

Для зменшення амплітуди коливань фундаменту необхідно передбачити гумову прокладку між компресором та фундаментом і виконати армування підсилення фундаменту сітками арматури.

При розрахунку фундаменту компресора за МСЕ похибка розрахунку порівняно з вимірним значенням становить до 5%, що значно менше, ніж при розрахунку за нормативною методикою. Тобто, якщо обчислити амплітуду коливань за МСЕ, можна врахувати не тільки верхній шар основи під фундаментом, а й властивості шарів ґрунту інженерно-геологічного розрізу, які розташовані нижче, що неможливо зробити, застосовуючи нормативну методику.

1.Таранов В.Г., Швець Н.С., Швець В.Б. Некоторые проблемы фундирования мощных турбоагрегатов // Світ геотехніки. – 2005. – №3. – С.12-15.

2.Урбан И.В. Применение метода деформаций в динамике конструкций // Тр. Московского ордена Красного Знамени электромеханического института инженеров железнодорожного транспорта им. Ф.Э.Дзержинского. Вып.60. Вопросы строительной и прикладной механики. – М., 1951. – 356 с.

3.Холмянский М.Л. Расчет колебаний сооружений, взаимодействующих с грунтом, как систем со случайными параметрами // Механіка ґрунтів і фундаментобудування: 36. праць III Укр. наук.-техн. конф. по механіці ґрунтів і фундаментобудуванню. – Одеса: Одес. держ. акад. буд-ва і архіт., 1997. – С.102-103.

4.ДНАОП 0.00-1.14-70. Правила устройства и безопасной эксплуатации поршневых компрессоров, работающих на взрывоопасных и токсичных газах. – М.: Металлургия, 1977. – 34 с.

5.СНИП 2.02.05-87. Фундаменты машин с динамическими нагрузками. – М.: ЦИТИ Госстроя СССР, 1988. – 32 с.

Отримано 12.11.2009

УДК 624.15 : 631.431.6

СЕЙФ ЭЛЬДИН ГАФФАР ХАССАН, А.Б.КОСТЕНКО, канд. техн. наук,
А.А.НАБОКА, В.Г.ТАРАНОВ, д-р техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

РАСЧЕТ ПОДЪЕМА ФУНДАМЕНТА НА НАБУХАЮЩИХ ГРУНТАХ МЕЖДУРЕЧЬЯ В СУДАНЕ

Предлагается методика расчета, использующая эмпирические зависимости между основными параметрами набухания и физическими характеристиками грунтов. Приводятся примеры ее применения.

Пропонується методика розрахунку, що використовує емпіричні залежності між основними параметрами набрякання і фізичними характеристиками ґрунтів. Наводяться приклади її застосування.

The method of calculation, using empiric dependences between the basic parameters of expansive and physical descriptions of soils, is offered. Examples of its application are made.

Ключевые слова: набухающие грунты, давление набухания, относительное набухание, фундамент, основание.

В отсутствие нормативных документов по проектированию оснований и фундаментов, и в свете традиционно используемого в Судане метода «допустимых давлений», расчетов деформаций оснований, сложенных набухающими грунтами, в стране не проводится. В то же время многие построенные объекты «трещат», а на их восстановление и ремонт ежегодно расходуются значительные суммы [1]. При таких обстоятельствах целесообразен переход на проектирование оснований и фундаментов по двум группам предельных состояний.

В работе [2] предложена методика расчета по первой группе, т.е. по несущей способности оснований фундаментов малоэтажных зданий (не более трех этажей) для рассматриваемого региона. Расчет по второй группе, т.е. по деформациям, может быть построен аналогично методике, применяемой в зарубежной практике, суть которой состоит в определении основных предикторов (показателей физических свойств) набухающих грунтов – давления набухания p_s и относительного набухания s_p (обозначения заимствованы из [3]) как функций показателей физического состояния грунтов.

Для вычисления указанных характеристик получены формулы, базирующиеся на результатах многочисленных исследований набухающих грунтов в разных странах. Согласно [3], наиболее широкое распространение получили формулы Johnson, Shethen (1), и O'Neil, Ghazzaly (2) для вычислений относительного набухания, а также Komornik, David (3) – для определения давления набухания.

$$\lg s_p = 0,0367w_L - 0,0833w + 0,458, \quad (1)$$

$$s_p = 2,27 + 0,131w_L - 0,27w, \quad (2)$$

$$\lg p_s = \bar{2},132 + 2,08w_L + 0,665\rho_d - 2,69w. \quad (3)$$

В формулах (1)-(3) использованы обозначения: w_L – предел текучести грунта, w – влажность, ρ_d – плотность скелета.

Эффект снижения подъема основания за счет давления под подошвой фундамента учитывается с помощью параметра σ_v , предложенного Bowles [4] по результатам анализа многих экспериментальных данных и определяемого с помощью выражения

$$s'_p = s_p(1 - A\sqrt{\sigma_v}), \quad (4)$$

где s'_p – скорректированное относительное набухание; численный коэффициент $A = 0,0735$, если σ_v принимается в кПа; σ_v – определяется по формуле (3) в предположении, что вызываемые этим давлением набухания деформации не являются критическими для верхнего

строения.

Такой подход не учитывает ни размеров фундамента, ни величину нагрузки и опирается лишь на данные о физических свойствах грунтов, но, как отмечено в [4], имеет право на существование, поскольку получаемая ошибка примерно равна ошибке компрессионных испытаний.

Располагая натурными данными изысканий грунтов Междуречья (включая и Большой Хартум), с помощью пошагового множественного регрессионного анализа были построены уравнения регрессии для определения давления набухания p_{sw} и относительного набухания ε_{sw} (обозначения, принятые в украинских нормах) как функций физических характеристик грунтов. При этом в целях удобства сопоставления получаемых результатов и обретения уверенности в них в качестве независимых переменных были выбраны те же предикторы грунтов, что и входящие в вышеприведенные формулы (1)-(3); объем выборок при этом составлял соответственно $n = 59$ и $n = 35$.

Полученные эмпирические зависимости представлены ниже.

$$\varepsilon_{sw} = 0,1303w_L + 0,1717w - 4,9324, \quad (5)$$

$$p_{sw} = -0,9047\gamma_d + 1,2442w_L + 0,892w + 61,9513. \quad (6)$$

Для проверки работоспособности и достоверности зависимостей $p_{sw} = f(\gamma_d, w, w_L)$ и $\varepsilon_{sw} = f(w, w_L)$ по формулам (1)-(6) были проведены сравнительные вычисления деформации подъема h_{sw} набухающих грунтов мощностью 5 м, имеющих следующие характеристики (реальный объект) (табл.1).

Таблица 1 – Физико-механические характеристики грунтов

$\gamma=18,0$ кН/м ³	$w=19,9$ %	$w_L=70,2$ %	$w_p=30,9$ %	$w_{sw}=30,2$ %	$\phi=28$ градус	$c=29$ кН/м ²	$p_{sw}=169$ кН/м ²
------------------------------------	---------------	-----------------	-----------------	--------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------------

Кроме того, были определены значения h_{sw} по нормам [5] при размерах подошвы фундамента 2x2м и вертикальной нагрузке, равной 810 кН.

Примеры расчетов

По формулам (1)-(6)

Расчет выполнялся в три этапа: 1) сначала определялось относительное свободное набухание s_p ; 2) затем \hat{s}_p – скорректированное относительное набухание; 3) величина деформации подъема вычислялась как произведение мощности набухающего слоя H_{sw} на \hat{s}_p .

Учитывая величину возможной ошибки (соизмерима с точностью результатов компрессионных испытаний и может достигать 50%), рас-

чет выполнен в двух вариантах.

По Johnson, Shethen (1)

$$\lg s_p = 0,0367w_L - 0,0833w + 0,458 =$$

$$= 0,0367 \cdot 70,2 - 0,0833 \cdot 19,9 + 0,458 = 1,38; \quad s_p = 23,99\% .$$

По O'Neil, Ghazzaly (2)

$$s_p = 2,27 + 0,131w_L - 0,27w = 2,27 + 0,131 \cdot 70,2 - 0,27 \cdot 19,9 = 6,1\% .$$

По формуле (3)

$$\lg \sigma_v = \bar{2},132 + 2,08w_L + 0,665\rho_d - 2,69w =$$

$$= \bar{2},132 + 2,08 \cdot 0,702 + 0,665 \cdot 1,8 - 2,69 \cdot 0,199 = 0,252;$$

$$\sigma_v = 1,79 \text{ кг/см}^2 = 179 \text{ кПа} .$$

По формуле (4) при разных значениях s_p

$$s'_{p_1} = 23,99(1 - 0,0735\sqrt{179}) = 0,4\% , \quad s'_{p_2} = 6,1(1 - 0,0735\sqrt{179}) = 0,1\% .$$

Согласно данным инженерных изысканий, мощность пласта набухающих грунтов площадки колеблется от 4 до 7 м. С учетом требования [5] о назначении глубины зоны набухания в отсутствие опытных данных здесь принято $H_{sw} = 5$ м.

$$h_{sw_1} = 5 \cdot 0,004 = 0,02 \text{ м}; \quad h_{sw_2} = 5 \cdot 0,001 = 0,005 \text{ м} .$$

Результаты расчетов h_{sw} по зарубежной методике [3], но с привлечением авторских формул (5), (6) приведены ниже:

$$\varepsilon_{sw} = 0,1303w_L + 0,1717w - 4,9324 =$$

$$= 0,1303 \cdot 70,2 + 0,1717 \cdot 19,9 - 4,9324 = 7,63\% ;$$

$$p_{sw} = -0,90479\gamma_d + 1,24416w_L + 0,89197w + 61,95127 =$$

$$= -0,90476 \cdot 18 + 1,24416 \cdot 70,2 + 0,89197 \cdot 19,9 + 61,95127 = 150,76;$$

$$\varepsilon'_{sw} = \varepsilon_{sw} (1 - A\sqrt{p_{sw}}) = 7,63(1 - 0,0735\sqrt{150,76}) = 0,74;$$

$$h_{sw} = 5 \cdot 0,0074 = 0,037 \text{ м} = 3,7 \text{ см} .$$

По СНиП [5]

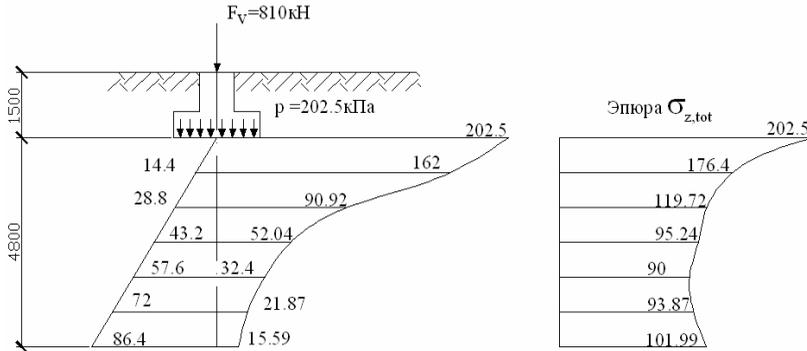
Давление набухания устанавливалось в лабораторных условиях по графику зависимости $\varepsilon_{sw} = f(p)$ (табл.2).

Таблица 2 – Результаты определения ε_{sw} и p_{sw}

Давление, МПа	0,00	0,05	0,1	0,15	0,2	Давление набухания, МПа
ε_{sw} , %	9	4,25	2	1,25	0,75	0,256

При определении напряжений $\sigma_{z,tot}$ компонентом $\sigma_{z,ad}$ (допол-

нительное вертикальное давление, создаваемое весом неувлажненной части грунтового массива за пределами локального замачивания основания фундамента и сдерживающее процесс набухания) пренебрегли в запас, исходя из представления, что в условиях тропического климата, в дождливый сезон, при повсеместном увлажнении грунтов, давление $\sigma_{z,ad}$ не должно оказывать заметного тормозящего влияния на уровень набухания. Результаты расчета по [5] приведен на рисунке и в табл.3.



К расчету подъема фундамента по [5]

Таблица 3 – Промежуточные данные расчета

Номер слоя	$\sigma_{zp,i}$	$\sigma_{zg,i}$	$\sigma_{z,tot,i}$	p_i	$\epsilon_{sw,i}$	$k_{sw,i}$
1	182,25	7,2	189,45	189,5	0,86	0,65
2	126,46	21,6	148,06	148,1	1,28	0,7
3	71,48	36	107,48	107,5	1,9	0,7
4	42,22	50,4	92,62	92,6	2,36	0,75
5	27,35	64,8	91,935	91,9	2,4	0,75
6	18,73	79,2	97,93	97,9	2,09	0,75

$$h_{sw} = \sum_{i=1}^6 \epsilon_{sw,i} \cdot h_i \cdot k_{sw,i} = 0,8(0,86 \cdot 0,65 + 1,28 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7 + 2,36 \cdot 0,75 + 2,4 \cdot 0,75 + 2,09 \cdot 0,75) = 6,34 \text{ см.}$$

Согласно рекомендациям MacDonald and Scempton [3], деформации оснований отдельно стоящего фундамента (подъем, осадка) на таких грунтах не должны превышать 6,3 см (плитного – 7,6...10 см).

В соответствии с требованиями [5] предельные деформации подъема для рассматриваемого типа здания не должны превышать 2 см

и, следовательно, необходимо применить иное конструктивное решение фундамента (свайный, ячеистый и др.).

Таким образом, выполненные расчеты со всей очевидностью показывают, что вопрос практического применения формул (5), (6) зависит от действующих в рассматриваемом регионе требований относительно предельных деформаций фундаментов на набухающих грунтах. Учитывая местный опыт проектирования, указанные формулы могут быть рекомендованы для оценочных расчетов.

1. Osman M.A., Charli W.A. Expansive soils in Sudan // Building & Road Research Institute, 1983. – СР № 3. – P.1-25.

2. Таранов В.Г., Сейф Эльдин Гаффар Хассан. Судан. Вилаят эль д’Жезира. Проблема строительства на набухающих грунтах // Світ геотехніки. – 2009. – №3. – С.4-8.

3. Шутенко Л.Н., Гильман А.Д. Зарубежный опыт проектирования фундаментов. – К.: УМК ВО, 1988. – 228 с.

4. Bowles I.E. Foundation analysis and design. – 3rd.ed. – New York: McGraw-Hill, 1984. – 816 p.

5. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83). – М.: Стройиздат, 1986. – 415 с.

Получено 25.11.2009

УДК 624.01

С.Л.ЛЕОНТЬЕВ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ АВАРИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассматриваются исследовательские подходы современных авторов к оценке рисков аварий в строительстве

Розглядаються дослідницькі підходи сучасних авторів до оцінки ризиків аварій у будівництві.

Research approaches modern writers of estimation risks in failures building are considered.

Ключевые слова: строительство, риски, оценка рисков.

Строительная отрасль, как и любая другая отрасль промышленности, характеризуется наличием аварийных ситуаций. Статистика показывает, что около 80% случаев строительных аварий с обрушением несущих конструкций объекта происходит в результате человеческих ошибок [2].

Надежность и риски строительных объектов рассматриваются как единый процесс, который должен обеспечивать надежность этапов проектирования, строительного производства и эксплуатации зданий и сооружений. При этом неотъемлемой частью этого процесса