

## О МАКСИМАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЛИНЕ ЦИЛИНДРА ВВ, ИНИЦИИРУЕМОГО В НАПРАВЛЕНИИ ОТ МЕТАЕМОЙ ПЛАСТИНЫ

М. А. Лебедев

(Челябинск)

При экспериментальном исследовании процессов, протекающих при ударном нагружении различных материалов, широко используются пластины, разогнанные с помощью взрывчатого вещества (ВВ), которое в зависимости от требований к скорости, геометрии и форме пластины при ударе инициируют определенным способом [1, 2]. При этом для рационального использования энергии взрыва важно знать влияние ряда определяющих факторов на  $l_{\max}$  — максимальную эффективную длину<sup>1</sup> ВВ.

Имеющиеся же в литературе данные о влиянии этих факторов на  $l_{\max}$  ограничены, носят преимущественно качественный характер и в ряде случаев противоречивы. Например, для открытого цилиндра ВВ радиусом  $r$ , инициируемого с торца в направлении тела, воспринимающего импульс взрыва, в [3] на основе выводов о размерах активной части заряда утверждается, что  $l_{\max} = 4,5r$ , а в [4] на основе экспериментальных результатов по обжатию свинцовых столбиков и разгону пластин получено  $l_{\max} \approx 7r$ .

О величине  $l_{\max}$  при других способах инициирования данные не известны. Поэтому, чтобы несколько уменьшить этот пробел, в настоящей статье приводятся результаты экспериментов по определению влияния ряда факторов на  $l_{\max}$  цилиндра ВВ, инициируемого с торца в направлении от метаемой пластины. Целесообразность исследования именно этого способа инициирования вызвана возможностью безоткольного разгона пластин в широком диапазоне толщин, несмотря на имеющий место, как уже отмечалось в [1], определенный проигрыш в скорости по сравнению с другими способами инициирования при разгоне относительно тонких пластин.

Эксперименты проводили с устройством, схематически показанным на рис. 1. Метаемая пластина, выполненная из Ст.3, имела диаметр, равный диаметру цилиндра ВВ, и толщину 15 или 35 мм. Система инициирования, аналогичная устройству [5], представляла собой многоточечную (от 4 до 12 точек инициирования, в зависимости от диаметра заряда ВВ, равномерно расположенных по его торцу) детонационную разводку, состоящую из прутков ВВ, расположенных в матрице из оргстекла толщиной 5 мм и одним концом выходящих на торец цилиндра ВВ. Другие концы этих прутков объединены в общее начало, примыкающее к электродетонатору. Цилиндр ВВ имел в различных опытах диаметр 60, 90 или 120 мм, готовился из состава ТГ 40/60 плотностью 1,68 г/см<sup>3</sup> и только в серии опытов по определению влияния плотности ВВ на  $l_{\max}$  — из порошка с насыпной плотностью 0,8 г/см<sup>3</sup>.

Цилиндрическая оболочка (при ее наличии) выполнялась в различных сериях опытов или цельной (одного материала) из свинца, стали, алюминия, оргстекла или слоеной из этих же материалов с суммарной толщиной стенки  $\delta = 0 \div 30$  мм стали. В ряде опытов оболочка присутствовала только в ствольной части С с толщиной стенки  $\Delta$ , а в зоне К ее не было. Тыльную накладку толщиной от 0 до 35 мм делали из стали.

Таким образом, в качестве основных факторов, которые могут определять значение  $l_{\max}$ , рассматривались: радиус, плотность и состав ци-

<sup>1</sup> Максимальной эффективной длиной считается длина, начиная с которой торцевой эффект (смятие столбика, импульс, скорость пластины и т. д.) в пределах точности его определения становится постоянным.

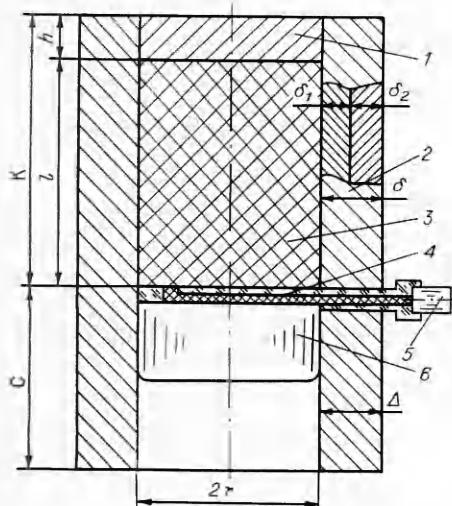


Рис. 1. Схема экспериментального устройства.

1 — тыльная накладка; 2 — оболочка с толщиной стенки  $\delta = \sum_{i=1}^n \delta_i$  в корпусной части К и с толщиной  $\Delta$  в ствольной части С; 3 — заряд ВВ; 4 — электродетонатор; 5 — система инициирования; 6 — метаемая пластина.

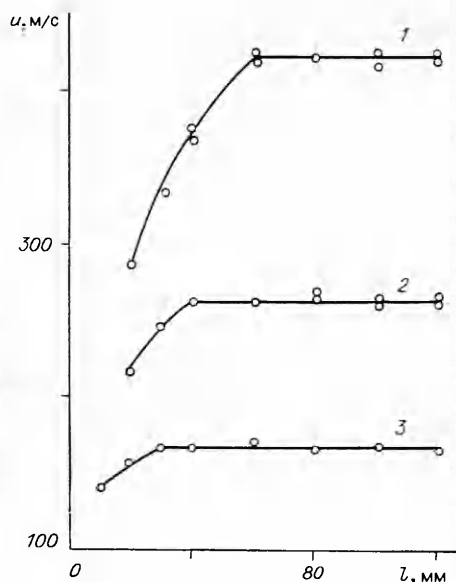


Рис. 2. Зависимости скорости стального тела толщиной 35 мм от длины заряда из ТГ 40/60 диаметром 60 мм и плотностью 1,68 г/см<sup>3</sup> для различных толщин оболочек из стали;  $h = 15$  мм.

1 —  $\delta = \Delta = 30$  мм; 2 —  $\delta = \Delta = 10$  мм; 3 —  $\delta = 0$ ,  $\Delta = 30$  мм.

линдра ВВ; толщина и материал оболочки в зонах К и С; толщина метаемай пластины  $\Delta_{пл}$  и тыльной накладки.

В опытах электроконтактным методом определяли максимальную скорость пластины, причем предельная относительная погрешность определения не превышала +2,5%. Обработкой полученных экспериментальных данных на ЭВМ по методу наименьших квадратов строились зависимости  $u(l)$  при других фиксированных параметрах. Все эти зависимости качественно были аналогичны показанным на рис. 2, т. е. имели восходящую ветвь и параллельную оси абсцисс прямую. Значение  $l$  в точке пересечения этих ветвей принималось за  $l_{max}$ .

В результате анализа этих зависимостей, а также с учетом данных [4], где установлено, что для ряда ВВ (тетрил, пентолит 50/50, динамит на аммиачной селитре, 60%-й обычный динамит) с максимальной, практически достижимой плотностью при инициировании с торца в направлении тела, воспринимающего импульс взрыва,  $l_{max}$  не зависит от состава ВВ, получена эмпирическая расчетная формула, которая с точностью  $\pm 4\%$  описывает экспериментальные результаты и, по нашему мнению, может быть использована для широкого класса ВВ:

$$l_{max} = K \frac{\rho_{max}}{\rho_{ВВ}} \left( r + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i \rho_i}{\rho_{ст}} \right), \quad (1)$$

где  $\rho_{max}$  — максимальная, практически достижимая плотность ВВ конкретного состава (для ТГ 40/60  $\rho_{max} = 1,68$  г/см<sup>3</sup>);  $\rho_{ВВ}$  — фактическая плотность ВВ того же состава;  $r$  — радиус заряда ВВ;  $\delta_i$ ,  $\rho_i$  — толщина и плотность материала  $i$ -го слоя оболочки;  $\rho_{ст}$  — плотность стали;  $n$  — число слоев оболочки;  $K$  — подгоночный коэффициент:  $K = 1, 3$  — открытый торец ВВ,  $K = 1$  — тыльная накладка толщиной 15 ÷ 35 мм,  $K = 1,3 \div 1,0$  — тыльная накладка толщиной 0 ÷ 15 мм.

Для открытого, т. е. без оболочки и тыльной накладки, заряда ВВ с максимальной, практически достижимой плотностью формула (1)

упрощается до вида

$$l_{\max} = 1,3r. \quad (2)$$

Следует отметить, что в исследованном диапазоне  $\Delta_{\text{пл}} = 15 \div 35$  мм толщина разгоняемой пластины на  $l_{\max}$  не влияла.

Величина  $l_{\max}$  не зависела также от толщины материала ствольной части оболочки (см. рис. 1, зона С). Этот факт говорит о том, что на расширение продуктов взрыва (ПВ) ствол влияет только в прилегающей к разгоняемой пластине части ВВ.

Зависимость (1) следует рассматривать как первое приближение, которое может быть полезно в практике, но не претендует на полное отражение физики процесса, в основе которого лежит взаимодействие волн: детонационной, ударных и волн разгрузки в ПВ, материалах тела и корпуса ВВ. В значительной степени разной направленностью волновых взаимодействий, по нашему мнению, можно объяснить существенное отличие значения  $l_{\max}$  для открытого заряда, инициируемого исследованным способом ( $l_{\max} = 1,3r$ ), от полученного в [3, 4] значения  $l_{\max} = (4,5 \div 7)r$  при инициировании открытого заряда в направлении разгона пластины. Следует также отметить установленное влияние плотности ВВ конкретного состава на  $l_{\max}$ , в отличие от вывода [4] о независимости  $l_{\max}$  от плотности ВВ, сделанного на основе опытов с различными составами, которые имеют максимальную практически достижимую плотность. Представляет интерес получить экспериментальное подтверждение работоспособности формулы (1) в более широком диапазоне исследованных факторов.

В заключение автор считает своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность за помощь в проведении опытов А. М. Калугину.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов А. Г., Карпенко Г. Я. ФГВ, 1980, 16, 2, 84.
2. Огородников В. А., Пинчук С. Ю. и др. ФГВ, 1981, 17, 1, 133.
3. Физика взрыва/Под ред. К. П. Станюковича.— М.: Наука, 1975.
4. Cook M. A. The Science of High Explosives.— N. Y., 1957.
5. Патент США № 3430563, кл. 102—22, публикация 1969 г.

Поступила в редакцию 4/II 1987,  
после доработки — 20/IV 1987

УДК 678.019.36

### УДАРНАЯ ДЕГАЗАЦИЯ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КПД ПРОЦЕССА

Б. Е. Гугман  
(Душанбе)

Термодинамический расчет системы С—Н—S [1] показал, что в случае  $C/H = 1/2$  химический КПД реакции, представляющий собой отношение энтальпии  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$  и  $C_3H_6$  при стандартной температуре к энтальпии при температуре, соответствующей минимуму энергозатрат ( $T = 1850$  К), достигает значения  $\eta = 60\%$  (рис. 1). В плазмохимических процессах  $\eta \leq 20 \div 30\%$ , поэтому его повышение до термодинамически возможного уровня представляет несомненный интерес.

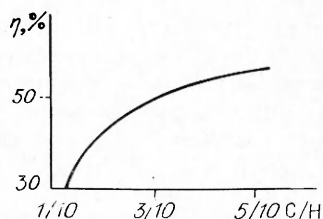


Рис. 1.

Для решения этой задачи в качестве импульсного источника излучения использован неодимовый лазер со средней энергией излучения в одном импульсе 5 Дж, работающий в