

на каждом участке под пятном здания по формуле, вытекающей из (9)

$$U_i = \frac{\pi n_p d_{if}^2}{4S_{pi}} K_1 K_2 K_3, \quad (10)$$

где d_{if} – фактический диаметр шнека на i -м участке здания, мм.

Коэффициенты K_1 , K_2 , K_3 определяются из графиков, полученных при обработке данных экспериментальных, лабораторных и натурных исследований на фрагментах фундаментов и уточненных по результатам исследований в процессе выравнивания зданий [2].

Параметры бурения при необходимости корректируются в процессе выравнивания здания, например, в случае появления на графиках осадок фундаментов кривизны, свидетельствующей об изменении прямолинейной зависимости осадок и напряженно-деформированного состояния здания. Особенно важно выполнять это требование потому, что выравнивание зданий осуществляется, как правило, без отселения жильцов.

Данная методика расчета осадок проверена при выравнивании 33 зданий и сооружений в различных регионах Украины.

1. ДБН В.1.1-5-2000. Здания и сооружения на просадочных грунтах. Ч. II / Госстрой Украины. – К.: Укрархбудінформ, 2000.

2. Выравнивание 14-этажного здания жилого дома 12А по ул. Воронежской: Отчет о НИР / Запорожское отделение научн.-иссл. ин-та строит. констр. Инв. № 42. – З., 1997. – 44 с.

3. Степура И.В., Шокарев В.С., Павлов А.В. Устранение кренов зданий и сооружений // Современные проблемы строительства. – Донецк: ООО «Лебедь», 1997. – С. 58-60.

Получено 17.05.2002

УДК 624.04

И.Я.ЛУЧКОВСКИЙ, д-р техн. наук

*Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры*

МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ТРЕБУЕМОЙ ДЛИНЫ ВИСЯЧИХ ЗАБИВНЫХ СВАЙ

Приводится метод оценки несущей способности и назначения оптимальной длины забивных свай, используемых в гражданском и промышленном строительстве.

Как известно, несущая способность F_d висячих забивных свай на действие вертикальной сжимающей нагрузки определяется суммированием сил сопротивления грунта сжатию под нижним концом сваи и сил трения по боковой поверхности. При этом расчетное сопротивление

ние грунта R_z под пятой сваи и расчетное сопротивление грунта f_z на любой глубине z боковой поверхности определяют по таблицам [1]. Использование нормативной методики связано не только с применением интерполяции, но и с необходимостью разделения грунта на однородные слои толщиной не более 2 м. Кроме того, решается лишь обратная задача установления несущей способности свай по заданным ее размерам – длине и сечению.

Проведенный нами численный анализ данных таблиц 1 и 2 СНиП 2.02.03-85 [1] позволил представить функции R_z (тс/м²) и f_z (тс/м²) в виде следующих аналитических зависимостей

$$\left. \begin{aligned} f_z &= a + b\sqrt{z}; \\ R_z &= c + d\sqrt{z}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где a, b, c, d – параметры грунтового основания на контакте со свайей; z – глубина рассматриваемого слоя грунта.

Установленные параметры a, b, c, d для песчаных грунтов даны в табл.1, а для глинистых – в табл.2.

Таблица 1

| Параметры | Песчаные грунты средней плотности | | | | |
|-----------|-----------------------------------|---------|---------|--------|-----------|
| | гравелистые | крупные | средние | мелкие | пылеватые |
| a | - | 2,6 | 2,3 | 2 | 1,2 |
| b | - | 1,2 | 1 | 0,8 | 0,7 |
| c | 520 | 520 | 210 | 110 | 55 |
| d | 160 | 90 | 60 | 50 | 30 |

Таблица 2

| Параметры | Пылевато-глинистые грунты при показателе текучести I_L , равном | | | | | | | | | | |
|-----------|---|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| a | - | - | 2,6 | 2,0 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| b | - | - | 1,2 | 0,8 | 0,7 | 0,45 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| c | 520 | 250 | 180 | 90 | 60 | 50 | 25 | - | - | - | - |
| d | 160 | 130 | 100 | 80 | 50 | 30 | 20 | - | - | - | - |

Определим несущую способность свай заданных размеров в многослойном основании (рис. 1), используя зависимости (1).

В соответствии с нормами [1] запишем

$$N = \frac{F_d}{1,4}; \quad (2)$$

$$F_d = \gamma_{CR} R_n A + u \sum \gamma_{Cf} f_c h_i. \quad (3)$$

Далее получим

$$\frac{F_d}{u\gamma_{CR}} = \frac{A}{u} R_n + \sum \xi_i f_i h_i, \quad (4)$$

где A , u — площадь поперечного сечения и периметр поперечного сечения сваи, соответственно; h_i — высота i -го однородного слоя грунта;

$$\xi_i = \frac{\gamma_{Cf}}{\gamma_{CR}}$$

Следует отметить, что независимо от формы поперечного сечения сваи соотношение площади поперечного сечения к периметру равно

$$\frac{A}{u} = \frac{D}{4}. \quad (5)$$

Использование зависимостей (1) позволяет заменить суммирование по формуле (4) интегрированием в пределах каждого однородного слоя. При этом получим

$$\int_{z_i}^{z_{i-1}} f dz = \int_{z_i}^{z_{i-1}} (a_i + b_i \sqrt{z}) dz = a_i h_i + \frac{2}{3} \left(\sqrt{z_i^3} - \sqrt{z_{i-1}^3} \right) b_i.$$

Подставив это выражение в (4), найдем

$$\frac{F_d}{u\gamma_{CR}} = \frac{D}{4} (c_n + d_n \sqrt{z_n}) + \sum a_i h_i \xi_i + \frac{2}{3} \sum \left(\sqrt{z_i^3} - \sqrt{z_{i-1}^3} \right) \xi_i b_i. \quad (6)$$

Далее установим

$$\begin{aligned} \sum \left(\sqrt{z_i^3} - \sqrt{z_{i-1}^3} \right) \xi_i b_i &= \left(\sqrt{z_1^3} - \sqrt{z_0^3} \right) \xi_1 b_1 + \left(\sqrt{z_2^3} - \sqrt{z_1^3} \right) \xi_2 b_2 + \dots + \\ &+ \left(\sqrt{z_n^3} - \sqrt{z_{n-1}^3} \right) \xi_n b_n = \sqrt{z_1^3} (\xi_1 b_1 - \xi_2 b_2) - \sqrt{z_0^3} \xi_1 b_1 + \sqrt{z_2^3} (\xi_2 b_2 - \xi_3 b_3) + \dots + \\ &+ \sqrt{z_{n-1}^3} (\xi_{n-1} b_{n-1} - \xi_n b_n) + \sqrt{z_n^3} \xi_n b_n = \sqrt{z_n^3} \xi_n b_n - \sqrt{z_0^3} \xi_1 b_1 + \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{z_i^3} (\xi_i b_i - \xi_{i+1} b_{i+1}). \end{aligned}$$

Теперь получим выражение для несущей способности забивной сваи в многослойном основании

$$\begin{aligned} \frac{F_d}{u\gamma_{CR}} &= \frac{D}{4} (c_n + d_n \sqrt{z_n}) + \sum_1^n a_i h_i \xi_i + \frac{2}{3} \left[b_n \xi_n \sqrt{z_n^3} - b_1 \xi_1 \sqrt{z_0^3} - \right. \\ &\left. - \sum_{i=1}^{n-1} (b_{i+1} \xi_{i+1} - b_i \xi_i) \sqrt{z_i^3} \right]. \quad (7) \end{aligned}$$

Для сваи в однородном грунте, опирающейся на прочный слой (рис.2), решение упрощается

$$\frac{F_d}{u\gamma_{CR2}} = \frac{D}{4} (c_2 + d_2 \sqrt{z_2}) + a_1 l \xi_1 + \frac{2}{3} b_1 \xi_1 (\sqrt{z_1^3} - \sqrt{z_0^3}). \quad (8)$$

Разработанный метод расчета дает возможность решить прямую задачу определения требуемой длины сваи при заданных $N(F_d)$, D и z_0 .

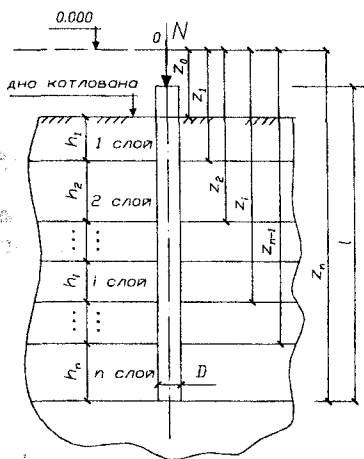


Рис.1

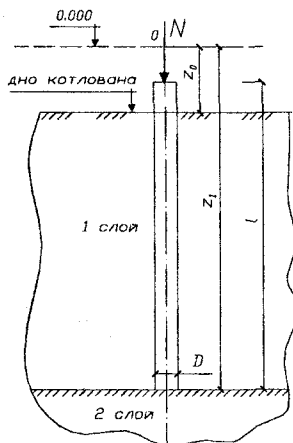


Рис.2

а) Свая в однородном грунте.

Из (8) получим

$$\frac{F_d}{u\gamma_{CR}} = D(c + d \sqrt{z_1}) + 4al\xi + \frac{8}{3} b\xi (\sqrt{z_1^3} - \sqrt{z_0^3}).$$

Обозначив

$$T = \frac{3}{8b\xi} \left[\frac{4F_d}{u\gamma_{CR}} + 4\xi z_0 \left(a + \frac{2}{3} \sqrt{z_0} \right) - cD \right]; \quad (9)$$

$$L_1 = \sqrt{z_1},$$

приходим к исходному кубическому уравнению относительно величины L_1

$$L_1^3 + \frac{3a}{2b} L_1^2 + \frac{3Dd}{8b\xi} L_1 - T = 0. \quad (10)$$

б) Свая в однородном грунте, опирающаяся на прочное основание (рис.2).

В этом случае задано l , z_0 и $N(F_d)$, а размеры поперечного сечения сваи находят из квадратного уравнения

$$D^2 + \frac{4\xi_1 \left[3a_1 l + 2b_1 \left(\sqrt{z_1^3} - \sqrt{z_0^3} \right) \right]}{3(c_2 + d_2 \sqrt{z_1})} D - \frac{F_d}{\xi_{CR2} (c_2 + d_2 \sqrt{z_1})} = 0. \quad (11)$$

Аналогично решается задача и для сваи круглого сечения.

в) Свая в многослойном основании.

При заданных $N(F_d)$, D и z_{n-1} можно найти требуемую глубину погружения сваи в нижний слой — h_n , а следовательно и полную глубину z_n .

Обозначив $L_n = \sqrt{z_n}$, из исходного уравнения (7) получим кубическое уравнение относительно L_n

$$L_n^3 + \frac{3a_n}{2b_n} L_n^2 + \frac{3Dd_n}{8\xi_n b_n} L_n - F = 0, \quad (12)$$

где

$$F = \frac{1}{2b_n \xi_n} \left[\frac{3F_d}{u\gamma_{CRn}} + 2b_1 \xi_1 \sqrt{z_0^3} + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{z_i^3} (\xi_{i+1} b_{i+1} - \xi_i b_i) + 3a_n \xi_n z_{n-1} + 3 \sum_1^{n-1} a_1 h_i \xi_i - 0,75 D c_n \right]. \quad (13)$$

В заключение следует отметить, что аналогично решаются и задачи о несущей способности буронабивных свай. При этом изменяются лишь параметры a , b , c , d .

Например, для буронабивной сваи в однородном грунте с уширением, опертым на прочный слой, получим

$$\frac{F_d}{\pi\gamma_{CR2}} = R_y^2 (c_2 + d_2 \sqrt{z_1}) + \xi_1 D \left[a_1 l + \frac{2}{3} b_1 \left(\sqrt{z_1^3} - \sqrt{z_0^3} \right) \right], \quad (14)$$

где D — диаметр ствола сваи; R_y — радиус поперечного сечения пяты сваи.

При многослойном основании несущая способность сваи с уширением может быть представлена зависимостью

$$\frac{F_d}{\pi \gamma C R n} = R_y^2 (c_n + d_n \sqrt{z_n}) + D \sum_{i=1}^n a_i h_i \xi_i + \frac{2}{3} D \left[\xi_n b_n \sqrt{z_n^3} - \xi_1 b_1 \sqrt{z_0^3} - \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{z_i^3} (\xi_{i+1} b_{i+1} - \xi_i b_i) \right] \quad (15)$$

1. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты / Госстрой СССР. - М., 1986. - 45 с.

Получено 18.05.2002

УДК 624.131.53

В.М.КАРПЮК, канд. техн. наук, И.А.КАРПЮК, А.В.НОВСКИЙ,
Н.И.КУБИЙОВИЧ

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ОСОБЕННОСТИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ПРИ ПООЧЕРЕДНОМ ВДАВЛИВАНИИ И НАГРУЖЕНИИ РЯДОМ РАСПОЛОЖЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ВИСЯЧИХ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СВАЙ

Приводятся результаты экспериментальных исследований взаимного влияния поочередно вдавленных и нагруженных моделей висячих призматических свай на напряженно-деформированное состояние песчаного грунта.

Взаимное влияние моделей призматических свай в указанных грунтовых условиях изучали в лотке по методике, изложенной в работе [1].

В качестве исследуемых факторов выбраны: расстояние между продольными осями $L=4,5; 6,0; 7,5d$ (фактор X_1); крупность зерен песка $D=0,2; 0,5; 0,8$ мм (X_2) и его плотность $\rho_d=1,30; 1,45; 1,60$ т/м³ (X_3).

В соответствии с принятой в [2] схемой (рис.1,а) вдавливали модель сваи С-1. После «отдыха» через сутки к ней ступенями прикладывали статическую нагрузку, равную 75% от усилия вдавливания. После полной стабилизации осадки сваи С-1 вдавливали вторую модель сваи С-2. Через 36-48 часов к ней также ступенями прикладывали вдавливающую статическую нагрузку до ее срыва.

Дополнительная осадка S_{12} (рис.1,б) предварительно нагруженной сваи С-1, обусловленная влиянием сваи С-2 может быть выражена моделью:

$$\hat{Y}_{S_{12}} = 3,42 - 1,08X_1 - 0,24X_2 + 1,76X_3 - 0,83X_2X_3, \text{ мм}, \quad (1)$$

Анализ этой модели показывает, что осадка S_{12} увеличивается по отношению к среднему значению 3,42 мм с уменьшением расстояния