

О ПАРАМЕТРАХ УДАРНОГО СЖАТИЯ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ АМПУЛЕ

С. С. Бацанов, Г. С. Доронин, С. С. Кутателадзе

(Новосибирск)

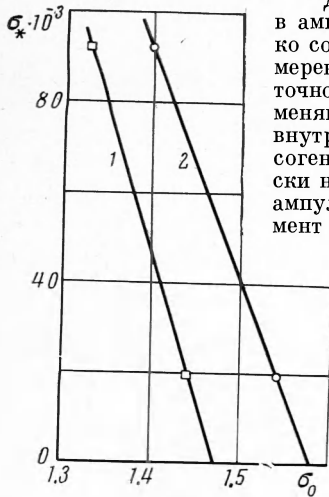
Изучение физико-химических превращений вещества при ударном сжатии в ампулах имеет ряд достоинств, связанных с сохранением вещества и возможностью определения вновь возникающих, достаточно устойчивых во времени свойств [1,2].

Достоверное определение термодинамических параметров в ампуле является при этом важнейшим требованием. Однако соответствующие надежные методы пока отсутствуют. Измерения показывают, что цилиндрические ампулы с достаточно большим отношением  $L/D$  после взрыва практически меняют только свой диаметр. Так, в опытах по методике [1] внутренний диаметр стальной ампулы при взрыве 100 г гексогена менялся в среднем от 5 до 3.5 мм, а длина практически не менялась. Однако измерение остаточной деформации ампулы не дает представления об истинном объеме в момент схождения ударной волны в окрестности оси ампулы, поскольку в период разгрузки ампула частично восстанавливает свои первоначальные размеры.

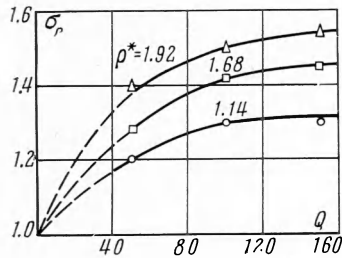
Проведенные опыты показывают, что помещенные перпендикулярно оси ампулы диски из достаточно пластичного материала обнаруживают гораздо большую остаточную деформацию, чем собственно ампула, что согласуется с данными, приведенными в [3] (стр. 418—419). Вероятно, при этом имеет место влияние и трения между пластинками и окружающим их материалом.

При большой относительной длине ампулы и радиальном обжатии в среднем сечении торцевые эффекты не будут заметно сказываться, и вполне пластичный индикатор отметит максимальное сжатие стенок ампулы. Проведя опыты с индикаторами из

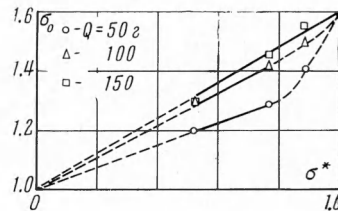
материалов разной пластичности (медь и сталь), можно построить характеристику  $\sigma(\delta_*)$ , где  $\sigma$  — степень сжатия и  $\delta_*$  — динамический предел текучести [ $H/cm^2$ ] [3] (стр. 127, табл. 8). На фиг. 1 показаны такие данные для двух опытов. Экстраполируя



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

на  $\delta_* = 0$ , отождествим полученную величину с истинным максимальным сжатием. Оказалось, что эта величина всего на 2% превосходит степень сжатия, определенную по изменению диаметра медной пластинки. На фиг. 2 показана зависимость  $\sigma_0$  от веса  $Q$  [г] заряда ВВ для значений  $\rho^* = 1.92, 1.68, 1.14$  г/см<sup>3</sup>. Отчетливо наблюдается выход на некоторое плато, т. е. дальнейшее увеличение заряда без изменения организации взрыва не приводит к существенному изменению воздействия на ампулу. На фиг. 3 показана зависимость  $\sigma_0$  от относительной плотности засышки  $\sigma^* = 1 - \varphi$ , где  $\varphi$  — пористость для значений  $Q = 50, 100, 150$  г. Как видно, при насыщении заряда ВВ зависимость  $\sigma_0(1 - \varphi)$  становится практически линейной.

Приводим в таблице результаты опытов по ударному сжатию NaCl в стальных

$\rho^*, \text{г/см}^3$	$Q, \text{г}$	$\sigma$	$\sigma_0$	$p, \text{кбар}$	$T, ^\circ\text{C}$
1.14	50	2.28	1.20	240	1330
	100	2.50	1.30	500	1650
	150	2.50	1.30	500	1650
1.68	50	1.67	1.29	170	570
	100	1.83	1.42	330	730
	150	1.87	1.45	370	800
1.92	50	1.60	1.41	250	400
	100	1.69	1.50	360	610
	150	1.74	1.55	420	660

цилиндрических ампулах с внутренним диаметром  $D_0 = 5$  мм и толщиной стенки  $\Delta_0 = 2.5$  мм. Плотность монокристалла  $\rho_{00} = 2.165 \text{ г/см}^3$ ,  $\sigma_0 = \rho_{\text{max}}/\rho_{00}$ ; степень сжатия  $\sigma$  фиксировалась медными индикаторами;  $\sigma_0$  — степень сжатия, пересчитанная на плотность монокристалла, и  $\delta_* = 0$ ;  $T_0 = 300^\circ \text{ K}$ ,  $p$  и  $T$  вычислены с точностью до второго значащего числа.

Так как для NaCl известна ударная адиабата<sup>7</sup> [4-6], то осредненное по сечению максимальное давление определяется по максимальной степени сжатия.

Температура оценивалась по известной формуле [7]

$$T \approx T_0 \sigma^2$$

Степень пористости засыпки проявляется при этом нормальным образом, т. е. с увеличением пористости температура в период ударного сжатия повышается [8].

Поступила 22 III 1966

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бацанов С. С., Дерибас А. А. Действие взрыва на вещество. Структурные изменения окиси неодима. Научно-технические проблемы горения и взрыва, 1965, т. 1, стр. 103.
2. Бацанов С. С., Дерибас А. А., Кутюлин С. А. Действие взрыва на вещество. Термодинамика ударного сжатия порошков. Научно-техн. пробл. горения и взрыва, 1965, т. 2, стр. 52.
3. Гольдсмит В. Удар. М., Стройиздат, 1965.
4. Альтшулер Л. В., Кулешова Л. В., Павловский М. Н. Динамическая сжимаемость, уравнение состояния и электропроводность хлористого натрия высоких давлениях. Ж. эксперим. и техн. физ., 1960, т. 39, № 1, стр. 16.
5. Кормер С. Б., Синицын М. В., Фунтиков А. И., Урлин В. Д., Блинов А. В. Исследование сжимаемости пяти ионных соединений до давления 5 Мбар. Ж. эксперим. и теор. физ., 1964, т. 47, № 4, стр. 1202.
6. Альтшулер Л. В., Павловский М. В., Кулешова Л. В., Симанов Г. В. Исследование галогенидов щелочных металлов при высоких давлениях и температурах ударного сжатия. Физ. твердого тела, 1963, т. 5, стр. 279.
7. Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных исследований, Физматгиз, 1963.
8. Альтшулер Л. В. Применение ударных волн в физике высоких давлений. Успехи физ. наук, 1965, т. 85, № 2, стр. 197.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ВОДЫ НА РАЗРЫВ

Т. П. Гавриленко, М. Е. Топчиян

(Новосибирск)

В работе изложены результаты экспериментальных исследований прочности воды на разрыв при динамическом нагружении в отсутствие свободной поверхности.

В работах [1,2] приведены результаты исследований прочности воды на разрыв при статическом нагружении. Подавляющее большинство авторов называют цифры порядка 10 атм, как, например, в работах [1]. В работе [3] приведены гораздо более высокие величины (около 280 атм), полученные в капиллярной трубке. Такой высокий результат, по-видимому, связан с самой методикой эксперимента: опыты проводились в капиллярной трубке, а влияние поверхностного натяжения при образовании границы раздела не учитывалось.

Следует отметить, что в этих работах исследовалась прочность очищенной дегазированной воды. В обычной воде содержатся пузырьки газа, диаметр которых порядка 0.01 мм [2], при статическом нагружении разрыв наступает при давлении, равном давлению насыщающих паров при температуре эксперимента.

Если о статическом нагружении в литературе данные имеются, то вопрос о динамической прочности воды исследован мало.

Обычно исследования кавитационных явлений проводятся оптическими методами, возникновение разрыва сплошности среды регистрируется либо непосредственным фотографированием, либо по изменению показателя преломления среды. В описываемых опытах выбор метода определялся следующими соображениями. Воздействие разрывов сплошности на среду и объекты, помещенные в ней, а также на сам профиль проходящей волны проявляется прежде всего в изменении давления. Важную роль при этом играет частота пульсаций давления. Если пузырек, образующийся при нагружении воды, за период пульсации остается достаточно малым, то его воздействие на среду будет малозаметным. Однако установить этот малый критический размер довольно трудно, хотя это совершенно необходимо при оптических исследованиях.