

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ И АКТИВНОЕ ДАВЛЕНИЕ СЫПУЧИХ ГРУНТОВ НА ОГРАЖДЕНИЯ

Миркевич О.И., Круглень М.Н., Станьковская В.А.

Научный руководитель - Баранов

Кафедра «Геотехника и экология в строительстве» БНТУ

Аннотация

В статье рассматривается изменение физического состояния в водонасыщенном песчаном грунте при распространении продольной сейсмической волны, которая вызывает толчки и растяжение в среде. Приведены формулы для расчетов значения величины давления от названных факторов. Суммарное физическое давление следует определить с учетом инерционности (при сжатии), изменения внутреннего состояния среды (при растяжении) и присоединенной массы воды.

Наибольший ущерб причиняют объёмные волны. Их существует два вида: продольные волны сжатия и поперечные волны сдвига. Во время движения волн через земную кору, они заставляют горные породы двигаться в различные стороны. Волны сжатия вызывают толчки и растяжение горных пород (рис.1).

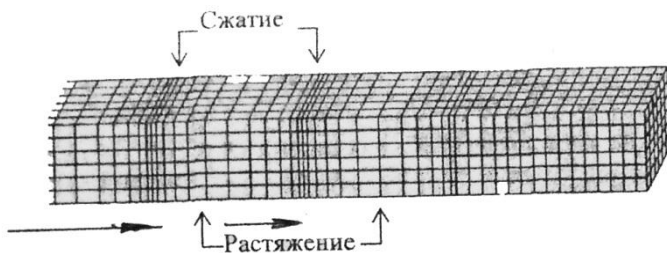


Рис. 1 – Продольная сейсмическая волна

Ориентировочные скорости распространения продольных сейсмических волн в песчаных грунтах представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Скорости распространения C_p продольных волн

Грунты	Удельный вес, γ , кН/м ³	Скорость, км/с
Гравелисто-песчаные	16-19	0,2-0,5
Песчаные:		
-воздушно-сухие (маловлажные)	14-17	0,15-0,9
-влажные	16-19	0,25-1,3
-водонасыщенные	17-22	0,3-1,6
Насыпные рыхлые	14-17	0,1-0,3

При расчёте подпорных стенок отдельно учитывают инерционное сейсмическое давление грунта и давление, вызванное изменением напряжённого состояния среды при прохождении сейсмических волн. Давление несвязного (песчаного) грунта на подпорные стенки можно определить по формуле [2]:

$$q_c = \left[1 + K_c K_1 \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \right] q_a, \text{ кПа}; \quad (1)$$

где K_c – коэффициент сейсмичности, принимаемый равным 0,05, 0,1, 0,2, 0,4 соответственно для расчётной сейсмичности 6,7,8 и 9 баллов, принимаемой для населённых пунктов Республики Беларусь согласно таблицы 2 [3];

K_1 – коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений, а также снижение ускорений за счёт развития пластических деформаций или появления трещин в сооружениях (для гидротехнических сооружений $K_1 = 0,25$, при расчёте конструкций АЭС $K_1 = 1$);

φ – расчётный угол внутреннего трения грунта, град;

Таблица 2 – Список населённых пунктов

Области	Населённые пункты	Максимальная расчётная сейсмическая интенсивность, баллов
Минская	Минск, Молодечно,	7
	Борисов, Светлогорск	6
Брестская	Барановичи, Пинск	6
Гомельская	Гомель, Жлобин, Мозырь, Речица, Светлогорск	6
Могилёвская	Бобруйск	6

q_a – максимальное активное давление грунта на вертикальную гладкую поверхность, определяемое из условия, что при отклонении стенки грунт за стенкой будет находиться в предельном равновесии[4]:

$$q_a = \gamma z \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \text{ кПа}; \quad (2)$$

z – расстояние от поверхности грунта до рассматриваемой точки, м;

Дополнительное горизонтальное нормальное напряжение $\sigma_{\text{п}}$, возникающее в грунте при прохождении сейсмических волн, находим из выражения [5]:

$$\sigma_{\text{п}} = \pm \frac{1}{2\pi} K_c \gamma C_p T_o, \text{ кПа}; \quad (3)$$

где T_o – преобладающий период сейсмических колебаний (обычно принимают $T_o = 0,5\text{C}$).

Давление от присоединённой массы воды q_{cw} , учитываемое при горизонтальном сейсмическом воздействии, равно [2]:

$$q_{cw} = 0,5\gamma_m y K_c K_1 \mu, \text{ кПа}; \quad (4)$$

где γ_m – удельный вес воды, кН/м³;

y – глубина воды у рассматриваемой точки, м;

μ – коэффициент присоединённой массы воды, зависящей от отношения заглубления h_z , рассматриваемой точки к глубине воды h_w в нижней точке напорной грани стенки (начало координат h_z – на отметке уровня грунтовых вод) h_z/h_w .

Таким образом, суммарное сейсмическое давление с учётом инерционности, изменения внутреннего состояния среды и присоединённой массы воды будет равно

$$q_c^\Sigma = q_c + \sigma_n + q_{cw}, \text{ кПа}; \quad (5)$$

Действующий нормативный документ [6] содержит формулу для определения сейсмического активного давления грунта, которая применительно к вертикально гладкой поверхности записывается в виде:

$$q_c = \frac{\cos^2 \varphi}{(1 + \sin \varphi)^2}. \quad (6)$$

Заключение

1) Из анализа специальной технической литературы (Красников Н.Д., 1970; Долматов Б.И., 1988; Рассказов Л.Н., 1996 и др.) следует, что при сейсмическом воздействии активные давления сыпучих грунтов формируют силы инерции (при сжатии) изменения состояния среды (при растяжении) и присоединённой массы воды.

2) В приводимой нормативным документам СНиП II-7-81*, формула активного сейсмического давления влияющие факторы изменения состояния среды (при растяжении) и присоединённой массы воды не фигурируют.

3) В связи с введённым на территории Республики Беларусь согласно ТКП 45-3.02-108-2008 общего сейсмического районирова-

ния расчёта активного давления сыпучих грунтов (вторая категория). Согласно п.1 настоящих выводов следует выполнять для населённых пунктов с максимальной расчётной сейсмичностью 6 и 7 баллов (названы в табл 2).

Литература

1. Красников, Н.Д. Динамические свойства грунтов и методы их определения / Н.Д. Красников. -М.: Госстройиздат, 1970.
2. Гидротехнические сооружения: учебник для вузов: В 2ч. 4.2/Л.Н. Рассказов, В.Г. Орехов, Ю.П. Правдивец и др.; Под ред. Л.Н. Рассказова. – М.: Стройиздат, 1996, с. 27-50 (глава 17).
3. ТКП 45-3.02-108-2008 «Высотные здания. Строительные нормы проектирования». Издание официальное, МСиА РБ, Минск, 2008, - с. 58-61.
4. Цытович, Н.А. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для строительных вузов - 4-е издание. - М.: Высшая школа, 1983, - с.145-160.
5. Далматов, Б.Н., Механика грунтов, основания и фундаменты/Б.Н. Далматов. - Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1988, - 385-386 с.
6. СНиП II -7-81* «Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования». - М.: Стройиздат, 1982, - 48 с.