

УДК 622.235.5

Ю.Д. Норов, Ш.Ш. Заиров, Д.С. Ивановский

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДЕЙСТВИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА В РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ НА ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Разработана формула определения глубины уплотнения грунта в разнопрочных горных породах и установлены изменения глубины зоны уплотнения различных грунтов в зависимости от радиуса цилиндрического заряда, плотности и массовой влажности грунта.

Ключевые слова: глубина уплотнения грунта, разнопрочные горные породы, радиус цилиндрического заряда, плотность грунта, массовая влажность.

Семинар № 3

Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные авторами работ [1-3] показывают, 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_\square – 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_\square – 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 $x=h_{\text{упл}}$, имеем

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

Линейная плотность цилиндрического заряда определяется по формуле:

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

Согласно формуле (3) определяем глубину уплотнения:

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

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

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

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

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

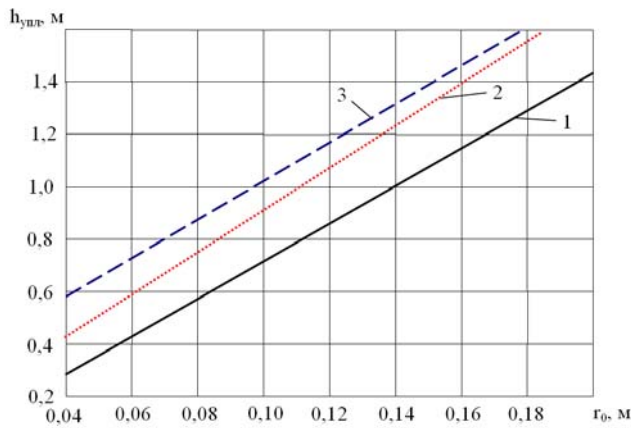


Рис. 1. Изменение глубины зоны уплотнения грунтового массива при взрыве в зависимости от радиуса цилиндрического заряда: 1 – суглинок; 2 – супесь; 3 – песок

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

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

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 $k_\varepsilon=0,065$; $\mu_\varepsilon=0,18$ для суглинка и $k_\varepsilon=0,01$; $\mu_\varepsilon=0,15$ для супеси.

При $\Delta_l = \pi r_0^2 \rho_{\text{вв}}$

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

Исследованиями установлено, что с увеличением радиуса цилиндрического заряда ВВ глубина зоны уплотнения грунта возрастает. Изменение глубины зоны уплотнения различных грунтов при взрыве в зависимости от

радиуса цилиндрического заряда показано на рис. 1.

Изменение глубины зоны уплотнения в зависимости от плотности грунта представлено на рис. 2. Полученная зависимость показывает, что с увеличением плотности грунта зона уплотнения уменьшается.

Изменение глубины зоны уплотнения различных грунтов в зависимости от массовой влажности представлено на рис. 3. Установлено, что с увеличением массовой влажности грунта глубина зоны уплотнения увеличивается.

Таким образом, для расчета глубины уплотнения грунта, находящегося между пластами, взрывами скважинного заряда получена формула, в которую входят основные параметры, определяющие физико-механические

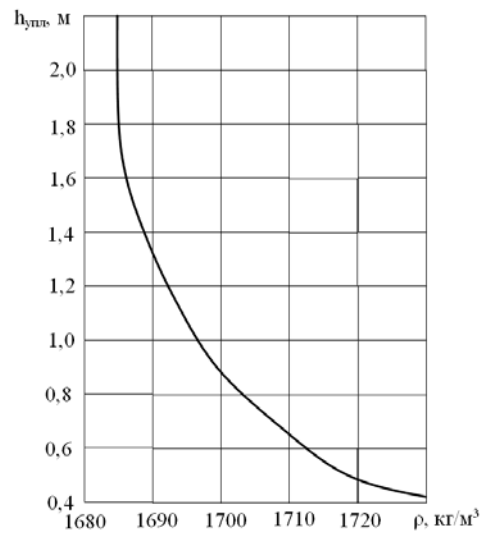


Рис. 2. Изменение глубины зоны уплотнения грунтового массива при взрыве цилиндрического заряда ВВ в зависимости от плотности грунта

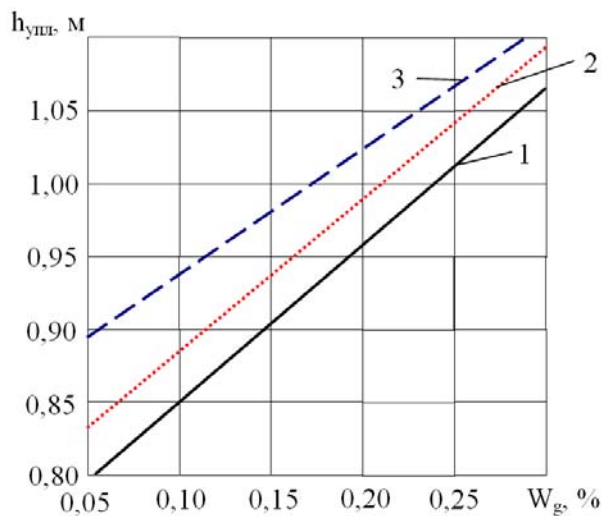


Рис. 3. Изменение глубины зоны уплотнения грунтового массива при взрыве цилиндрического заряда ВВ в зависимости от массовой влажности грунта: 1 – суглинок; 2 – супесь; 3 – песок

свойства грунтов и коэффициенты, определяющие затухание взрывной волны в грунтовом массиве. Установлены изменения глубины зоны уплотнения различных грунтов в зависимости от радиуса цилиндрического заряда, плотности и массовой влажности грунта.

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. Ин-т геофизики 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, зам. начальника по горным работам Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината, Республика Узбекистан,
Заиров Ш.Ш. – инженер горного бюро Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината, Республика Узбекистан, E-mail: sh.zairov@ngmk.uz
Ивановский Д.С. – инженер по горным работам рудника Мурунтау Центрального рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината, E-mail: deniszar@mail.ru

