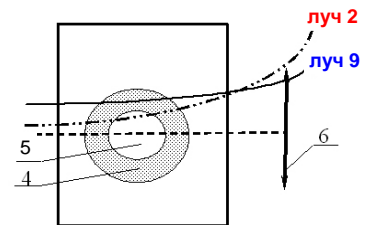
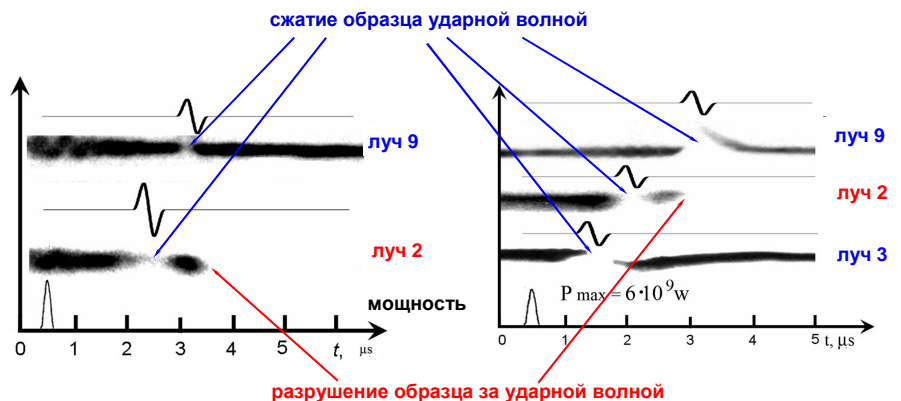


Схема опыта вид спереди



Луч лазера (2) DPSS на алюмо-иттриевом гранате с внутривибраторным преобразованием во вторую гармонику ($\lambda = 0,532$ мкм, длительностью 10 мкс, мощностью до 300 мВт) с помощью длиннофокусного объектива направлялся на боковую стенку перпендикулярно оси электронного пучка. Зондирование проводилось по одному из трех оптических путей (2, 3 и 9). Два из них проходили в плоскости оси пучка на расстоянии 7 мм и 4 мм от облучаемой поверхности мишени (луч 2 и 3 соответственно). Луч 2 проходит через область (4), в которой зарегистрированы разрушения обоих полимеров, а луч 3 – через область (5), где разрушался только ПС, а в ПММА видимых разрушений не обнаружено. Кроме того, проводилось зондирование образцов на расстоянии 7 мм от облучаемой поверхности на 8 мм выше оси электронного пучка (луч 9).



Хронограммы лазерных лучей при прохождении через ПММА: луч 9 проходит на расстоянии 7 мм от передней поверхности мишени на 8 мм выше оси электронного пучка; луч 2 проходит на расстоянии 7 мм от передней поверхности мишени на уровне оси электронного пучка, через центр «метёлки»; луч 3 проходит на расстоянии 4 мм от передней поверхности мишени на уровне оси электронного пучка. Кроме того на рисунке схематично изображены временные профили давления при прохождении ударной волны через соответствующие сечения, рассчитанные в соответствии с акустическим приближением, а также характерная временная зависимость мощности электронного пучка с амплитудным значением $P = 6 \cdot 10^9$ Вт/см².