

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 556.348.425.

**ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН
В ЛЕССАХ ОТ УСЛОВИЙ ЗАЛОЖЕНИЯ ЗАРЯДА**

Н. П. Горбачева
(Москва)

Исследования параметров сейсмозрывных волн в лессах, выполненные Б. Г. Рублевым [1], позволили выявить определенную зависимость интенсивности поверхностных волн от глубины заложения заряда и вскрыли существование оптимальной глубины заложения $h_{эфф}$ для генерирования поверхностных волн.

В настоящей работе делается попытка обобщения результатов исследований поверхностных волн в лессах (в том числе описанных в работе [1]) и дополнение их сведениями о влиянии свойств взрывчатых веществ на процесс формирования поверхностных волн.

Совокупность различных исследований, проведенных в однородной шестидесятиметровой толще лесса, позволила вскрыть ряд закономерностей и получить простые и удобные для практического использования формулы для расчета максимальной амплитуды смещения a_R в волне R от гипоцентрального расстояния r , глубины заложения заряда h , свойств ВВ и грунта, в котором произведен взрыв.

В исследуемых лессах до расстояний, несколько превышающих $\frac{r}{q^{1/3}} = 100$, максимальной фазой поверхностных волн является вторая фаза. Для удобства будем обозначать ее индексом R , а последующие фазы поверхностных волн — индексами R_1, R_2, \dots, R_n . Исследовалась максимальная вертикальная составляющая смещений в волне R , которую будем обозначать a_R . Горизонтальные составляющие не исследовались. По данным географа скорости распространения всех фаз поверхностных волн одинаковы и равны 300 м/сек , а скорость распространения продольных волн $V_p = 600 \text{ м/сек}$.

Рассмотрим два частных случая, отличающихся друг от друга условиями заложения заряда: 1) $h = \text{const}$ — взрывы зарядов различного веса на одинаковой приведенной глубине $\bar{h} = h/q^{1/3}$, $\text{м/кг}^{1/3}$; 2) $h = \text{const}$ — взрывы зарядов различного веса на одинаковой глубине h , м .

На рис. 1 приведена зависимость амплитуды смещения в волне R от расстояния для случаев $\bar{h} = \text{const}$ (экспериментальные точки заимствованы из работы [1]) и $h = \text{const}$. Точки наблюдений, соответствующие различным взрывам, аппроксимируются отрезками прямой линии, тангенс угла наклона которых равен единице.

Если указанную зависимость перестроить в общепринятых координатах приведения ($\bar{a}_R = a_R/q^{1/3}$ и $\bar{r} = r/q^{1/3}$), то экспериментальные точки сгруппируются вдоль двух прямых, соответствующих взрывам

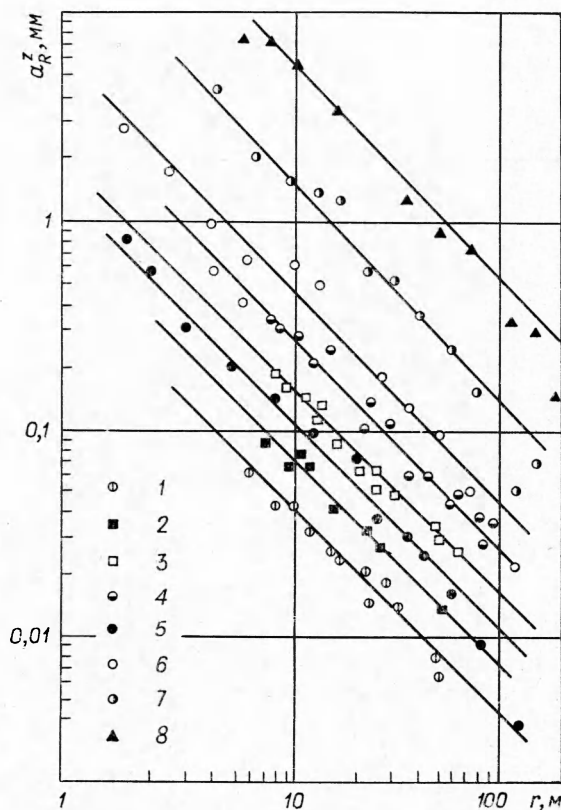


Рис. 1. Зависимость амплитуд максимальных смещений в поверхностной волне R от величины заряда q , глубины взрыва h и расстояния r при взрывах в лессе зарядов различного веса:

1 — $q=2,4$ кг, $h=7$ м; 2 — $q=4,5$ кг, $h=7$ м; 3 — $q=9$ кг, $h=7$ м; 4 — $q=20$ кг, $h=6,5$ м; 5 — $q=20$ кг, $h=1,9$ м; 6 — $q=160$ кг, $h=2,8$ м; 7 — $q=1000$ кг, $h=7$ м; 8 — $q=10\,000$ кг, $h=15$ м.

ся на величину отношения $\frac{\bar{h}}{h_{эфф}} = \frac{h}{2\sqrt[3]{q}}$. Для мелких взрывов и взрывов на выброс, когда $\bar{h} < h_{эфф}$, величина a_R должна делиться на эту же величину. Безразмерные $\frac{\bar{h}}{h_{эфф}}$ и $\frac{h_{эфф}}{h}$ могут быть глубинными коэффициентами K_h , которые учитывают глубину заложения заряда или влияние силы тяжести. Правильное определение численного значения $\bar{h}_{эфф}$ имеет немаловажную роль в вопросах разрушения пород взрывом и воздействия поверхностных волн на здания и сооружения.

На основании анализа опытных исследований в лессе получена единая для всех взрывов формула:

$$\bar{a}_R = \frac{K}{K_h \bar{r}} \quad (1)$$

при

$$2 \leq \bar{r} \leq 500; \quad 0,7 \leq \bar{h} \leq 5,2,$$

где $\bar{a}_R = a_R/q^{1/3}$, $\bar{r} = r/q^{1/3}$; K — коэффициент, для исследуемых лессов численно равный 5; K_h — для камуфлетных взрывов при $\bar{h} > \bar{h}_{эфф}$ равен

на одинаковой приведенной глубине $\bar{h} = 0,7$ м/кг^{1/3} и взрывам, проведенным на глубине $h = 7$ м (рис. 2). Такое расположение экспериментальных точек показывает, что приведение взрывов выполнено не полностью и что необходимо учитывать глубину заложения заряда.

Для поверхностных волн существует оптимальная глубина заложения заряда [1]. При помещении заряда ВВ на оптимальную глубину аппаратурой, расположенной на поверхности, регистрируются наибольшие по интенсивности поверхностные волны. Для исследуемых лессов оптимальная глубина заложения $h_{эфф} = 2\sqrt[3]{q}$, м [1]. Поэтому приведение поверхностных волн осуществляется посредством приведения их амплитуды к значению a_R на глубине $h_{эфф}$ (рис. 3). Для этого в случае камуфлетных взрывов при $\bar{h} > h_{эфф}$ величина a_R должна умножать-

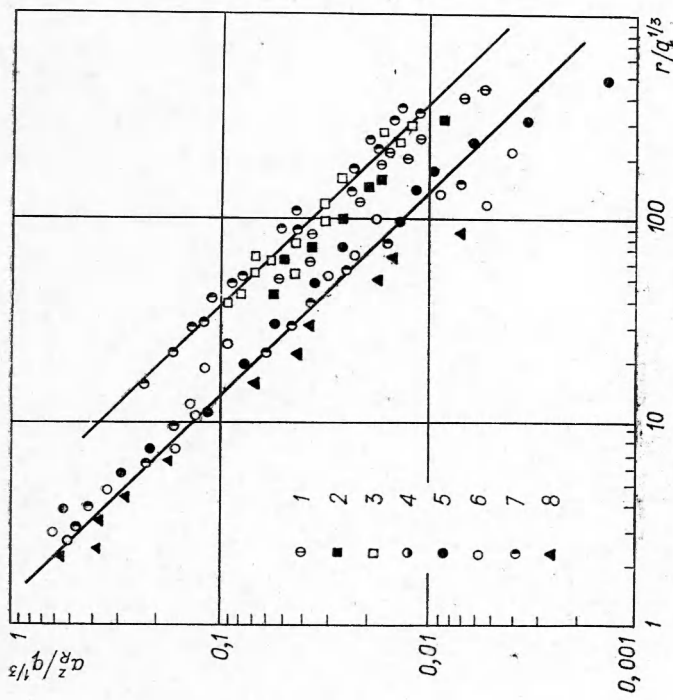
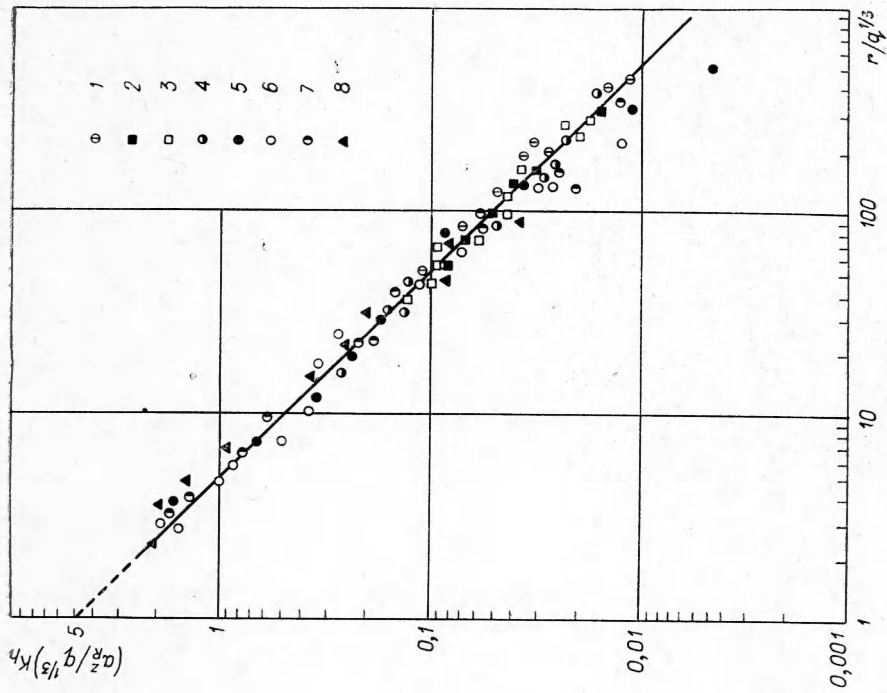


Рис. 2. Графики зависимости $\bar{a}_R = f(r)$ при взрывах в лесу зарядов на различной глубине.
 1 — 4 — $h=7$ м; 5 — 8 — $h=0,7$ м/кг^{1/3}.

Рис. 3. График изменения максимальных смещений \bar{a}_R (мм/кг^{1/3}) в поверхностной волне R от расстояния r (м/кг^{1/3}) после приведения амплитуды к ее значению на оптимальной глубине при взрывах в лесу зарядов различного веса, кг:
 1 — 2,4; 2 — 4,5; 3 — 9,0; 4 — 20; 5 — 20; 6 — 160; 7 — 1000; 8 — 10 000.



$$K_h = \frac{h}{\bar{h}_{эфф}} = \frac{h}{2\sqrt[3]{q}} = \frac{\bar{h}}{2},$$

а для более мелких взрывов и взрывов на выброс при $\bar{h} < \bar{h}_{эфф}$ имеет вид

$$K_h = \frac{\bar{h}_{эфф}}{\bar{h}} = \frac{2\sqrt[3]{q}}{h} = \frac{2}{\bar{h}}.$$

Тогда формулу (1) запишем:

$$\bar{a}_R = \frac{10}{r\bar{h}} \text{ или } a_R = \frac{10q}{hr} \text{ мм} \quad (2)$$

при $\bar{h} > \bar{h}_{эфф}$;

$$\bar{a}_R = 2,5 \frac{\bar{h}}{r} \text{ или } a_R = \frac{2,5h}{r} \sqrt[3]{q} \text{ мм} \quad (3)$$

при $\bar{h} < \bar{h}_{эфф}$,
где

$$\bar{h}_{эфф} = \frac{h_{эфф}}{\sqrt[3]{q}} = 2, \quad 2 \leq \bar{r} \leq 500, \quad 0,7 \leq \bar{h} \leq 5,2.$$

Формулы (2) и (3) получены при взрыве зарядов, изготовленных из аммонита № 6 и тротила. Для выявления влияния свойств ВВ на формирование взрывных волн в лессах были проведены опыты со взрывчатым веществом, скорость детонации которого значительно отличается от скорости детонации тротила. В качестве ВВ с малой скоростью детонации применялся угленил (образец 75В).

Скорость детонации угленита 1800 м/сек, а удельная энергия $Q = 330$ ккал/кг. Радиус заряда, изготовленного из тротила (ТНТ) $r_0 = 0,054\sqrt[3]{q}$ м; радиус энергетически эквивалентного заряда из угленита $r_0 = 0,054\sqrt[3]{q} \sqrt{\frac{Q_{ТНТ}}{Q_{угл}}} = 0,08\sqrt[3]{q}$. В опытах применялись заряды угле-

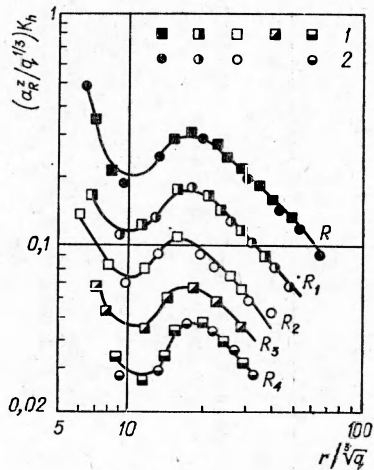


Рис. 4. Зависимость максимальных смещений в различных фазах поверхностной волны при взрывах в лессе зарядов весом: 9 (1) и 4,5 кг (2).

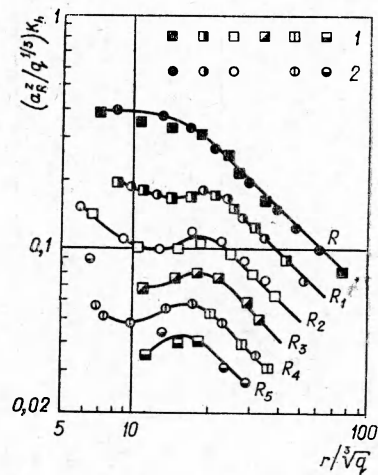


Рис. 5. Зависимость максимальных смещений в различных фазах поверхностной волны при взрывах в лессе зарядов угленита весом: 26 и 13 кг или в тротиловом эквиваленте 9 (1) и 4,5 кг (2).

нита, энергетически равные тротиловым зарядам, поэтому вес заряда угленита превосходил втрое вес тротилового заряда, а радиусы зарядов отличались в 1,5 раза.

На рис. 4 изображена зависимость амплитуды смещения в различных фазах поверхностных волн от расстояния в приведенных координатах для взрывов зарядов тротила.

На рис. 5 приведена аналогичная зависимость для взрывов энергетически равных зарядов угленита. Видно, что различие в весовом количестве и качестве взрывчатых веществ отразилось лишь в области формирования поверхностных волн. После того как волны оформились и вышли на прямую с $n=1$, их амплитуды не зависят от свойств ВВ, а зависят от общей энергии взрыва, свойств грунта и глубины заложения заряда.

Таким образом, в процессе обобщения опытного материала получена универсальная зависимость, характеризующая изменение амплитуды смещения в волне R в зависимости от глубины взрыва, веса заряда и гипоцентрального расстояния. Показано, что свойства ВВ оказывают некоторое действие в области формирования поверхностных волн. Сформировавшиеся поверхностные волны не зависят от свойств ВВ.

Автор приносит искреннюю благодарность С. С. Григоряну за полезные советы и ценные замечания.

Поступила в редакцию
23/VIII 1971

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Г. Рублев. Динамические характеристики сейсмических волн при подземных взрывах. В сб. «Взрывное дело», № 64/21. М., «Недра», 1968.

УДК 532.593

ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ МАНГАНИНА МНМц 3-12 И КОНСТАНТАНА МНМц 40-1,5 ОТ ДАВЛЕНИЯ ПРИ УДАРНОМ СЖАТИИ

А. Н. Дремин, Г. И. Канель

(Москва)

В [1—3] сообщалось об измерениях зависимости электросопротивления меди, железа и манганина от давления при ударном сжатии. В данной работе проведены подобные измерения для константана МНМц 40-1,5 и манганина МНМц 3-12, которые, согласно справочнику [4], имеют состав: МНМц 3-12—11,5÷13,5% Мп, 2,5÷3,5% Ni, остальное — медь; МНМц 40-1,5—1÷2% Мп, 39÷41% Ni, остальное — медь. Температурные коэффициенты электросопротивления у этих сплавов $+8 \cdot 10^{-6}$ и $-4 \cdot 10^{-6}$ соответственно.

Схема опытов приведена на рис. 1. Образцы манганина и константана изготавливались в виде зигзагообразных датчиков из ленты толщиной 0,04 мм и шириной ~ 1 мм, к концам которых приваривались точечной сваркой полоски медной фольги толщиной 0,05 мм и шириной 4÷5 мм. Площадь, занимаемая датчиком, составляла $\sim 1,5$ см², а его электросопротивление — 1 ом. При определении относительного изменения электросопротивления R/R_0 манганина датчики изолировались целло-