

УДК 622.23 (043.3)

У.Ф. Насиров

РАЗВИТИЕ ГАЗОВОЙ ПОЛОСТИ ИСКУССТВЕННО ЗАГЛУБЛЕННОГО ЛИНЕЙНОГО ЗАРЯДА ВЫБРОСА ПРИ ОБРАЗОВАНИИ УДЛИНЕННЫХ ВЫЕМОК

Исследовано развитие газовой полости заглубленного линейного заряда выброса при образовании удлиненных выемок в водонасыщенных песчаных грунтах и установлены обобщающие закономерности изменения радиуса уплотнения массива оплавляющих песчаных грунтов

Ключевые слова: удлиненная выемка, водонасыщенные песчаные грунты, линейный заряд

Рассмотрим схему развития газовых полостей вокруг искусственно заглубленного линейного заряда выброса (рис. 1).

Щель в водонасыщенных песчаных грунтах проводят при глубине, равной глубине уровня грунтовых вод. Обваловку линейного заряда выброса производят грунтом, извлекаемом из контура профильного сечения выемки. При этом глубина заложения линейного заряда искусственно увеличивается на расстояние $h_{\text{обв}}$.

После взрыва линейного заряда выброса под воздействием газообразных продуктов взрыва формируется фронт ударной волны, энергия которого передается равномерно во все стороны массива водонасыщенного песчаного грунта, уплотняя ее вокруг зарядной камеры. Направление скорости движения газовой полости линейного заряда выброса будет максимальной по фактической линии наименьшего сопротивления (ЛНС). Схема,

приведенная на рис. 1, показывает, что угол направления фронта ударной волны равняется углу грунтовой обваловки заряда выброса. За счет резкого сопротивления грунта в различных направлениях симметрия в поле смещения нарушается и газовая полость начинает вытягиваться по фактической ЛНС. Форма полости приближается к эллиптической, большая ось которой совпадает с ЛНС.

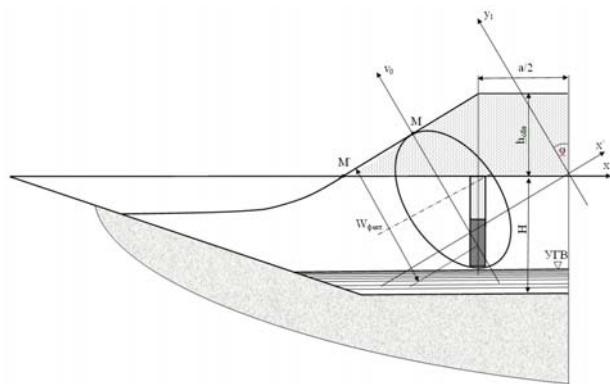


Рис. 1. Схема действия взрыва линейного заряда выброса в водонасыщенных песчаных грунтах: УГВ – уровень грунтовых вод; v_0 – скорость движения газовой полости линейного заряда выброса, м/с; $W_{\text{факт}}$ – фактическая ЛНС, м; $h_{\text{обв}}$ – высота грунтовой обваловки, м; H – глубина выемки, м; a – расстояние между линейными зарядами выброса, м; ϕ – угол наклона грунтовой обваловки

Поднятая масса оказывается в пределах оболочки, оконтуренной изнутри поверхностью полости, а снаружи – поверхностью параболоида вращения. Наибольшую толщину оболочки имеет в своей нижней части, где она еще связана с грунтовым массивом, наименьшую – в верхней.

Неравномерное размещение грунта в различных частях оболочки и неодинаковая сопротивляемость ее перемещению приводит к тому, что верхняя часть оболочки продолжает перемещаться с большой скоростью, тогда как ее нижняя часть, обладая большой массой и будучи связанная с водонасыщенным грунтовым массивом, перемещается с меньшей скоростью. Поэтому она быстро теряет свой начальный запас кинетической энергии. Таким образом, верхняя часть оболочки быстрее увеличивается в объеме по сравнению с нижней. В момент, близкий к концу процесса, толщина верхней части оболочки уменьшается настолько, что силы сцепления между частицами среды становятся незначительными. Подъем грунтового потока представляет собой полет отдельных кусков, частиц и верхняя часть оболочки раскрывается полностью. Основная масса поднятого грунтового потока оказывается со средоточенной в средней и нижней частях оболочки. Поскольку средняя часть оболочки обладает большей скоростью по сравнению с нижней, она отклоняется от оси выемки на большее расстояние. Масса оболочки, израсходовав свой кинетический запас энергии, опускается под тяжестью собственного веса, образуя открытую выемку.

Таким образом, проведено исследование развития газовой полости загубленного линейного заряда выброса при образовании удлиненных выемок в водонасыщенных песчаных

грунтах, направление скорости движения которой максимальна по фактической ЛНС, а угол направления ее равен углу грунтовой обваловки зарядов выброса.

Исследование зоны уплотнения водонасыщенных песчаных грунтов при взрыве линейных зарядов выброса

Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные в работах [1-12], показывают, что деформация в грунтовом массиве взрывами линейных зарядов выброса с расстоянием изменяется по формуле:

$$\varepsilon_k = k_\varepsilon \left(x / r_0 \right)^{-\mu_\varepsilon} \quad (1)$$

где k_ε - коэффициент, учитывающий деформацию водонасыщенного грунтового массива; x – расстояние от центра линейного заряда выброса, м; r_0 - радиус заряда, м.

Обозначая расстояние от центра линейного заряда выброса ($x=R_{упл}$) до зоны уплотнения грунтового массива, получим:

$$r_0 = R_{упл} \left(\varepsilon_k / k_\varepsilon \right)^{1/\mu_\varepsilon}, \text{ м} \quad (2)$$

Линейная масса заряда выброса определяется по формуле:

$$Q = \pi r_0^2 \rho_{вв} = \pi \rho_{вв} R_{упл}^2 \left(\varepsilon_k / k_\varepsilon \right)^{2/\mu_\varepsilon} \quad (3)$$

где $\rho_{вв}$ - плотность используемых ВВ, $\text{т}/\text{м}^3$; μ_ε – коэффициент, учитывающий деформационные свойства грунта.

В результате экспериментальных исследований в лабораторных и промышленных условиях, а также статистической обработки полученных результатов разработана методика инженерного расчета массы траншейного заряда выброса с использованием раствора ПАВ в оплавляющих песчаных грунтах:

$$Q = \frac{22 - k_1 (q - 3)^2}{1500 \cdot R_{упл}} \cdot (W + h_{обв})^2 \left(\frac{\varphi + 15}{30} \right)^2, \text{ кг/м} \quad (4)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий степень плотности взрываемого грунтового массива, $k_1=7$; q – удельный расход заряда выброса, $\text{кг}/\text{м}^3$; W – линия наименьшего сопротивления, м; $h_{\text{обв}}$ – высота грунтовой обваловки траншейного заряда выброса, м; ϕ – угол откоса грунтовой обваловки траншейных зарядов выброса, град.; $R_{\text{упл}}$ – радиус зоны уплотнения массива, м.

Преобразуя формулы (3) и (4) получена формула инженерного расчёта радиуса зоны уплотнения опытывающего песчаного грунта:

$$R_{\text{упл}} = \sqrt[3]{\frac{22 - k_1(q-3)^2}{1500 \cdot \pi \rho_{\text{вв}} (\varepsilon_k / k_e)^{2/\mu_e}} \times (W + h_{\text{обв}})^2 \left(\frac{\phi+15}{30}\right)^2}, \text{ м} \quad (5)$$

Объёмная деформация грунтового массива связана с ее плотностью соотношением

$$\varepsilon_k = (\rho_k - \rho_0) / \rho_k \quad (6)$$

где ρ_k , ρ_0 – плотности грунтового массива перед и на фронте продуктов ударных волн, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Плотность грунтового массива перед фронтом продуктов ударных волн определяется по формуле:

$$\rho_0 = (1 + 0,001 \cdot W_g) \gamma_{\text{ск}}, \text{ кг}/\text{м}^3 \quad (7)$$

где W_g – массовая влажность грунта, дол. ед.; $\gamma_{\text{ск}}$ – плотность скелета грунта, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Преобразованием (6) и (7) получена формула расчёта деформации грунтового массива:

$$\varepsilon_k = \frac{\rho_k - (1 + 0,001 \cdot W_g) \gamma_{\text{ск}}}{\rho_k} \quad (8)$$

Поставляя (8) в (5) получена окончательная формула инженерного расчёта радиуса зоны уплотнения массива опытывающих песчаных грунтов при взрыве линейных зарядов выброса с использованием раствора ПАВ:

$$R_{\text{упл}} = \sqrt[3]{\frac{22 - k_1(q-3)^2}{1500 \cdot \pi \rho_{\text{вв}}} \times \left(\frac{\rho_k k_e}{\rho_k - (1 + 0,001 \cdot W_g) \gamma_{\text{ск}}} \right)^{2/\mu_e} \times (W + h_{\text{обв}})^2 \left(\frac{\phi+15}{30}\right)^2}, \text{ м} \quad (9)$$

Выводы

1. Исследовано развитие газовой полости заглубленного линейного заряда выброса при образовании удлиненных выемок в водонасыщенных песчаных грунтах, направление скорости движения которой максимальна по фактической ЛНС, а угол направления ее равен углу грунтовой обваловки зарядов выброса.

2. Разработана формула инженерного расчёта радиуса зоны уплотнения массива опытывающих песчаных грунтов при взрыве линейных зарядов выброса с использованием раствора ПАВ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравец В.Г. Динамика уплотнения грунтового массива взрывом. Киев, Наукова думка, 1979.
2. Ляхов Г.М. Основы динамики взрывных волн в грунтах и горных породах. М., Недра, 1974. –192 с.
3. Бовк А.А., Кравец В.Г. Современные взрывные методы технической мелиорации грунтов. В сб. Взрывное дело: сб. №88/45.
4. Кравец В.Г. Динамика уплотнения грунтового массива взрывом. –Киев: Наук. думка, 1979. –134 с.
5. Использование энергии взрыва в мелиоративном строительстве / В.Г. Кравец, И.А. Лучко, А.В. Михалюк. – М.: Недра, 1987. –208 с.

6. Работников Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1988. 712 с.
7. Седов Л.И. Механика сплошной среды в 2-х томах. 4-е изд.- М.: Наука, 1983.
8. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1981. 444 с.
9. Илюшин А.А. Механика сплошной среды. 3-е изд. М.. Изд. МГУ, 1990. 310 с.
10. Саловский М.А., Адушкин В.В., Родионов В.Н. Моделирование крупных взрывов на выброс // Докл. АН СССР, 1966. Т. 167, № 6.
11. Норов Ю.Д., Мартынов И.Ю., Тураев А.С., Махмудов А.М., Носиров У.Ф., Шарипов Э.А. Разработка физико-математической модели взрыва обвалованных грунтами плоских траншейных зарядов. Ташкент: ДАН РУз. 1999. №3. С. 26-29.
12. Механический эффект взрыва в грунтах. / Под ред. Пучко И.А. – Киев: Наук. думка, 1989. –232 с. ГИАБ

Коротко об авторе

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

