

3. Цвелодуб И. Ю. Обратная задача о деформировании мембраны в условиях ползучести // ПМТФ.— 1985.— № 5.
4. Цвелодуб И. Ю. Об одной обратной задаче теории ползучести // Изв. АН АрмССР. Механика.— 1987.— № 3.
5. Цвелодуб И. Ю. Об одной обратной задаче изгиба пластин при ползучести // Динамика сплошной среды.— Новосибирск: ИГ СО АН СССР.— 1987.— Вып. 80.
6. Цвелодуб И. Ю. Об оптимальных путях деформирования в условиях ползучести. Некоторые приложения к задачам обработки материалов давлением // Изв. АН СССР. МТТ.— 1987.— № 6.
7. Работнов Ю. Н. Ползучесть элементов конструкций.— М.: Наука, 1966.
8. Цвелодуб И. Ю. Постулат устойчивости и его приложения в теории ползучести металлических материалов: Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук.— Новосибирск, 1987.

Поступила 12/VII 1988 г.

УДК 533.6.011 : 533.231.4

ВЛИЯНИЕ НЕУСТОЙЧИВОСТИ РЭЛЕЯ — ТЕЙЛОРА НА РАДИАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЗРЫВА ВВ В ВОЗДУХЕ

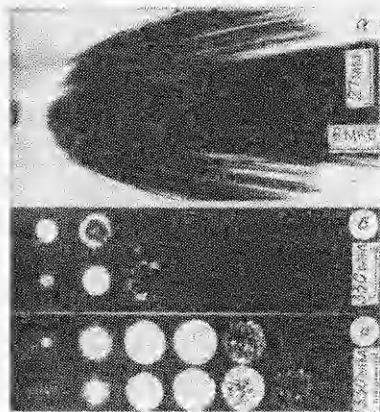
В. Б. Рождественский, Б. Д. Христофоров, В. Л. Юрьев
(Москва)

В [1] теоретически показано, что граница раздела между продуктами взрыва ПВ и газом за фронтом ударной волны (УВ) размывается, когда плотность ПВ существенно выше плотности газа, из-за развития неустойчивости Рэля — Тейлора. В [2] исследовано ее влияние на параметры ионизированного газа в экспериментах с цилиндрическим взрывом. Показано, что из-за перемешивания ПВ и нагретого газа а фронтом УВ его электропроводность может снижаться на два порядка. Из-за большой оптической прозрачности воздуха в УВ при низких температурах [3, 4] его перемешивание с непрозрачными ПВ может существенно изменить оптические и радиационные характеристики взрыва. В связи с этим проведены экспериментальные исследования радиационных характеристик взрыва в воздухе сферических зарядов ВВ различного состава ПВ.

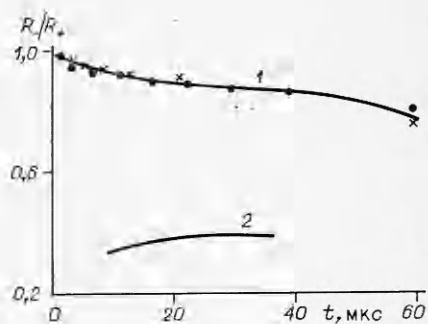
Опыты проводились во взрывной камере объемом около 100 м³ с прессованными зарядами тэна плотностью 1,6 г/см³ и массой 2,8 и 11 г, ТГ 50×50 плотностью 1,45 г/см³ и массой 11 г. Детонатором служила галая навеска азида свинца, помещенная в центре заряда. ПВ тэна газобразны из-за положительного кислородного баланса ВВ, а у ТГ 50×50 ни содержат твердый углерод [5].

Развитие светящейся области взрыва фотографировалось высокоскоростной камерой СФР-2М в варианте лупы времени. При взрыве тэна также проводилась фотографическая регистрация в параллельном пучке проходящего света теневым методом. Для измерения излучаемой взрывом энергии в функции времени применялись пироэлектрические датчики равномерной спектральной чувствительностью в диапазоне от 0,04 до 1 мкм [6]. Погрешность таких измерений около 10%. На рис. 1, а — приведены фотографии развития взрывов тэна массой 2,8 г, тэна и ТГ 0×50 массой 11 г соответственно. Время между кадрами на рис. 1, б, в — 6 мкс. На теневой фотографии (рис. 1, а) отчетливо видны границы непрозрачной области, занятой ПВ, а светящаяся собственным светом область неоднородна, причем свечение дольше происходит по краям кадра, где больше толщина сжатого в УВ газа. Поэтому на снимке (рис. 1, б) варианте лупы времени светящаяся область быстро принимает форму ольца. При взрыве ТГ 50×50 (рис. 1, в) источник излучения в отличие от взрыва тэна имеет форму круга.

Различие в характере свечения взрывов тэна и ТГ 50×50 указывает на то, что последний ближе к черному излучателю. Перемешивание ПВ воздухом за фронтом УВ, начинающееся вследствие неустойчивости Рэля — Тейлора, фактически является единственным процессом, который может приводить к отмеченному эффекту. Согласно [7], температура ПВ меньше, чем воздуха в УВ. Поэтому при перемешивании температу-



Р и с. 1



Р и с. 2

ра излучающего газа уменьшается примерно одинакова при взрыве тэна и ТГ 50×50, а большая яркость взрыва последнего связана с меньшей оптической прозрачностью смеси газовой контактной границы из-за присутствия в составе ПВ углерода.

На рис. 2 для взрыва тэна приведена временная зависимость R_-/R_+ (кривая 1) по данным расчетов [7] (крестики) и [8] (точки), которые практически совпадают (R_- , R_+ — радиусы контактной границы и фронт УВ). Аналогичная зависимость 2 построена по результатам обработки рис. 1, а для непрозрачной части ПВ. Сравнение кривых 1 и 2 указывает на значительное размывание контактной границы, существенно превосходящее оценки по линейной теории [1].

В таблице представлены усредненные результаты измерения энергии E высвета, отнесенные к энергии взрыва E_0 в зависимости от времени при взрыве зарядов тэна и ТГ 50×50 массой 11 г. При близких газодинамических параметрах взрывов энергия излучения для ТГ 50×50 более

t, мс	E/E ₀ , %		t, мс	E/E ₀ , %	
	тэна	ТГ 50×50		тэна	ТГ 50×50
0,1	0,008	0,11	2,5	0,065	1,5
0,25	0,011	0,20	5,0	0,13	3,3
0,5	0,016	0,28	10	0,27	7,5
1,0	0,028	0,52	25	0,54	13,6

чем на порядок выше измеренной при взрыве тэна, что согласуется с результатами оптических измерений. Основная доля энергии излучается в инфракрасной области спектра. Аналогичные результаты получены в опытах с зарядами разного веса из литого ТГ 50×50, которые здесь не приведены. В то же время расчеты энергии высвета по газодинамическим данным [7, 8] и коэффициентам поглощения воздуха [3] дают для обоих ВВ значения, близкие к найденным для тэна.

Проведенные опыты показали, что эффекты, связанные с перемешиванием ПВ с газом в УВ из-за неустойчивости Рэлея — Тейлора, позволяют управлять радиационными характеристиками взрыва. Аналогично при сравнительно низких скоростях входа метеоритов в атмосферу радиационные характеристики должны существенно зависеть от условий перемешивания продуктов абляции с горячим газом, нагретым головной УВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов С. И., Зельдович Я. Б. Рэлей-тейлоровская неустойчивость границы между продуктами детонации и газом при сферическом взрыве // Письма в ЖТФ. — 1977. — Т. 3, вып. 20.
2. Давыдов А. Н., Лебедев Е. Ф., Перков С. А. Газодинамическая неустойчивость при распространении цилиндрических взрывных волн // Детонация. Критически

- явления. Физико-химические превращения в ударных волнах/Под ред. А. Н. Дремина.— Черноголовка: ОИХФ АН СССР, 1978.
3. Авилова И. В., Биберман Л. М. и др. Оптические свойства горячего воздуха.— М.: Наука, 1970.
 4. Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений.— М.: ГИФМЛ, 1963.
 5. Баум Ф. А., Орленко М. П. и др. Физика взрыва.— М.: Наука, 1970.
 6. Киселев Ю. Н., Крохин В. З. Малоинерционные пироэлектрические приемники для регистрации излучения в диапазоне 40—1100 нм // ПМТФ.— 1976.— № 4.
 7. Brode H. L. Blast wave from a spherical charge // Phys. Fluids.— 1959.— V. 2, N 2.
 8. Адушкин В. В., Немчинов И. В. Приближенное определение параметров газа за фронтом ударной волны по закону движения фронта // ПМТФ.— 1963.— № 4.

Поступила 10/III 1988 г.

УДК 620.171.3

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТИ НА ХРУПКУЮ ПРОЧНОСТЬ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

П. К. Ходжер

(Владимир)

Статистическая теория прочности, основанная на концепции наислабейшего звена [1], предполагает, что разрушение определяется локальной прочностью наиболее слабого элемента объема. Однако в ряде работ приводились данные [2—6], отмечающие первостепенную роль поверхностных дефектов в хрупкой прочности образцов. В то же время была решена статистическая задача [7] с учетом поверхности, согласно которой ее роль существенна только для тел и сечений, сравнимых с размерами дефектов, в остальных случаях прочность зависит от объема. При этом влияние поверхности учитывалось с помощью произвольных коэффициентов, выражающих особую опасность и плотность поверхностных несовершенств.

Для более конкретного определения роли поверхности необходимо провести анализ опасности объемных и поверхностных дефектов, затем установить функциональную связь между их параметрами и размерами тела.

1. Анализ опасности начнем с трещин. При растяжении напряжением σ бесконечного и полубесконечного твердого тела с внутренней дискообразной и поверхностной трещиной глубиной $x = l$ и диаметром $y = 2l$ [8]

$$-(1.1) \quad K_I = (2/\pi)\sigma \sqrt{\pi y/2};$$

$$-(1.2) \quad K_I = 1,12(2/\pi)\sigma \sqrt{\pi x}.$$

Трещины будут равноопасны в смысле равенства коэффициентов интенсивности напряжений, если, согласно (1.1) и (1.2),

$$-(1.3) \quad y/x = \beta = 2 \cdot 1,12^2,$$

где первый множитель отражает симметрию относительно границы тела; второй можно рассматривать как поправочный коэффициент, учитывающий влияние свободной поверхности, он больше единицы вследствие увеличения раскрытия трещины.

Очевидно, для других концентраторов напряжений по аналогии с (1.3) $\beta > 2$. Действительно, для круглого отверстия и полукруглой боковой выточки такого же радиуса коэффициенты концентрации напряжений $K_t = 3$ и 3,065. Качественно такая же разница справедлива и для эллиптических концентраторов напряжений [9].

При равенстве значений K_t конгруэнтных концентраторов критерий опасности, так же как и в случае трещин, можно связать с их размерами, потому что, во-первых, зоне действия большего из них подвергается больший объем, во-вторых, начало его разрушения более вероятно с энергетической точки зрения, так как при этом высвобождается большая упругая энергия.

2. Для определения роли поверхности будем решать задачу о нахождении наиболее вероятного размера самого опасного дефекта на по-