

Ю.Д. Норов, У.Ф. Насиров, Ш.Ш. Заиров

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА ПРИ ВЗРЫВАХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Получена формула для расчета глубины уплотнения грунта, находящегося между пластами, взрывами скважинного заряда взрывчатых веществ. Получены также зависимости изменения глубины зоны уплотнения грунта в зависимости от радиуса цилиндрического заряда и физико-механических свойств грунта.

Ключевые слова: скважинные заряды, грунтовой массив, цилиндрический заряд.

Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные авторами работ [1-3] показывает, что после взрыва закономерность изменения напряжения и деформации от расстояния в грунтовом массиве определяется по формулам:

$$\sigma_r = K_\sigma \left(\frac{x}{r_0} \right)^{-\mu_\sigma} \quad (1)$$

$$\varepsilon = k_\varepsilon \left(\frac{x}{r_0} \right)^{-\mu_\varepsilon} \quad (2)$$

где x – расстояние от центра симметрии заряда до заданной точки; K_σ – коэффициент в закономерности изменения напряжений на фронте волны с расстоянием, Па; μ_σ – показатель степени в закономерности затухания деформаций в волне с расстоянием от взрыва; r_0 – радиус цилиндрического заряда; k_ε – коэффициент в закономерности изменения деформаций с расстоянием; μ_ε – показатель степени в закономерности затухания деформаций в волне с расстоянием от взрыва.

Обозначим через ε_k деформацию, до которой необходимо уплотнить грунт и, используя формулу (2) при $x=h_{упл}$, имеем

$$r_0 = h_{упл} \left(\frac{\varepsilon_k}{k_\varepsilon} \right)^{1/\mu_\varepsilon}.$$

Линейная плотность цилиндрического заряда определяется по формуле:

$$\Delta_\lambda = \pi r_0^2 \rho_{вв} = \pi \rho_{вв} h_{упл}^2 \left(\frac{\varepsilon_k}{k_\varepsilon} \right)^{2/\mu_\varepsilon} \quad (3)$$

Согласно формуле (3) определяем глубину уплотнения:

$$h_{упл} = \sqrt{\frac{\Delta_\lambda}{\pi \rho_{вв} \left(\frac{\varepsilon_k}{k_\varepsilon} \right)^{2/\mu_\varepsilon}}} \quad (4)$$

Учитывая, что объемная деформация грунта связана с его плотностью соотношением

$$\varepsilon = (\rho - \rho_0)/\rho, \quad (5)$$

а начальная плотность грунта с плотностью его скелета связана выражением

$$\rho_0 = (1 + 0,01 W_g) \gamma_{ск} \quad (6)$$

Преобразовав (6) в (5) найдем деформацию грунтового массива.

$$\varepsilon_k = \frac{\rho - (\gamma_{ск} + 0,01 \gamma_{ск} W_g)}{\rho} \quad (7)$$

Подставляя (7) в (4) окончательно найдем формулу нахождения глубины уплотнения:

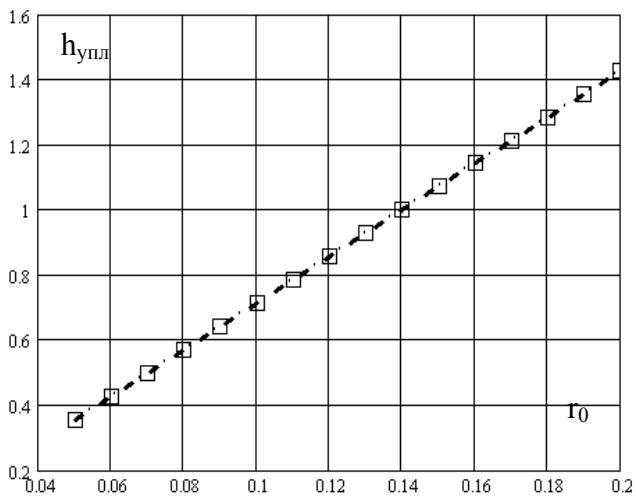


Рис. 1. График изменения глубины зоны уплотнения грунта в зависимости от радиуса цилиндрического заряда

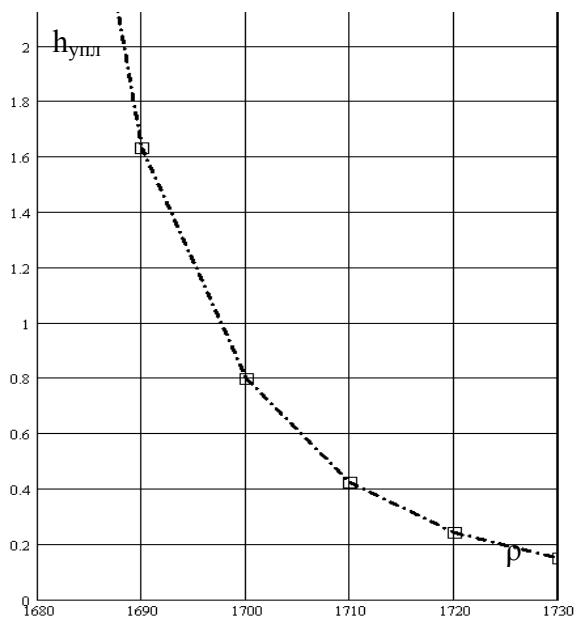


Рис. 2. График изменения глубины зоны уплотнения грунта в зависимости от плотности грунта

$$h_{\text{упл}} = \sqrt{\frac{\Delta_l}{\pi \rho_{\text{вв}} \left(\frac{\rho - (\gamma_{\text{ск}} + 0,01 \gamma_{\text{ск}} W_g)}{\rho k_e} \right)^{2/\mu_e}}}, \text{ м} \quad (8)$$

где Δ_l – линейная плотность цилиндрического заряда; $\rho_{\text{вв}}$ – плотность ВВ; ρ – плотность грунта; $\gamma_{\text{ск}}$ – плотность скелета грунта; W_g – влажность грунта.

Согласно работам [2,3], коэффициенты, входящие в функциональную зависимость (2), имеют следующие значения $k_e=0,065$; $\mu_e=0,18$ для суглинка и $k_e=0,01$; $\mu_e=0,15$ для супеси.

Упростим формулу (8). При $\Delta_l = \pi r_0^2 \rho_{\text{вв}}$ окончательно получим:

$$h_{\text{упл}} = r_0 \left[\frac{\rho \cdot k_e}{\rho - \gamma_{\text{ск}} \cdot (1 + 0,01 \cdot W_g)} \right]^{\frac{1}{\mu_e}} \quad (9)$$

Таким образом, для расчета глубины уплотнения грунта, находящегося между пластами, взрывами скважинного заряда получена формула (9), в которую входят основные параметры, определяющие физико-механические свойства грунтов и коэффициенты, определяющие затухание взрывной волны в грунтовом массиве.

Рассмотрим изменение глубины зоны уплотнения грунта в зависимости от радиуса цилиндрического заряда с плотностью грунта ρ равной $1700 \text{ кг}/\text{м}^3$ и плотностью скелета $\gamma_{\text{ск}} = 1620 \text{ кг}/\text{м}^3$. При этом радиус цилиндрического заряда будем изменять в

пределах от 50 до 200 мм. Влажность грунта W_g примем 5%.

Подставив значения в формулу (9), в итоге получим зависимость измене-

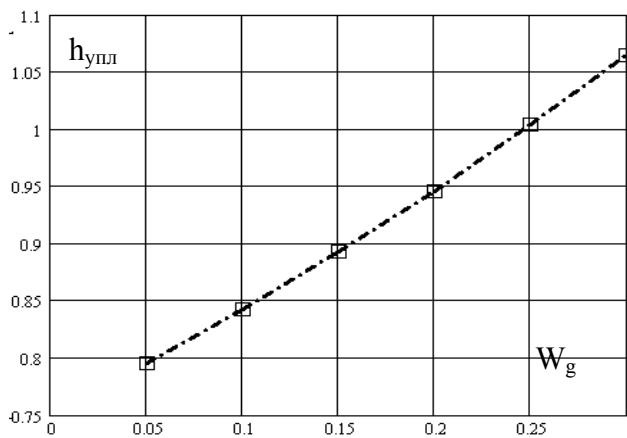


Рис. 3. График изменения глубины зоны уплотнения в зависимости от массовой влажности грунта

Полученная зависимость показывает, что с увеличением плотности грунта зона уплотнения уменьшается. При плотности грунта $1690 \text{ кг}/\text{м}^3$ зона уплотнения будет составлять 1,62 м. А при плотности грунта $1700 \text{ кг}/\text{м}^3$ – зона уплотнения будет составлять 0,8 м.

Изменение глубины зоны уплотнения в зависимости от массовой влажности грунта, согласно формуле (9), представлена на рис. 3. При этом плотность грунта ρ принята $1700 \text{ кг}/\text{м}^3$, плотность скелета грунта $\gamma_{ск}$ – $1620 \text{ кг}/\text{м}^3$, радиус цилиндрического заряда r_0 – 125 мм.

С увеличением массовой влажности грунта глубина зоны уплотнения увеличивается. При этом при массовой влажности, равной 5%, глубина зоны уплотнения будет составлять 0,79 м, а при массовой влажности 25% – 1,1 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Механический эффект взрыва в грунтах/Лучко И.А., Плаксий В.А., Ремез Н.С. и др.; Под ред. Лучко И.А.; АН УССР. Интегрофизики им. С.И. Субботина. – Киев: Наук. думка, 1989. –232 с.
2. Действие взрыва в грунтах и горных породах; Материалы Всесоюз. науч. конф. – Киев: Наук. думка, 1982. – 284 с.
3. Кравец В.Г., Лучко А.В., Михалюк А.В. Использование энергии взрыва в мелиоративном строительстве. – М.: Недра, 1987. –208 с. ГИАБ

Коротко об авторах

Норов Ю.Д. – доктор технических наук, профессор, заместитель начальника Центральной научно-исследовательской лаборатории по горным работам Навоийского горно-металлургического комбината,

Насиров У.Ф. – кандидат технических наук, доцент, ректор Навоийского государственного горного института, E-mail: u_nosirov@mail.ru

Заиров Ш.Ш. – инженер горного бюро Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината, sh.zairov@ngmk.uz