

исключить необходимость детального изучения кинетики разрушения для каждого материала и конкретных начальных условий, учета возможности фазовых или каких-либо физико-химических превращений в исследуемой области.

В заключение коснемся вопроса об энергетической прочности жидкостей, а также о зависимости λ от температуры. Физически очевидно, что большой разницы в величинах λ для жидкостей и твердых тел не должно быть. Исследования подтверждают эту точку зрения. Так, согласно [25], значения λ для ртути и спирта всего соответственно в 2 и 3 раза меньше, чем для оргстекла, и составляют 0,54 и 0,35 Дж/см². Для воды и глицерина это различие несколько больше. Следовало ожидать также, что с увеличением T величина λ должна падать. Без учета особых областей эксперимент подтверждает эту зависимость для жидкостей [26] и твердых тел [27].

Поступила в редакцию 5/IX 1984

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Иванов, В. А. Рыжанский и др. ФГВ, 1981, 17, 3, 102.
2. А. Г. Иванов, А. А. Учасов и др. Докл. АН СССР, 1981, 261, 4, 868.
3. Дэвис, Мэйджи. Тр. амер. об-ва инж. мех. Сер. Д, 1975, 2, 58.
4. А. Г. Иванов, В. И. Мннеев. ФГВ, 1979, 15, 5, 70.
5. А. Г. Иванов, В. И. Мннеев. Докл. АН СССР, 1975, 220, 575.
6. В. М. Фридман, И. И. Щербаков. Пр. прочности, 1980, 11, 111.
7. А. Г. Иванов. Пр. прочности, 1976, 11, 50.
8. А. Г. Иванов, Л. И. Кочкин и др. ПМТФ, 1983, 1, 112.
9. F. Olive, A. Nicand, I. Marilleau, R. Loichot. Mech. Prop. High Rates Strain. Proc. 2-nd Conf., Oxford, 1979. Bristol — London, 1980.
10. Дж. Н. Гудьер, И. К. Макайвор. Прикл. мех. (США), 1964, 2, 111.
11. Г. Линберг. — В кн.: Механика. Сер. 8. М., 1976.
12. А. Г. Федоренко, В. И. Цыпкин и др. Мех. комп. матер., 1983, 1, 90.
13. Г. П. Черепанов. Докл. АН СССР, 1983, 272, 3, 590.
14. С. В. Сериков. ПМТФ, 1982, 6, 123.
15. Ю. И. Фадеев. — В кн.: Динамические задачи механики сплошных сред. Вып. 32. Новосибирск, 1977.
16. Б. А. Тарасов. Пр. прочности, 1972, 12, 63.
17. Н. А. Златин, Б. С. Иоффе. ЖТФ, 1972, 42, 8, 1740.
18. А. Г. Иванов, В. А. Сеницын, С. А. Новиков. Докл. АН СССР, 1970, 194, 2, 316 (см. также ФГВ, 1972, 8, 1, 124).
19. А. Г. Иванов. ФГВ, 1975, 11, 3, 475.
20. Э. Норрис, Р. Уайли. — В кн.: Ударные испытания металлов. М., 1973.
21. О. А. Клещевников, В. И. Сафронов и др. ЖТФ, 1977, 47, 8, 53.
22. А. М. Молодец, А. И. Дремин. Докл. АН СССР, 1982, 265, 6, 1385.
23. Б. Л. Авербах. — В кн.: Разрушение. Т. 1. М.: Мир, 1973.
24. Б. А. Тарасов. Пр. прочности, 1974, 3, 121.
25. В. К. Голубев, С. А. Новиков и др. Пр. прочности, 1984, 4, 41.
26. М. А. Иванов. ПМТФ, 1981, 1, 140.
27. М. А. Иванов. ФГВ, 1979, 15, 4, 131.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ИНИЦИИРОВАНИЯ ЗАРЯДА ВВ НА ТОЛЩИНУ ОТКОЛА У ПЛАСТИНЫ

В. А. Огородников, Г. Г. Иванова, А. Г. Иванов
(Москва)

Измерение прочности конструкционных материалов в динамических условиях при временах воздействия нагрузок 10^{-6} с и менее основано на явлении откола слоя вещества после выхода на свободную поверхность образца короткого импульса давления. Такой импульс создается, как правило, при ударе по образцу разогнанной пластиной-ударником или при взрыве на его поверхности заряда ВВ. В последнем случае инициирование детонации в заряде ВВ осуществляется с помощью того или иного генератора плоской УВ (свинцовые или пенопластовые линзы, электровзрыв

металлической фольги и т. п.) [1]. При этом возникает вопрос о влиянии способа инициирования заряда на характер течения за фронтом УВ в образце, а в конечном итоге и на толщину откола, что особенно важно при расчетном описании экспериментов по отколу.

Ниже представлены результаты двух серий опытов по регистрации отколов у пластин из Ст. 3 толщиной $\Delta = 8$ мм, на поверхности которых подрывали заряд ВВ диаметром 120 мм и высотой $H = 20, 40$ или 80 мм. В качестве ВВ использовали сплав тротила с гексогеном 30/70 при плотности 1,72 г/см³.

В первой серии опытов заряд инициировали с помощью массивной свинцовой линзы, а во второй — легкой пенопластовой линзой. Толщину откола — h у пластины измеряли манганиновыми датчиками давления, которые располагали в приемнике из плексигласа, установленном на расстоянии 5 мм от свободной поверхности исследуемой пластины [2]. Точность измерения толщины откола была не хуже +10%. В табл. 1 приведены усредненные толщины откольных слоев, рассчитанные по осциллограммам с четырех датчиков в каждом опыте.

С целью интерпретации полученных результатов проведены на ЭВМ численные расчеты образования откола у пластин из Ст. 3 толщиной 8 мм (в плоском, одномерном случае). Следуя результатам работ [3, 4], в качестве критерия откола принято равенство запаса упругой энергии в волне разрежения (ВР) работе, необходимой для отрыва материала.

В расчетах использовали уравнение состояния ПВ из [5] и упруго-пластическую модель среды¹. В расчетах задавали способы инициирования заряда ВВ:

1 — на свободной границе;

2 — у жесткой стенки;

3 — ударной волной, выходящей из слоя свинца, имитирующего линзу.

В табл. 2, где w — скорость откольного слоя; σ — величина отрицательного напряжения в плоскости образования откола, приведены результаты численных расчетов. Из табл. 1, 2 видно удовлетворительное совпадение расчета и эксперимента. Наблюдается зависимость толщины откола от толщины заряда ВВ и отсутствует влияние на толщину откола условий инициирования заряда. Если первый вывод — подтверждение известных фактов [6], то второй вывод несколько неожидан.

Проанализируем с использованием метода характеристик течение за фронтом ДВ при инициировании заряда ВВ у открытого конца и у жесткой стенки. Пусть в плоскости $X = 0$ происходит инициирование полубесконечного слоя ВВ. В первом случае слева от плоскости $X = 0$ — вакуум (см. рисунок, а), во втором — жесткая стенка (см. рисунок, б).

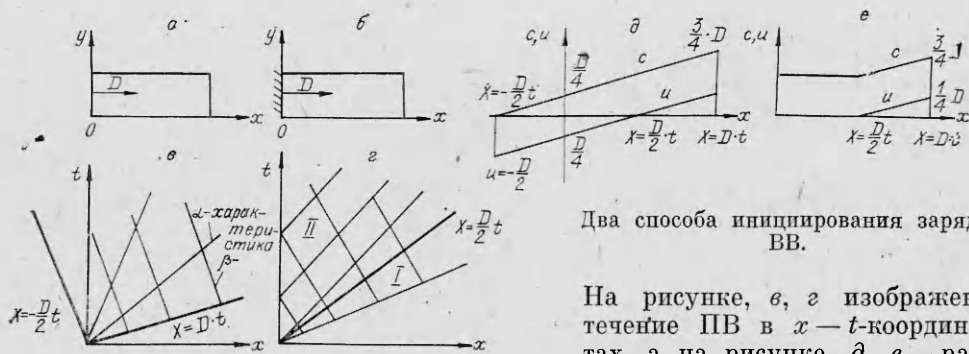
Таблица 1

H, мм	h ± Δh, мм	
	Серия I	Серия II
80	2,3 ± 0,2	2,2 ± 0,1
40	1,5 ± 0,1	1,6 ± 0,1
20	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1

Таблица 2

H, мм	Способ инициирования заряда								
	1			2			3		
	w, км/с	σ, кбар	h, мм	w, км/с	σ, кбар	h, мм	w, км/с	σ, кбар	h, мм
80	1,8	—46	2,2	1,9	—48	2,2	1,9	—49	2,2
40	1,6	—48	1,6	1,6	—48	1,5	1,6	—50	1,5
20	1,4	—59	1,0	1,4	—56	1,0	1,4	—56	1,0

¹ В расчетах использовали уравнение состояния для Ст. 3 с учетом фазового перехода при давлении 130 кбар.



Два способа инициирования заряда ВВ.

предделение массовой скорости u и скорости звука c за фронтом детонационной волны для первого и второго случая соответственно [7]. Уравнение состояния ПВ кубическое. Из сравнения d и e на рисунке следует, что, начиная со середины заряда ВВ, в сторону расположения пластины распределение параметров за фронтом ДВ одинаково. Поскольку откол происходит при взаимодействии двух ВР: волны, идущей в пластину при отражении УВ от свободной поверхности пластины, и волны, идущей за фронтом падающей УВ, то пока в пластину не придут характеристики из области постоянного течения (область II, см. рисунок, z), распределение параметров УВ в пластине будет одинаково для обоих случаев, и толщина откола у пластины не будет зависеть от условий инициирования заряда ВВ. В качестве необходимого и достаточного условия при этом можно использовать неравенство $t_1 \leq t_2$, где $t_1 = \Delta/D_1 + \Delta/\sigma_1 c_1$ — время прохождения УВ и ВР по пластине; $t_2 = H/2c_2$ — время прохождения первой α -характеристики из области постоянного течения до пластины. Используя акустическое приближение ($c_1 \approx c_2 \approx D_1$), можно представить это условие в виде $\Delta \leq H/4$.

В опытах это условие практически выполнялось, поэтому толщина откола действительно не должна зависеть от условий инициирования заряда ВВ.

Поступила в редакцию 21/IV 1983

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Альтшулер. УФН, 1965, 85, 2.
2. А. Н. Дремин, Г. И. Канель, А. М. Молодец. ФГВ, 1972, 8, 2.
3. А. Г. Иванов. ФГВ, 1975, 11, 3.
4. О. А. Клещевников, В. И. Софронов и др. ЖТФ, 1977, 47, 8.
5. М. В. Жерноклетов, В. И. Зубарев, Г. С. Телегин. ПМТФ, 1969, 4.
6. В. М. Bucher, L. M. Barker. AIAA J., 1964, 2, 6.
7. Ф. М. Баум, К. П. Станюкович, В. И. Шехтер. Физика взрыва. М.: Физматгиз, 1969.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНИЦИИРОВАНИЯ ДЕТОНАЦИИ В ЛИТОМ ТРОТИЛЕ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ. I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

А. А. Воробьев, В. С. Трофимов, К. М. Михайлюк,
А. Н. Королев, Г. Б. Брауэр

(Черноголовка)

Согласно современным представлениям физики взрыва [1], совместное решение системы гидродинамических уравнений

$$\frac{\partial v}{\partial t} - v_0 \frac{\partial u}{\partial X} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial t} + v_0 \frac{\partial p}{\partial X} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial t} + p \frac{\partial v}{\partial t} = 0, \quad (1)$$