

13. Jong Raymond N., Dutertre Jean C., Krizek Raymond J. Stress propagation in frequency-dependent clay soil.— «Trans. Soc. Rheol.», 1974, vol. 18, N 3.
14. Zabinski M. P., Phillips A. Spherical wave propagation in viscoplastic medium — the case of unloading.— «Acta mech.», 1974, vol. 20, N 3—4.
15. Хоскин Н. Э. Метод характеристик для решения уравнений одномерного неустановившегося течения.— В кн.: Вычислительные методы в гидродинамике. М., «Мир», 1967.
16. Ляхов Г. М., Султанов К. С. Вопросы подобия и дисперсии волн в вязкопластических средах.— ПМТФ, 1975, № 6.

УДК 624.042.8 : 546.3.004.12

**О СООТНОШЕНИИ МЕЖДУ
СТАТИЧЕСКИМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ
И ИМПУЛЬСНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ
В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕРЖНЯХ**

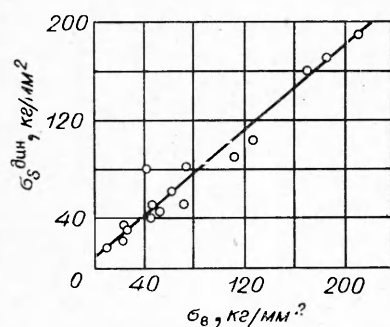
В. М. Глазков, Л. А. Кудрявцева, В. И. Сухин

(Томск)

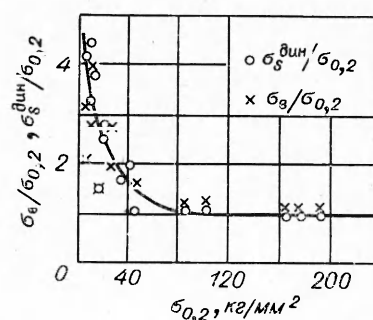
Основная трудность в создании методов расчета на динамическую прочность систем и конструкций состоит в недостаточной изученности механических свойств используемых конструкционных материалов при динамическом нагружении. В имеющихся работах [1—6] чаще всего определяют значение динамического предела текучести $\sigma_s^{\text{дин}}$, т. е. то напряжение, по достижении которого начинаются необратимые пластические деформации. Однако динамический предел текучести зависит от состояния материала, от его статических механических характеристик. Для исследования взяты различные материалы в состоянии поставки и различных термообработок (см. таблицу).

Статические механические характеристики определялись на прессе Гагарина и машине растяжения Р-10 с записью диаграммы растяжения.

Материал	$\sigma_{0,2}$	σ_B	S_K	$\sigma_s^{\text{дин}}$	$\sigma_s^{\text{дин}}/\sigma_{0,2}$
	кг/мм ²				0,2
Алюминий (отжиг 300°C)	4,3	8,4	31,2	18	4,2
Медь (отжиг 500°C)	7,1	22,4	76,3	32	4,5
— » — (поставка)	9,2	23,7	69,4	30	3,3
Никель (отжиг 800°C)	11,5	45	215	43	3,8
Никель (поставка)	—	47	208	55	—
Сплав Д1 (поставка)	15,5	23,2	36,7	23	1,5
Бр. А7 (поставка)	20,3	48	122,6	51	2,5
110Г13БЛ (упрочненная ударом)	86	112	125	93	1,1
Ст. 3 (отжиг 700°C)	20,9	40,6	96	80	3,83
Сталь 45 (отжиг 700°C)	35,5	65,4	113,1	62	1,75
Сталь 45 (поставка)	41,2	74,8	117,3	82	1,99
4Х13 (закалка + отжиг 500°C)	102	127,8	160,4	109	1,07
ШХ15 (поставка)	44,4	71,7	131	55	1,2
ШХ15 (закалка + отпуск) HR _C 35—40	163	171,7	220,2	161	0,99
ШХ15 (закалка + отпуск) HR _C 45—50	174	183,5	225,4	170	0,98
ШХ15 (закалка) HR _C 60—62	195,5	211,1	224,5	194	0,99



Ф и г. 1



Ф и г. 2

Динамический предел текучести определялся с помощью проволочных тензодатчиков сопротивления с длиной базы 10 мм и сопротивлением 100 Ом, наклеенных на цилиндрические стержни (длиной 150 и диаметром 10 мм) на расстоянии 120 мм от ударного конца. Стержень с датчиком свободно устанавливался на расстоянии 40 мм от конца направляющих ствола и строго центрировался. Нагрузка задавалась стальным цилиндром длиной 10 и диаметром 10 мм, который выстреливался со скоростью порядка 500 м/с. Датчик на исследуемом стержне включался в обычную мостовую схему. Пропускаемый стержнем в результате удара цилиндра-пули импульс, соответствующий динамическому пределу текучести, регистрировался с помощью осциллографа ОУ-17 М. Более детально данная методика и расчет динамического предела текучести описаны в работе [3].

Данные определения статических механических характеристик ($\sigma_{0,2}$ — предел текучести, $\sigma_{\text{в}}$ — предел прочности, $S_{\text{к}}$ — истинное сопротивление разрыву) и динамического предела текучести $\sigma_{\text{s}}^{\text{дин}}$ представлены в таблице.

Построение зависимости динамического предела текучести от статических механических характеристик показало, что наиболее четкой получается зависимость $\sigma_{\text{s}}^{\text{дин}}$, $\sigma_{\text{в}}$ (см. фиг. 1). Уравнение прямой, построенной по методу наименьших квадратов, в данном случае может быть представлено в виде

$$(1) \quad \sigma_{\text{s}}^{\text{дин}} = 8,8 + 0,89\sigma_{\text{в}}.$$

Эта зависимость может быть использована для приближенной оценки динамического предела текучести, когда невозможно непосредственное его определение, а известно только значение статического предела прочности $\sigma_{\text{в}}$.

Из уравнения (1) можно сделать вывод, что максимальное увеличение динамического предела текучести ограничивается статическим пределом прочности. Это не противоречит литературным данным [1, 3, 5].

На фиг. 2 представлена зависимость коэффициента динамичности ($\sigma_{\text{s}}^{\text{дин}}/\sigma_{0,2}^{\text{ст}}$) от статического предела текучести. Видно, что для материалов со статическим пределом текучести 90—100 кг/мм² и выше коэффициент динамичности приблизительно равен единице. Этот вывод хорошо согласуется с литературными данными [3, 6, 7].

Следует подчеркнуть, что для большинства исследуемых материалов коэффициент динамичности приблизительно равен отношению статических механических характеристик $\sigma_{\text{в}}/\sigma_{0,2}$, условно названному запасом пластической прочности (см. фиг. 2). Этот факт подтверждает зависимость, представленную на фиг. 1.

Поступила 27 IX 1976

ЛИТЕРАТУРА

1. Wiffin A. C. The use of flat-ended projectiles for determining dynamic yield stress. II. Tests on various metallic materials.— «Proc. Roy. Soc.», 1948, N A 194, p. 300.
2. Ли и Таппер. Исследование пластической деформации в стальном цилиндре при ударе о жесткую плиту.— Сб. пер. Механика. М., «Мир», 1955, № 2 (30).
3. Полосаткин Г. Д., Кудрявцева Л. А., Глазков В. М. Изучение динамического предела текучести металлов при скоростях удара до 1000 м/с.— «Изв. АН СССР. Металлы», 1966, № 5, с. 121—124.
4. Steverding B., Werkheiser A. H. A model for dynamic fracture.— «J. Mech. Eng. Sci.», 1971, vol. 13, N 3, p. 200—204.
5. Уилкинс М. Л., Гуинан М. У. Удар цилиндра по жесткой преграде.— Сб. пер. Механика. М., «Мир», 1973, № 3.
6. Волошенко-Климовицкий Ю. Я. Динамический предел текучести. М., «Наука», 1965.
7. Taylor G. J. The testing of materials at high rates of loading.— «J. Inst. Civil Engrs.», 1946, vol. 26, N 8. Рус. пер. Испытания материалов при высоких скоростях нагружения.— Сб. пер. Механика. М., «Мир», 1950, № 3.

УДК 622.235.5

ОБ ОДНОМ ВАРИАНТЕ
ТВЕРДОЖИДКОСТНОЙ МОДЕЛИ ВЗРЫВА В ГРУНТЕ

Э. Б. Поляк, Е. Н. Шер

(Новосибирск)

Основная идея твердожидкостной модели взрыва в грунте, предложенной в работе [1], состоит в том, что в области, близкой к взрыву, прочностные силы малы по сравнению с давлением и инерционными силами и среду здесь можно считать идеальной. Для этой области характерны большие скорости и смещения (жидкая зона). Вдали от взрыва, где преобладают как раз прочностные силы, скорости и смещения малы и практически среда неподвижна (сейсмическая зона). Эти зоны разделяются переходным слоем. Как первое приближение считается, что этот слой бесконечно тонок и является непротекаемой границей для движущейся идеальной среды. Если пренебречь сжимаемостью грунта, то для несжимаемой идеальной среды в жидкой зоне взрыва применима импульсная постановка, при которой воздействие взрыва описывается через импульс давления, оказываемого продуктами взрыва на среду.

Граница жидкой зоны при этом находится из решения импульсной задачи, если на этой границе задано некоторое дополнительное условие физического характера.

В работе [2] в качестве такого условия предложено считать, что скорость v движения вдоль границы равна некоторой критической величине (1)

$$v = c.$$

При этом условии получены эффективные решения, позволяющие определить форму воронок выброса в большом числе задач при различной геометрии расположения зарядов (например, в [3—7]).

Сравнение с экспериментальными данными найденных решений на примере взрыва шнурового заряда показало [8], что получаемые теорети-