

ЛИТЕРАТУРА

1. З е л ь д о в и ч Я. Б., Р а й з е р Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. Физматгиз, 1963.
2. Л а в р е н т ь е в М. А. Проблема пробивания при космических скоростях. Искусственные спутники Земли, 1959, № 3.
3. С т а н ю к о в и ч К. П. Элементы теории удара твердых тел с большими (космическими) скоростями. Искусственные спутники Земли, 1960, № 4.
4. С а г о м о н я н А. Я. К задаче о взаимодействии тел с очень большими скоростями. Докл. АН СССР, 1964, т. 156, № 5.
5. У и п л Ф. А. Оценка возможности метеоритных пробоев в космических летательных аппаратах. Вопросы ракетной техники. Сб. перев. и обз. ин. период. лит., 1965, № 4.

ОБ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРАХ ЗОН РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ВЗРЫВАХ

Д. М. Камышников

(Москва)

Устанавливается зависимость между размером полости камуфлетного взрыва и размером зоны разрушения окружающей пористой среды.

Относительный размер зоны разрушения определяется скачком плотности и не зависит от величины плотности энергии и величины заряда.

При камуфлетных взрывах зарядов любой формы замечено, что смещение среды, окружающей заряд, имеет место в пространстве существенно ограниченных размеров [1]. Согласно сказанному в работах [2-4], можно утверждать, что зона максимально разрушенной среды ограничивается и отделяется от окружающего ненарушенного (точнее — слабо деформированного) массива сферическими трещинами.

Для определения радиуса R_1 зоны сферических трещин отслаивания предлагается использовать следующее соображение.

Вследствие ограниченности объема среды, с деформированной энергией взрыва, будем предполагать, что свободный объем камуфлетной полости образовался за счет полного устранения или частичного уменьшения порового пространства в зоне разрушенной среды. Пусть в недеформированном до взрыва пространстве среда обладала пористостью n_0 , плотностью ρ_0 и минералогической плотностью ρ_* , связанными следующим соотношением:

$$n_0 = \frac{\rho_* - \rho_0}{\rho_*} \quad (1)$$

Здесь n_0 — пористость или объем пор единицы объема породы, а ρ_* — масса единицы объема породы без пор.

После взрыва заряда ВВ, занимавшего сферический объем радиуса R_0 , соответственные величины приняли значения n и ρ , также связанные условием (1). Причем подчеркиваем, что эти изменения произошли только в зоне отслоившейся уплотненной среды в объеме некоторого радиуса R_1 . Следуя условию сохранения массы в заданном объеме несжимаемой среды до и после взрыва, получим уравнение вида

$$\int_V^V \rho dV = \rho_0 (V_1 - V_0) \quad (2)$$

Здесь V_0 , V и V_1 — объемы заряда, камуфлетной полости и зоны откола соответственно.

В первом приближении плотность в зоне разрушений может быть принята постоянной $\rho = \rho_2 = 0,5 (\rho_0 + \rho_1)$, либо линейно зависящей от радиуса r в виде

$$\rho = \rho_1 - \frac{\rho_1 - \rho_0}{R_1 - R} (r - R) \quad (3)$$

где ρ_1 — плотность на стенке полости.

При этом соотношение (2) примет вид

$$\frac{1 - n_2}{1 - n_0} V = V_1 \frac{n_0 - n_2}{1 - n_0} + V_0 \quad (4)$$

Согласно [3], для сферических зарядов в среднем в грунтах $R/R_0 \approx 8.5$; по [2] — для типичных грунтов $V/V_0 \approx 50$, а в принятых обозначениях очевидны неравенства $V_0/V_1 < V_0/V$ и $V_0/V_1 \ll 1$. Пренебрегая на основе сказанного отношением V_0/V_1 в выражении (4), получим не зависящее от формы и объема заряда выражение для

$$\frac{V}{V_1} = \frac{n_0 - n_2}{1 - n_2} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_2} \quad (5)$$

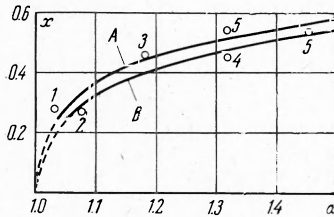
При условии (3) соотношение (2) дает различные результаты для цилиндрических и сферических зарядов. Так, для цилиндрических зарядов больших удлинений

$$\frac{R}{R_1} = \frac{\alpha - 1 + \sqrt{9(\alpha - 1)^2 + 12(\alpha - 1)}}{4\alpha + 2} \quad \left(\alpha = \frac{\rho_1}{\rho_0}\right) \quad (6)$$

Упрощенная зависимость дает

$$\frac{R}{R_1} = \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha + 1}\right)^{1/2} \quad (7)$$

Для взрывов со сферической симметрией уравнение (2) при условии (3) дает скачок плотности в виде



Фиг. 1

$$\alpha = \frac{1 + x + x^2 + x^3}{1 + x + x^2 - 3x^3} \quad \left(x = \frac{R}{R_1}\right) \quad (8)$$

В аналогичной форме зависимость (5) дает

$$\alpha = \frac{x^3 + 1}{1 - x^3} \quad (9)$$

На фиг. 1 выражения (8) и (9) представлены графически кривыми A и B. Их малое отличие дает очевидное преимущество упрощенному соотношению (9), которое легко разрешается относительно x (см. (5)). На той же фиг. 1 нанесены результаты экспериментальных камерных взрывов как химических, так и ядерных зарядов [1].

	1	2	3	4	5
R_M	15 — 16.5	34.5 — 35	5	19	12
R_{1M}	45 — 60	120 — 140	11	40	22
ρ_0	2.16	—	1.56	1.8 — 2.2	1.8 — 2.2
ρ_1	—	—	1.84	—	—
n_0	2.7	~ 8	—	17.4 — 31.4	17.4 — 31.4
n_1	0	0	—	0	0

В таблице и на графике под номерами 1, 2, 4 и 5 помещены результаты следующих ядерных взрывов, проведенных в США: «Гном», проект «Ойлсенд», «Райнир» и «Нептун». Под номером 3 указаны данные взрыва химического ВВ.

Поступила 13 V 1966

ЛИТЕРАТУРА

- Нифонтов Б. И., Протопопов Д. Д., Ситников И. Е., Куликов А. В. Подземные ядерные взрывы. Атомиздат, 1965.
- Баум Ф. А., Станюкович К. П., Шехтер Б. И. Физика взрыва. Физматгиз, 1959.
- Покровский Г. И., Федоров И. С. Действие удара и взрыва в деформируемых средах. Промстройиздат, 1957.
- Камышников Д. М., Колодяжный Ю. А. Определение размеров зоны разрушения горной породы под действием взрыва. Научн. тр. Моск. ин-та радиоэлектр. и горн. электромех., 1964, № 37.