

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Геотехника и экология в строительстве»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовой работе по дисциплине  
«Механика грунтов, основания и фундаменты»  
для студентов специальности 1-70 04 03  
«Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

Минск 2003

УДК 624.15.04:378.244

В методических указаниях рассматриваются вопросы проектирования фундаментов мелкого заложения и свайных фундаментов. В задании приведены данные инженерно-геологических изысканий, схематический план здания и расчетные нагрузки, действующие на фундамент. Указана последовательность выполнения расчета оснований и фундаментов по двум группам предельных состояний.

Составители:

Н.Д. Банников, С.Н. Банников, К.Э. Повколас, О.В. Попов

Рецензенты:

В.Т. Климков, В.Е. Сеськов

© Банников Н.Д., Банников С.Н.,  
Повколас К.Э., Попов О.В.,  
составление, 2003

## В в е д е н и е

Курсовая работа по дисциплине «Механика грунтов, основания и фундаменты» преследует цель закрепить знания теоретических основ в практическом их приложении и ознакомить студентов с соответствующей инструктивной и справочной литературой, привить практические навыки проектирования фундаментов зданий и сооружений.

В методических указаниях излагаются вопросы расчета, конструирования и реконструкции фундаментов мелкого заложения и свайных фундаментов. Даются необходимые данные по инженерно-геологическим изысканиям. Приведены схемы сооружений и действующие нагрузки по расчетным сечениям.

Методика расчета оснований и фундаментов изложена в соответствии с СНБ 5.01.01-99 «Основания зданий и сооружений».

### 1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

#### 1.1. Объем и состав курсовой работы

Курсовая работа по основаниям и фундаментам выполняется для железобетонной водонапорной башни (прил. 2). Применительно к заданным инженерно-геологическим условиям строительной площадки работа выполняется в двух вариантах:

**1-й вариант** - фундамент мелкого заложения на естественном основании при наличии прочных грунтов;

**2-й вариант** - свайный фундамент при наличии слабых грунтов на площадке строительства.

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются:

– грунтовые условия строительной площадки, представленные буровыми колоннами, с характеристиками физических и механических свойств грунтов, полученных по результатам лабораторных испытаний (для фундаментов мелкого заложения данные инженерно-геологических изысканий приведены в прил.6, для свайных фундаментов – в прил. 8);

– планы железобетонной водонапорной башни и фундаментов с действующими нагрузками (прил. 1...3).

Построение варианта фундамента мелкого заложения рекомен-

дуется производить в следующем порядке:

- 1) определить виды грунтов, слагающих площадку строительства, и оценить их физико-механические свойства;
- 2) назначить глубину заложения фундаментов;
- 3) выбрать тип фундамента и определить его размеры исходя из расчетного сопротивления грунта основания;
- 4) построить эпюры распределения напряжений ниже подошвы фундамента и определить глубину сжимаемой толщи грунта;
- 5) вычислить вероятную осадку фундамента;
- 6) выполнить рабочие чертежи фундамента.

Порядок расчета свайного фундамента:

- 1) исходя из геологических условий площадки строительства выбрать тип, сечение и длину свай;
- 2) определить расчетную нагрузку, допускаемую на сваю;
- 3) определить количество свай, распределить их в плане, установить размеры ростверка;
- 4) проверить усилия в сваях, определить отказ свай;
- 5) вычислить осадку свайного фундамента;
- 6) выполнить рабочие чертежи фундаментов.

## **1.2. Отчетный материал по работе**

Представленный материал по курсовой работе должен включать расчетно-пояснительную записку и чертежи.

Расчетно-пояснительная записка составляется по следующей форме.

### ***Введение***

Назначение и специфика здания, схема сооружения, нагрузки, грунтовые условия.

### ***Фундамент на естественном основании***

Геологические и гидрогеологические условия строительной площадки с характеристиками физико-механических свойств грунтов. Расчет и конструирование наиболее экономичного варианта фундамента.

## **Свайный фундамент**

Геологические и гидрогеологические условия площадки строительства.

Выбор искусственного основания на основе технико-экономического анализа.

Расчет и конструирование свайного фундамента.

Графический материал выполняется на листах формата А4.

Количество и вид чертежей зависит от типа фундамента, инженерно-геологических условий строительной площадки.

На листы рекомендуется выносить следующие чертежи:

а) расчетная схема сооружения и фундамента с указанием всех действующих нагрузок;

б) схема расчета осадки фундамента мелкого заложения по способу послойного суммирования;

в) рабочие чертежи фундамента мелкого заложения: план, разрез;

г) геолого-литологический разрез площадки с нанесением условного массивного фундамента по второму варианту и расчетной схемы его осадки;

д) рабочие чертежи (план и разрез) 2-го варианта фундамента.

## **2. ФУНДАМЕНТ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ**

### **2.1. Анализ физико-механических свойств грунтов пятна застройки**

Прочное, устойчивое и экономичное основание можно выбрать на основе изучения инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительной площадки. В связи с этим в прил. 6 грунтовые условия из трех пластов представлены для 20 заданий, которые соответствуют различным строительным площадкам.

Для каждого из пластов, которые были вскрыты тремя скважинами (прил.б), должны быть определены их расчетные характеристики. В соответствии с СТБ 943-94 по числу пластичности определяется вид глинистого грунта (прил. 8, табл. П 8.2):

$$I_p = W_L - W_p . \quad (2.1)$$

Затем по данным лабораторных испытаний грунтов, которые приведены в прил.6, необходимо подсчитать следующие грунтовые характеристики, необходимые для расчета оснований:

удельный вес сухого грунта:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + 0,01W} ; \quad (2.2)$$

пористость  $n$  и коэффициент пористости  $e$  грунта:

$$n = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_s} \cdot 100 \% ; \quad (2.3)$$

$$e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d} ; \quad (2.4)$$

степень влажности  $S_r$ :

$$S_r = \frac{0,01W\gamma_s}{e \cdot \gamma} ; \quad (2.5)$$

показатель текучести  $I_L$  для глинистых грунтов:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} . \quad (2.6)$$

Консистенция глинистых грунтов классифицируется в соответствии с табл. П 8.3.

Обозначения в приведенных выше формулах:

$\gamma$  – удельный вес грунта, кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma_s$  – удельный вес частиц грунта, кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma_d$  – удельный вес воды, принимается равным 10 кН/м<sup>3</sup>;

$W$  – природная весовая влажность грунта, %;

$W_L$  – влажность на границе текучести, %;

$W_p$  – влажность на границе пластичности (раскатывания), %.

Песчаные грунты подразделяются по степени влажности  $S_r$ :

1) маловлажные, если степень влажности  $S_r \leq 0,5$ ;

- 2) влажные, если  $0,5 < S_r \leq 0,8$ ;
- 3) насыщенные водой, если  $S_r > 0,8$ .

По плотности сложения песчаные грунты разделяются на плотные, средней плотности и рыхлые, в зависимости от величины коэффициента пористости  $e$  (табл. П 8.1).

Полученные данные о свойствах грунтов рекомендуется внести в сводную таблицу.

Т а б л и ц а 2.1

Данные свойства грунтов

Показатели	Значения показателей для слоев		
	1	2	3
Удельный вес частиц грунта $\gamma_s$ , кН/м <sup>3</sup>			
Удельный вес грунта $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>			
Природная влажность $W$ , %			
Степень влажности $S_r$			
Число пластичности $J_p$			
Показатель текучести $J_L$			
Коэффициент пористости $e$			
Наименование грунта и его физическое состояние			
Угол внутреннего трения $\varphi^\circ$			
Удельное сцепление $C$ , кПа			

Определив вид грунта и зная толщину слоя, можно построить геолого-литологический разрез строительной площадки, как показано на рисунке прил. 9.

## 2.2. Выбор глубины заложения подошвы фундамента

Минимальную глубину заложения подошвы фундамента предварительно назначают по конструктивным соображениям.

Глубина заложения подошвы фундамента из условий возможного пучения грунтов основания при промерзании назначается в соответствии с прил. 10.

Если пучение грунтов основания возможно, то глубина заложения фундамента для наружных стен неотапливаемых сооружений

принимается не менее расчетной глубины промерзания  $d_f$ , определяемой по формуле

$$d_f = K_h d_{fn}, \quad (2.7)$$

где  $d_{fn}$  – нормативная глубина промерзания, принимаемая по прил. 1;

$K_h$  – коэффициент влияния теплового режима сооружения на промерзание грунта у фундамента, принимаемый равным 1,1.

Минимальная глубина заложения фундаментов принимается не менее 0,5м от поверхности планировки.

### 2.3. Выбор типа фундамента и определение его размеров

При проектировании оснований и фундаментов всегда можно предложить ряд вариантов конструктивных решений. Так, например, рассматривают варианты с различными типами фундаментов или варианты с различными отметками подошвы фундамента, учитывая при этом несущую способность грунтов основания. На основе технико-экономических сравнений следует выбрать наиболее рациональный вариант.

Для расчета осадки фундаментов используются нагрузки, приложенные на уровне обреза фундамента ( $N_{0,п}$ ,  $M_{0,п}$ ,  $Q_{0,п}$ ), приведенные на схеме здания в прил. 3.

При расчете оснований по деформациям необходимо, чтобы среднее давление  $P$  под подошвой центрально нагруженного фундамента не превышало расчетного сопротивления грунта  $R$ :  $P \leq R$ . Для внецентренно нагруженного фундамента предварительно проверяются три условия:

$$P_{\max} \leq 1,2R; \quad (2.8)$$

$$P \leq R; \quad (2.9)$$

$$P_{\min} > 0. \quad (2.10)$$

Расчетное сопротивление грунта основания  $R$  в кПа определяется по формуле



$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma}K_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c C_{II}), \quad (2.11)$$

где  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$  – безразмерные коэффициенты условий работы, принимаемые по табл. П 11.1 (СНБ 5.01.01-99);

$k$  – коэффициент, принимаемый равным единице, если прочностные характеристики грунта  $\varphi$  и  $C$  определены непосредственными испытаниями (для нашего случая), и 1.1, если они приняты на основе статистических данных;

$M_{\gamma}$ ,  $M_q$ ,  $M_c$  – безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. П 12.2 (СНБ 5.01.01-99);

$b$  – ширина подошвы фундамента (для прямоугольной подошвы фундамента – ее меньшая сторона), м;

$K_z$  – коэффициент, принимаемый равным: при  $b < 10$  м  $K_z = 1$ , при  $b > 10$  м  $K_z = z_0/b + 0,2$  (здесь  $Z_0 = 8$  м);

$C_{II}$  – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа;

$d_1$  – глубина заложения фундамента;

$\gamma'_{II}$  – среднее расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента (с учетом фактического уплотнения обратной засыпки), кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma_{II}$  – то же для грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента, кН/м<sup>3</sup>.

При наличии подземных вод удельный вес грунта определяется с учетом взвешивающего действия воды (для слоев грунта, находящихся ниже зеркала подземных вод) по следующей зависимости:

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - 10}{1 + e} = (\gamma_s - 10)(1 - n), \quad (2.12)$$

где  $\gamma_s$  – удельный вес частиц грунта, кН/м<sup>3</sup>;

$e$  – коэффициент пористости грунта;

$n$  – пористость грунта в долях единицы.

10 кН/м<sup>3</sup> – удельный вес воды.

Давление под подошвой фундамента определяется из следующих зависимостей:

для центрально нагруженного фундамента

$$P = \frac{N_{0,II}}{A} + \gamma_m d; \quad (2.13)$$

для внецентренно нагруженного фундамента

$$P_{\max} = \frac{N_{0,II}}{A} + \frac{M_{0,II}}{W} + \gamma_m d; \quad (2.14)$$

$$P_{\min} = \frac{N_{0,II}}{A} - \frac{M_{0,II}}{W} + \gamma_m d; \quad (2.15)$$

$$P = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2}, \quad (2.16)$$

где  $P$ ,  $P_{\max}$  и  $P_{\min}$  – соответственно среднее, максимальное и минимальное давления на грунт под подошвой фундамента, кПа;

$N_{0,II}$  – расчетная нагрузка на уровне обреза фундамента, кН;

$M_{0,II}$  – расчетный изгибающий момент, кН·м;

$\gamma_m$  – усредненный удельный вес материала фундамента и грунта над его уступами, принимаемый равным 20...22 кН/м<sup>3</sup>;

$d$  – глубина заложения фундамента, м;

$A$  – площадь подошвы фундамента, м<sup>2</sup>;

$W$  – момент сопротивления площади подошвы фундамента в направлении действия момента, м<sup>3</sup>, принимается равным  $W = l \cdot b^2/6$ ;

$l$  – длина подошвы фундамента.

При действии моментов в двух направлениях максимальное и минимальное давления определяют по формуле

$$P_{\max/\min} = \frac{N_{0,II}}{A} \pm \frac{M_{0x,II}}{W_x} \pm \frac{M_{0y,II}}{W_y} + \gamma_m d. \quad (2.17)$$

Выполнения условий (2.8) и (2.9) можно достигнуть путем нескольких попыток, назначая соотношение сторон подошвы фундамента  $K_n = l : b$  или решая систему уравнений относительно величины  $b$ . Более удобным является определение размеров подошвы фундамента графическим способом (рис. 2.1).

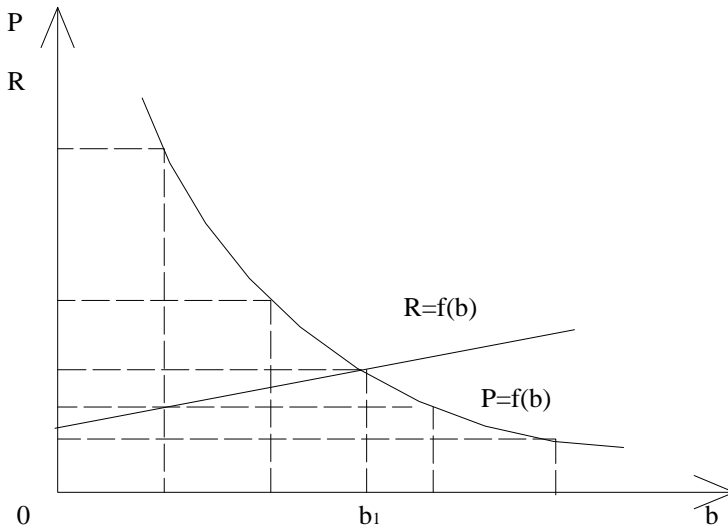


Рис. 2.1. График для определения ширины подошвы центрально нагруженного фундамента

При этом выражение (2.13) принимает вид

$$P = \frac{N_{0,II}}{K_n b^2} + \gamma_m d . \quad (2.18)$$

Эта зависимость является уравнением гиперболы. Для ее построения достаточно задаться совершенно произвольными четырьмя значениями ширины фундамента и определить соответствующие им значения  $P$ . Полученные цифровые значения  $P$  и  $b$  откладывают на графике в системе прямоугольных координат и соединяют плавной линией.

Значение  $R$  согласно зависимости (2.11) зависит линейно от ширины фундамента  $b$ . Приняв все величины постоянными, а ширину фундамента  $b$  и расчетное сопротивление грунта  $R$  переменными, получим уравнение прямой. Для ее построения достаточно на графике  $R = f(b)$  найти две точки, соответствующие двум произвольным значениям ширины фундамента.

Пересечение гиперболы  $P = f(b)$  и прямой  $R = f(b)$  дает нам точку, проекция которой на ось абсцисс определит искомую ширину подошвы фундамента  $b_1$ , при которой выполняется условие (2.8).

Ширина подошвы уточняется в соответствии с модульной системой конструкций фундамента (с округлением до 5 см), и по приведенным выше формулам окончательно определяются величины  $P$  и  $R$ .

В случае внецентренно нагруженного фундамента аналогично строятся графики зависимостей  $P_{\max} = f(b)$  и  $1,2R = f(b)$  (рис.2.2).

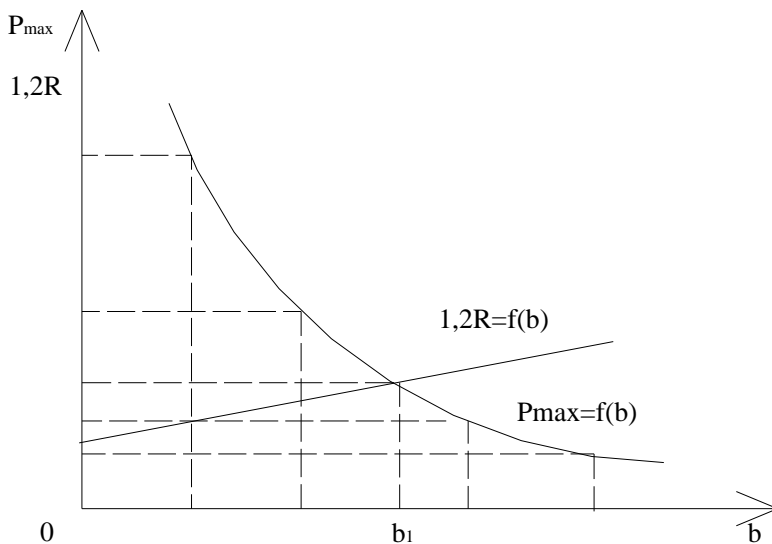


Рис. 2.2. График для определения ширины подошвы внецентренно нагруженного фундамента

Полученные значения ширины фундамента  $b_1$  будут удовлетворять условию (2.8). Кроме того, для внецентренно нагруженного фундамента необходима проверка условий (2.9) и (2.10).

## 2.4. Вычисление вероятной осадки фундамента

Расчет осадки фундамента производится по формуле

$$S \leq S_u, \quad (2.19)$$

где  $S$  – конечная осадка отдельного фундамента, определяемая расчетом;

$S_u$  – предельная величина деформации основания фундамента зданий и сооружений, принимаемая по СНБ 5.01.01-99 равной 10 см.

Основным методом определения полной (конечной) осадки фундаментов является метод послойного суммирования. Расчет начинается с построения эпюр природного (бытового) и дополнительного давлений (рис.2.3).

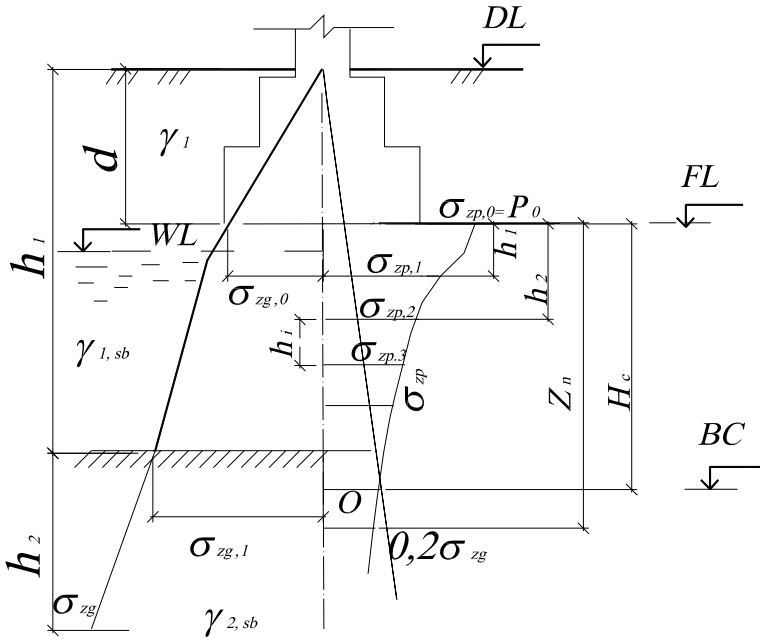


Рис. 2.3. Схема для расчета осадки фундамента мелкого заложения методом послойного суммирования

На геологический разрез наносятся контуры сечения фундамента, затем от оси фундамента влево откладываются ординаты эпюр природного давления  $\sigma_{zg}$  в кПа, определяемого по формуле

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i, \quad (2.20)$$

где  $\gamma_i$  – удельный вес грунта  $i$ -го слоя, кН/м<sup>3</sup>;

$h_i$  – толщина слоя грунта, м.

Величина бытового давления определяется на границе каждого слоя грунта. Если в пределах выделенной толщи залегает горизонт подземных вод, то удельный вес грунта определяется с учетом гидростатического взвешивания по формуле (2.12). Затем вправо от оси фундамента откладывается уменьшенная в пять раз эпюра природного давления.

Для построения эпюры дополнительного давления  $\sigma_{zp}$  грунтовая толща ниже подошвы фундамента в пределах глубины, приблизительно равной трехкратной ширине фундамента, разбивается на ряд слоев мощностью по  $0,2b$ . Дополнительное вертикальное давление  $P_0$ , непосредственно под подошвой фундамента определится как разность между средним давлением по оси фундамента  $P$  и вертикальным напряжением от собственного веса грунта  $\sigma_{zg,0}$  на уровне подошвы фундамента:

$$P_0 = P - \sigma_{zg,0}. \quad (2.21)$$

Дополнительное вертикальное напряжение  $\sigma_{zp}$  на глубине  $z$  от подошвы фундамента определяется по формуле

$$\sigma_{zp} = \alpha P_0, \quad (2.22)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, принимаемый по прил. 13 в зависимости от соотношения длины  $l$  и ширины  $b$  подошвы прямоугольного фундамента  $\eta = l/b$  и относительной глубины  $\xi = z/b$ .

Построив в произвольном и одинаковом масштабе эпюры бытового и дополнительного напряжений, определяют нижнюю границу

сжимаемой толщи основания, находящуюся в точке 0, где  $\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg}$  при модуле деформации  $E > 5000$  кПа и  $\sigma_{zp} = 0,1\sigma_{zg}$  при модуле деформации  $E < 5000$  кПа.

Расчет осадки отдельного фундамента на основании в виде упругого линейно деформируемого полупространства в пределах глубины сжимаемой зоны производится по формуле:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} h_i}{E_i}, \quad (2.23)$$

где  $S$  – конечная осадка отдельного фундамента, см;

$n$  – число слоев, на которые разделена по глубине сжимаемая зона основания;

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта основания, см;

$E_i$  – модуль деформации грунта  $i$ -го слоя, кПа;

$\beta$  – безразмерный коэффициент, равный 0,8;

$\sigma_{zpi}$  – среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в  $i$ -м слое грунта, равное полусумме напряжений на верхней  $Z_{i-1}$  и нижней  $Z_i$  границах слоя, кПа.

Модуль деформации  $E_i$  определяется по результатам штамповых испытаний грунтов (см. прил. 6).

Вычисления при расчете осадки фундамента удобно выполнять в табличной форме:

$Z, \text{см}$	$\xi$	$\alpha$	$\sigma_{zp}, \text{кПа}$	$\sigma_{zg}, \text{кПа}$	$0,2\sigma_{zg}, \text{кПа}$	$E, \text{кПа}$
----------------	-------	----------	---------------------------	---------------------------	------------------------------	-----------------

## 2.5. Определение крена фундамента при действии внецентренной нагрузки

Для внецентренно нагруженных фундаментам проверяют величину крена сооружения по формуле

$$i \leq i_u, \quad (2.24)$$

где  $i$  – определяемый расчетом крен сооружения;

$i_u$  – предельный крен сооружения, который принимается равным 0,005.

Крен фундамента определяется по формулам:

а) прямоугольного фундамента – в направлении большей его стороны  $l$  (вдоль продольной оси)

$$i_l = \frac{1 - \nu^2}{E} k_l \frac{N_{0,II} \cdot e_l}{\left(\frac{a}{2}\right)^3}; \quad (2.25)$$

б) прямоугольного фундамента – в направлении меньшей его стороны  $b$  (вдоль поперечной оси)

$$i_b = \frac{1 - \nu^2}{E} k_b \frac{N_{0,II} \cdot e_b}{\left(\frac{b}{2}\right)^3}. \quad (2.26)$$

в) круглого фундамента радиусом  $r$ :

$$i_r = \frac{1 - \nu}{E} \cdot \frac{3N_{0,II} \cdot e_r}{4 \cdot r^3}, \quad (2.27)$$

где  $N_{0,II}$  – вертикальная составляющая равнодействующей всех нагрузок на фундамент в уровне его подошвы, кН;

$e_l, e_b, e_r$  – эксцентриситет равнодействующей относительно центра тяжести площади подошвы фундамента соответственно по продольной оси, поперечной оси и по радиусу круга, м, принимается равным  $M_{0,II} / N_{0,II}$ ;

$E$  и  $\nu$  – соответственно модуль деформации в кПа и коэффициент Пуассона грунта, принимаемые средними в пределах сжимаемой толщи;

$k_l, k_b$  – коэффициенты, определяемые согласно нормам в зависимости от соотношения сторон подошвы фундамента (табл. 2.2).



Коэффициенты  $k_l$  и  $k_b$ 

Коэффициенты	Значения коэффициентов $k_l$ и $k_b$ в зависимости от соотношения сторон прямоугольного фундамента $n = l / b$ , равном					
	1,0	1,4	1,8	2,4	3,2	5,0
$k_l$	0,55	0,71	0,83	0,97	1,10	1,44
$k_b$	0,50	0,39	0,33	0,25	0,19	0,13

Крен фундамента с подошвой в форме правильного многоугольника вычисляется по формуле (2.27), причем за  $r$  принимается величина

$$r = \sqrt{F/\pi}, \quad (2.28)$$

где  $F$  – площадь подошвы фундамента данной формы,  $\text{м}^2$ .

### 2.6. Расчет оснований по несущей способности

Расчет оснований по несущей способности производят по формуле

$$F \leq \frac{\gamma_c F_u}{\gamma_n}, \quad (2.29)$$

где  $F$  – расчетная нагрузка в наиболее невыгодном сочетании, кН;

$F_u$  – несущая способность основания – нагрузка, при которой происходит потеря устойчивости (исчерпание прочности) основания, кН;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы, принимаемый равным 0,8.

$\gamma_n$  – коэффициент надежности, не менее 1,2.

Устойчивость сооружения и основания проверяют в наиболее опасный период строительства или эксплуатации от самого невыгодного сочетания нагрузок.

В курсовой работе после расчета основания по деформациям выполняют две проверки устойчивости.

Проверка общей устойчивости сооружения и фундамента - по коэффициенту устойчивости  $k_y$ , м:

$$k_y = \frac{M_y}{M_0} \geq 1,1 \dots 1,3, \quad (2.30)$$

где  $M_y$  – расчетный удерживающий момент относительно грани подошвы фундамента, определяемый по формуле

$$M_y = (N_{0,I} + G) \cdot n_1 \cdot b/2, \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad (2.31)$$

$M_0$  – расчетный опрокидывающий момент относительно той же грани, определяемый по формуле

$$M_0 = (M_{0,I} + Q_{0,I} \cdot h) \cdot n_2, \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad (2.32)$$

$N_{0,I}$  и  $G$  – нормальная сила на обрез фундамента и его вес, кН;

$n_1 = 0,8$  и  $n_2 = 1,2$  – коэффициенты перегрузки;

$b$  – ширина или диаметр подошвы фундамента, м;

$M_{0,I}$  и  $Q_{0,I} \cdot h$  – моменты от горизонтальных сил ветра, давления грунта, воды и др., МН·м.

Проверка устойчивости сооружения на плоский сдвиг по основанию с определением коэффициента запаса устойчивости производится в двух случаях:

1. Сдвиг подошвы фундамента по грунту согласно формуле

$$k'_3 = \frac{Q'}{Q} = \frac{(N_{0,I} + G) \cdot n_1 \cdot f}{Q_{0,I} \cdot n_2} \geq 1,1 \dots 1,3, \quad (2.33)$$

где  $Q'$  – расчетная сила трения кладки о грунт, кН;

$Q$  – расчетная сдвигающая сила, кН;

$N_{0,I}$ ,  $Q_{0,I}$ ,  $G$  – нормативная вертикальная сила в наиболее невыгодной комбинации (баки водонапорных башен не заполнены водой), наибольшая горизонтальная сила и вес фундамента, кН;

$n_1 = 0,8$  и  $n_2 = 1,2$  – коэффициенты перегрузки;

$f$  – расчетный коэффициент трения кладки о грунт: для глин в зависимости от консистенции  $f = 0,2 \dots 0,3$ ; суглинков  $f = 0,25 \dots 0,45$ ; супесей  $f = 0,35 \dots 0,50$ ; песков  $f = 0,45 \dots 0,55$ ; скальных грунтов  $f = 0,75$ .

2. Сдвиг прилипшего к подошве фундамента грунта по грунту согласно соотношению

$$k_3'' = \frac{(N_{0,I} + G) \cdot n_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi + F \cdot c}{Q_{0,I} \cdot n_2} \geq 1,1 \dots 1,3, \quad (2.34)$$

где  $N_{0,I}$ ,  $Q_{0,I}$ ,  $G$ ,  $n_1$ ,  $n_2$  – см. формулу (2.33);

$\varphi$  – расчетный угол внутреннего трения грунта;

$c$  – расчетное удельное сцепление грунта, кПа;

$F$  – площадь подошвы фундамента,  $\text{м}^2$ .

Расчетные характеристики грунтов  $\varphi$  и  $c$  определяются по формуле

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}, \quad (2.35)$$

где  $X_n$  – нормативное значение данной характеристики, принимается по прил. 17;

$\gamma_g$  – коэффициент надежности по грунту, принимаемый:

для удельного сцепления  $\gamma_g = 1,5$ ;

для угла внутреннего трения песчаных грунтов  $\gamma_g = 1,5$ ;

для угла внутреннего трения пылевато-глинистых грунтов  $\gamma_g = 1,15$ .

При наличии поверхностной и грунтовой воды следует учесть их горизонтальное давление на сооружение и взвешивающее действие и на сооружение, и на грунт.

Пассивное сопротивление грунта по боковой поверхности фундамента можно не учитывать, принимая обратную засыпку отсутствующей.

Арматуру рекомендуется применять в виде сварных сеток из стержней диаметром от 10 до 16 мм с ячейками размером от 100 до 200 мм. Содержание арматуры должно быть не ниже минимально допустимого процента армирования в изгибаемых элементах.

Размеры подошвы фундамента устанавливаются кратными

100 мм, ширина каждой ступени - кратной 50 мм, высота ступеней - кратной 100 мм при общей высоте не менее 200 мм (см. прил. 4).

Защитный слой бетона под арматурой в зависимости от влажности и вида грунта принимают 50 мм. При устройстве монолитных фундаментов делается бетонная подготовка. Бетон фундамента рекомендуется принимать класса В 12,5...В 15.

При высоком уровне подземных вод следует предусмотреть гидроизоляцию фундамента.

### **3. СВАЙНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ**

#### **3.1. Основные положения по расчету и проектированию свайных фундаментов**

Грунтовые условия этого варианта представлены в прил. 7. Фундаменты из забивных свай рассчитываются в соответствии с требованиями СНБ 5.01.01-99 по двум предельным состояниям:

1) по предельному состоянию первой группы:

– по прочности – сваи и ростверки;

– по устойчивости (несущей способности) – основания свайных фундаментов;

2) по предельному состоянию второй группы (по деформациям) – основания свайных фундаментов.

Глубина заложения подошвы свайного ростверка назначается в зависимости от:

1) наличия подвалов и подземных коммуникаций;

2) геологических и гидрогеологических условий площадки строительства (вида грунтов, их состояния, положения подземных вод и т. д.);

3) глубины заложения фундаментов примыкающих зданий и сооружений;

4) возможности наличия или исключения пучения грунтов при промерзании.

#### **3.2. Расчет и конструирование свайных фундаментов**

Прежде всего необходимо выбрать тип сваи, назначить ее длину и размеры поперечного сечения. Длину сваи назначают такой, чтобы ее острие было заглублено в плотный слой грунта:

- а) в мелкие пески и супеси - на менее чем на 2,0 м;
- б) в пески средней крупности, твердые глины и суглинки – не менее чем на 1,0 м;
- в) в крупные, гравелистые пески и галечники – не менее чем на 0,5 м.

Полная длина сваи определяется как сумма:

$$l = l_1 + l_2 + l_3, \quad (3.1)$$

где  $l_1$  – глубина заделки сваи в ростверк, которая принимается при воздействии на фундаменты только вертикальных нагрузок не менее 5 см, при наличии горизонтальных нагрузок и моментов в железобетонных сваях сплошного сечения, армированных прутковой арматурой. Арматуру оголяют, разбивая бетон головы сваи, и заводят в ростверк на глубину не менее 20 диаметров стержней;

$l_2$  – расстояние от подошвы плиты до кровли несущего слоя (при наличии слабых слоев грунта), м;

$l_3$  – заглубление в несущий слой.

Забивные железобетонные сваи квадратного сечения выпускают размером 250×250, 300×300 или 350×350 мм. Диаметр буронабивных свай назначается исходя из используемых размеров буровых головок или обсадных труб при проходке скважин.

Несущая способность  $F_d$  (в кН) буронабивной и забивной защемленной в грунте сваи определяется как сумма сопротивления грунтов основания под нижним концом сваи и по боковой ее поверхности:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} RA + \sum U_i \gamma_{cf} R_{fi} h_i), \quad (3.2)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый  $\gamma_c = 1,0$ ;

$\gamma_{cr}$  и  $\gamma_{cf}$  – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и по боковой поверхности сваи, которые принимаются при погружении свай сплошного сечения забивкой молотами,  $\gamma_{cr} = 1,0$ ;  $\gamma_{cf} = 1,0$ ;

$A$  – площадь опирания на грунт сваи, м<sup>2</sup>, в принимаемой по площади поперечного сечения ствола сваи брутто;

$R$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, принимаемое по прил. 14 и 18;

$U_i$  – усредненный периметр поперечного сечения ствола сваи в  $i$ -м слое грунта, м;

$R_{fi}$  – расчетное сопротивление (прочность)  $i$ -го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, кПа (прил.15,18);

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью ствола сваи, м.

При определении  $h_i$  пласты грунтов расчленяются на слои толщиной не более 2 м. Если на какой-то глубине залегает слой торфа, то сопротивление грунтов по боковой поверхности свай для этого слоя принимается равным нулю, а в толще над торфом - по приведенной таблице со знаком минус.

Расчетная нагрузка  $F$ , допускаемая на сваю, определяется из зависимости

$$F = \frac{F_d}{\gamma_k}, \quad (3.3)$$

где  $\gamma_k$  – коэффициент надежности, принимаемый равным 1,4.

Проверка несущей способности свайного фундамента производится из условия, чтоб передаваемая на сваю расчетная нагрузка  $N$  (в кН) не превышает значения  $F$ .

Для центрально нагруженного фундамента это условие определяется из зависимости

$$N = \frac{N_d}{n} = \frac{N_{0,l} + G_m}{n} \leq F, \quad (3.4)$$

где  $N_d$  – расчетная нагрузка, передаваемая на одну сваю, кН;

$N_{0,l}$  – расчетная нагрузка, приложенная на уровне обреза фундамента, кН;

$G_m$  – расчетная нагрузка от веса ростверка и грунта на его уступах, кН;

$n$  – количество свай в фундаменте;

$F$  – расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, кН.

Для внецентренно нагруженного свайного фундамента необхо-

дима проверка нагрузки с учетом действия расчетных моментов:

$$N = \frac{N_d}{n} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2}, \quad (3.5)$$

где  $M_x$  и  $M_y$  – расчетные моменты относительно главных осей  $X$  и  $Y$  плана свай в плоскости подошвы свайного ростверка, кН·м;

$x_i$  и  $y_i$  – расстояние от главных осей свайного поля до оси каждой сваи, м;

$x$  и  $y$  – расстояние от главных осей свайного поля до оси наиболее удаленной сваи, для которой вычисляется нормальная нагрузка, м.

Остальные обозначения приведены выше.

При выполнении курсовой работы необходимо определить отказ забивной сваи (погружение сваи от одного удара в конце забивки), необходимый для контроля несущей способности сваи. Отказ определяют по формуле профессора Н.М.Герсеванова:

$$S_a = \frac{\eta A \mathcal{E}_d}{F_d (F_d + \eta A)} \cdot \frac{m_1 + \varepsilon^2 (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (3.6)$$

где  $\eta$  – коэффициент, принимаемый равным для железобетонных свай с наголовником – 1500 кН/м, для деревянных свай без наголовника – 1000 кН/м<sup>2</sup>;

$A$  – площадь поперечного сечения сваи, м<sup>2</sup>;

$\mathcal{E}_d$  – расчетная энергия удара молота, кДж (прил. 16);

$m_1$  – полный вес молота, кН;

$\varepsilon$  – коэффициент восстановления энергии удара,  $\varepsilon^2 = 0,2$ ;

$m_2$  – вес сваи с наголовником, кН;

$m_3$  – вес подбабка, кН;

$F_d$  – несущая способность сваи, определяемая по ранее приведенной формуле, кН.

Для трубчатых дизель-молотов

$$\mathcal{E}_d = 0,9GH_p,$$

где  $G$  – вес ударной части молота, кН;

$H_p$  – расчетная высота падения ударной части молота, м.

Основные характеристики трубчатых дизель-молотов даны в прил. 16.

При подборе сваебойного агрегата необходимо выдерживать следующие соотношения между весом ударной части молота  $G$  и весом сваи  $m_2$ :

при забивке сваи молотом одиночного действия или штанговым дизель-молотом в слабых грунтах  $G$ :  $m_2 = 1,0$ ;

то же в грунтах средней плотности  $G$ :  $m_2 = 1,25$ ;

то же в плотных грунтах  $G$ :  $m_2 = 1,5$ ;

при использовании трубчатых дизель-молотов  $G$ :  $m_2 = 0,7$ .

Железобетонные ростверки выполняются из бетона класса не ниже В 12,5. Толщину ростверка ниже дна стакана рекомендуется делать не менее 40 см, толщину стенок стакана - не менее 22,5 см. Глубина заделки головы сваи в ростверк при свободном опирании ростверка на сваи равна 5...10 см. Заделка выпусков арматуры в ростверк в этом случае не обязательна. При жестком сопряжении железобетонных свай с монолитным железобетонным ростверком глубина заделки головы сваи в ростверк и выпусков арматуры определяется в соответствии с требованиями СНБ 5.03.01-02 «Конструкции бетонные и железобетонные. Нормы проектирования».

При погружении свай без лидерных скважин расстояние между их осями должно быть не менее  $3d$  ( $d$  – диаметр круглого или сторона квадратного поперечного сечения сваи) и не менее 0,9 м. Расстояние от края ростверка до оси первого ряда свай должно быть не менее  $0,7d$ .

Расчет железобетонных ростверков под стены производится в соответствии с требованиями СНБ 5.03.01-02 «Конструкции бетонные и железобетонные. Нормы проектирования».

### **3.3. Расчет основания свайного фундамента по деформациям**

Расчет производится аналогично п. 2.4 и сводится к удовлетворению условия  $S < S_{и}$ .

При расчете осадки свайный фундамент рассматривается как условный массив, в состав которого входят ростверк, сваи и грунт (рис. 3.1). Контур условного массива ограничивается сверху по-



верхностью планировки  $AD$ , снизу – плоскостью  $BC$ , в уровне нижних концов свай, с боков - вертикальными плоскостями  $AB$  и  $CD$ .

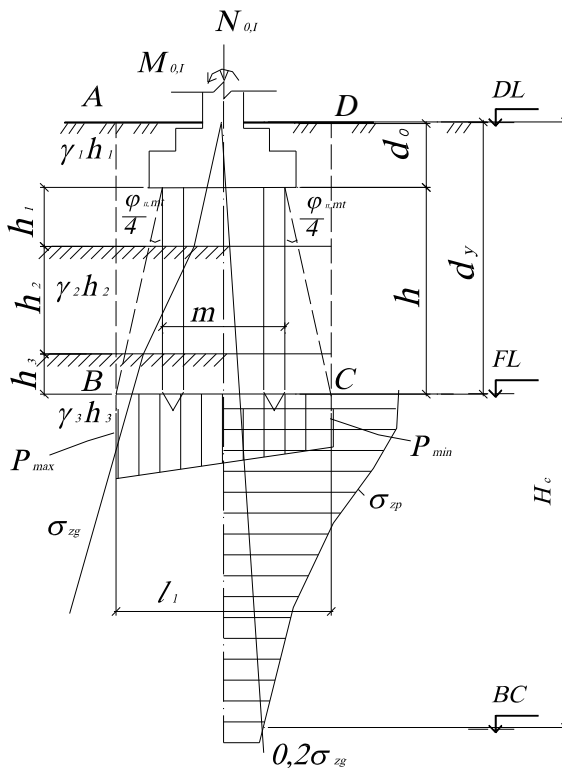


Рис. 3.1. Схема к расчету осадки для свайного фундамента методом послойного суммирования

Точки  $B$  и  $C$  находятся в результате пересечения горизонтальной плоскости в уровне нижних концов свай с наклонными линиями, проведенными от наружного контура свайного ряда в уровне подошвы ростверка под углом  $\varphi_{п,мт}/4$  к вертикали.

При слоистом напластовании в пределах длины свай  $h$  угол  $\varphi_{п,мт}$  принимается средневзвешенным

$$\varphi_{II,mt} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2 + \dots + \varphi_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}, \quad (3.7)$$

где  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$  – расчетные значения углов внутреннего трения грунтов соответствующих участков свай  $h_1, h_2, \dots, h_n$ .

Таким образом, длина  $l_1$  подошвы условного фундамента определяется из выражения

$$l_1 = m + 2h \cdot tg \frac{\varphi_{II,mt}}{4}, \quad (3.8)$$

где  $m$  – расстояние между внешними плоскостями свай, м;

$h$  – длина свай, м.

Аналогично определяется и ширина  $b_1$  подошвы условного фундамента.

Давление  $P$  (в кПа) по подошве условного фундамента определяется с учетом веса условного массива:

$$P = \frac{N_{d1}}{A_1}, \quad (3.9)$$

где  $A_1$  – площадь подошвы условного фундамента, м<sup>2</sup>;

$N_{d1}$  – суммарный вес условного массива и нагрузок, приложенных на уровне обреза ростверка, кН.

$$N_{d1} = N_{0r} + G_1 + G_2 + G_3. \quad (3.10)$$

где  $N_{0r}$  – нагрузка, приложенная на уровне обреза ростверка;

$G_1$  – вес ростверка;

$G_2$  – вес свай;

$G_3$  – вес грунта в объеме выделенного условного массива.

При внецентренном приложении нагрузки определяется максимальное давление по краю подошвы условного фундамента:

$$P_{\max} = \frac{N_{d1}}{A_1} + \frac{M_0}{W_1}. \quad (3.11)$$

Давление  $P$  от расчетных нагрузок не должно превышать расчетного сопротивления грунта  $R$ , то есть необходимо соблюдение условий  $P \leq R$  и  $P_{\max} \leq 1,2R$ . Расчетное сопротивление грунтов  $R$  для свайных фундаментов будет определяться по следующей формуле:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma} K_z b \gamma_{II} + M_q (l_0 + h) \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c C_{II}), \text{ кПа}. \quad (3.12)$$

Обозначения здесь те же, что и в формуле (2.11) при расчете осадки фундамента мелкого заложения.

Дальнейший расчет осадки свайного фундамента из висячих свай производится так же, как и фундамента мелкого заложения, по методу послойного суммирования.

Если расстояние между осями свай больше или равно  $6d$  или число продольных рядов свай не более трех, а отношение сторон ростверка в плане более пяти, то осадка свайного фундамента из висячих свай принимается равной осадке одиночной сваи по результатам статических испытаний в тех же грунтовых условиях и расчет осадки не производится.

## Л и т е р а т у р а

1. Берлинов М. В. Основания и фундаменты. – М.: Высш. школа, 1999.
2. Веселов В. А. Проектирование оснований и фундаментов. – М.: Стройиздат, 1978, 1990.
3. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: Стройиздат, 1981, 1988.
4. Далматов Б. И., Морарескул Н. Н., Науменко В. Г. Проектирование фундаментов зданий и промышленных сооружений. – М.: Высш. школа, 1986.

5. Никитенко М.И., Соболевский Ю.А. Пособие 1-93 к СНиП 2.02.01-83. Проектирование и устройство буроинъекционных анкеров и свай. – Мн.: Госстрой Республики Беларусь, 1994.

6. Пособие П4-2000 к СНБ 5.01.01-99. Проектирование забивных свай / В.Е.Сеськов, В.Н.Лях, Е.Ф.Винокуров и др. – Мн.: Минархстрой Республики Беларусь, 2001.

7. Никитенко М.И., Сеськов В.Е., Лях В.Н. Пособие П13-01 к СНБ 5.01.01-99. Проектирование и устройство буронабивных свай. – Мн.: Минархстрой РБ, 2002.

8. СНБ 5.01.01-99. Основания и фундаменты зданий и сооружений.

9. СНБ 5.03.01-02. Конструкции бетонные и железобетонные. Нормы проектирования.

10. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия.

11. Соболевский Ю.А. Механика грунтов. – Мн.: Выш. школа, 1986.

12. Методическое пособие по разделу «Реконструкция фундаментов и усиление оснований существующих зданий и сооружений» для студ. спец. 29.03 – «Промышленное и гражданское строительство» и 29.04 – «Гидротехническое строительство». Соболевский Ю.А., Шайтаров Л.Д., Никитенко М.И., Банников Н.Д. – Мн.: БПИ, 1990.

13. Методические указания и задания к практическим занятиям по курсу «Механика грунтов, основания и фундаменты» для студ. спец. 12.02 – «Промышленное и гражданское строительство». Соболевский Ю.А., Шайтаров Л.Д., Никитенко М.И. и др. – Мн.: БПИ, 1986.

14. Трофименков Ю.Г., Ободовский А.А. Свайные фундаменты для жилых и промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1970.

15. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс). – М.: Высш. школа, 1979.

16. Основания и фундаменты / Цытович Н.А., Березанцев В.Г., Далматов Б.И., Абелев М.Ю. – М.: Высш. школа, 1970.

17. Ухов С.Б., Семенов В.В. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: АСВ, 1994.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

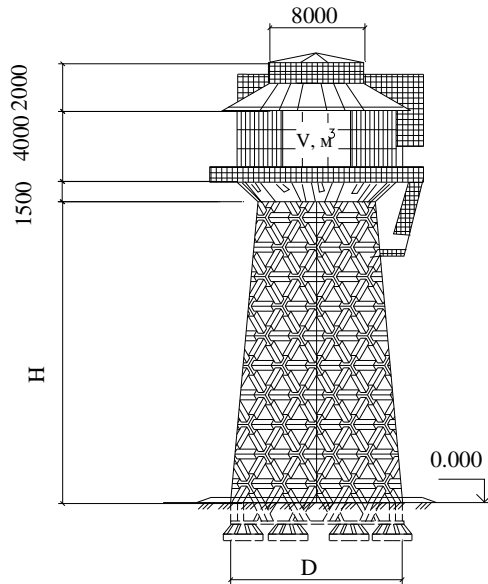
### Варианты заданий для выполнения курсовой работы

Вариант	Норм. глубина промерз. грунта, м	H, м	D, м	V, м <sup>3</sup>	Расчет по 1-й группе предельных состояний			Расчет по 2-й группе предельных состояний		
					N <sub>0,1</sub> , кН	M <sub>0,1</sub> , кНм	Q <sub>0,1</sub> , кН	N <sub>0,II</sub> , кН	M <sub>0,II</sub> , кНм	Q <sub>0,II</sub> , кН
1	1,0	48	7	100	$\frac{2500}{417}$	$\frac{200}{34}$	$\frac{15}{3}$	$\frac{2100}{380}$	$\frac{167}{28}$	$\frac{12}{5}$
2	1,5	20	7,5	150	$\frac{3200}{534}$	$\frac{220}{37}$	$\frac{18}{3}$	$\frac{2670}{445}$	$\frac{184}{31}$	$\frac{15}{3}$
3	1,5	24	8	150	$\frac{3900}{650}$	$\frac{290}{49}$	$\frac{25}{5}$	$\frac{3250}{542}$	$\frac{242}{41}$	$\frac{21}{4}$
4	2,0	30	8,5	250	$\frac{4600}{767}$	$\frac{340}{52}$	$\frac{32}{6}$	$\frac{3830}{640}$	$\frac{284}{48}$	$\frac{27}{5}$
5	2,5	36	9	250	$\frac{5300}{900}$	$\frac{450}{75}$	$\frac{40}{7}$	$\frac{4400}{734}$	$\frac{375}{63}$	$\frac{34}{6}$

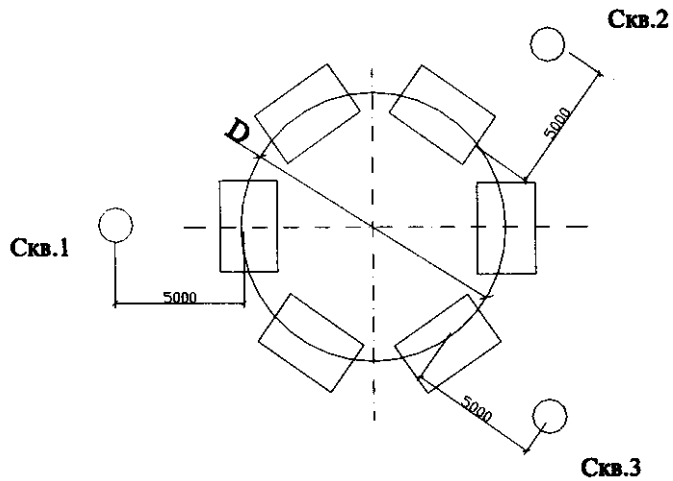
**Примечание:** В знаменателе приведены нагрузки на отдельно стоящий фундамент.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

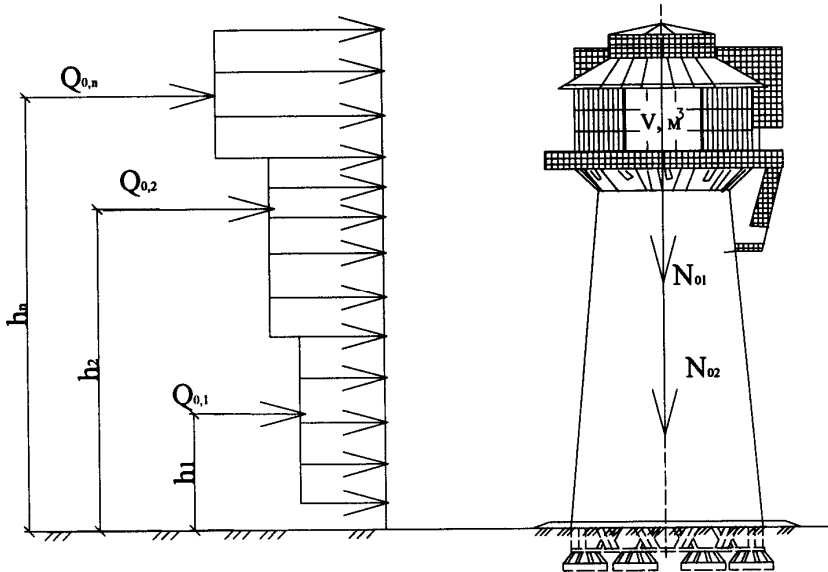
### Железобетонная водонапорная башня



### План фундаментов



Действующие нагрузки



Расчетная схема

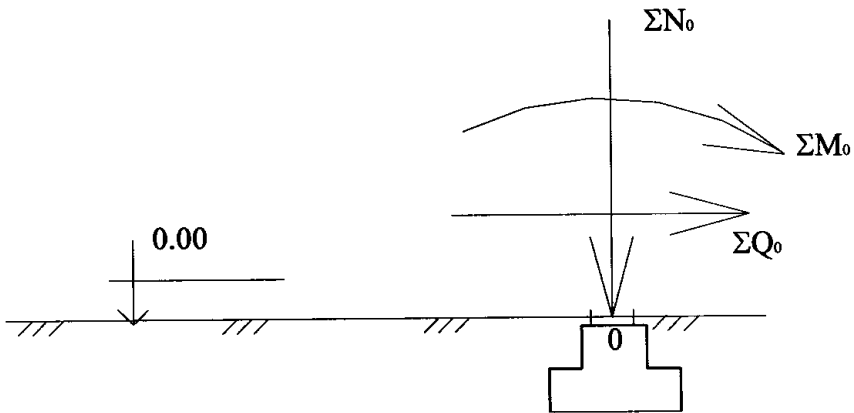
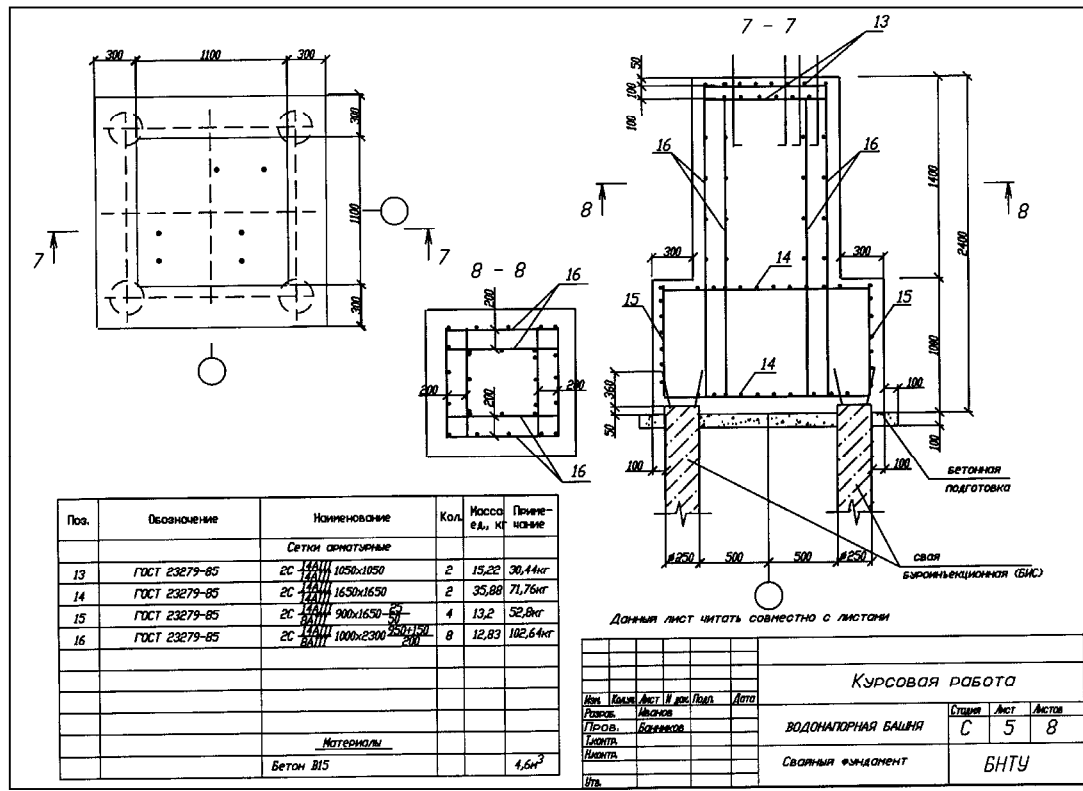


Рис. ПЗ.1. Действующие нагрузки и расчетная схема







Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
		Сетки арматурные			
13	ГОСТ 23279-85	2С $\frac{14}{12}$ 1050x1050	2	15,22	30,44кг
14	ГОСТ 23279-85	2С $\frac{14}{12}$ 1650x1650	2	35,88	71,76кг
15	ГОСТ 23279-85	2С $\frac{14}{12}$ 900x1650	4	13,2	52,8кг
16	ГОСТ 23279-85	2С $\frac{14}{12}$ 1000x2300	8	12,83	102,64кг
		Материалы			
		Бетон В15			4,5м <sup>3</sup>

Данный лист читать совместно с листами

Курсовая работа					
Имя	Фамилия	Адрес	№	год/факультет	Дата
ВОДОНАПОРНАЯ БАШНЯ					
Свайный элемент					
Страна: С					
Листы: 5					
Лист: 8					
БНТУ					

**ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

**Физико-механические свойства грунтов по заданиям 1-20**

№ задания	№ пласта	Мощность пласта по скважинам, м			Удельный вес частиц грунта $\gamma_s, \text{кН/м}^3$	Удельный вес грунта $\gamma, \text{кН/м}^3$	Удельное сцепление $C, \text{кПа}$	Модуль общей деформации, $E, \text{кПа}$	Влажность $W, \%$	Предел пластичности		Угол внутреннего трения $\varphi^\circ$	Вид песчаного грунта	Горизонт подземных вод от поверхности земли, м
										$W_L, \%$	$W_P, \%$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	2	3	2	26,3	20,1	-	6700	23	-	-	34	Средней крупности	1,0
	2	5	4	3	27	21,5	67	8500	13	40	25	20	-	
	3	8	10	8	26,7	21,1	15	24300	8	26	18	26	-	
2	1	4	3	4	27	21,1	31	8200	15	24	19	25	-	2,5
	2	5	4	3	26,7	20,5	-	7300	22	-	-	35	Крупный	
	3	12	14	10	27,5	21	52	7200	13	24	13	23	-	
3	1	5	6	5	26,5	20,9	-	6700	19	-	-	33	Средней крупности	1,0
	2	5	5	4	26,8	20,4	13	6600	22	25	15	28	-	
	3	12	10	13	27,1	19,5	49	8600	23	33	18	14	-	
4	1	5	4	3	26,3	20,3	-	6500	22	-	-	36	Крупный	1,2
	2	3	5	4	26,5	20,9	-	7100	19	-	-	29	Пылеватый	
	3	12	14	10	26	20,4	12	7400	19	23	15	26	-	
5	1	2	2	3	26,5	20,8	-	6700	20	-	-	34	Средней крупности	1,5
	2	6	5	4	26,3	21,6	3	10700	15	23	15	26	-	
	3	10	9	8	26,7	21,1	-	24300	8	-	-	42	Гравелистый	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	1	1	3	2	26,7	20,6	-	7300	22	-	-	33	Средней крупности	0,5
	2	7	3	4	27,5	21	52	10300	13	24	13	21	-	
	3	13	12	9	26,4	20,8	-	10400	12	-	-	37	Крупный	
7	1	4	6	3	26,7	21,4	-	5600	17	-	-	31	Мелкий	1,8
	2	5	6	5	26,1	26,1	-	4900	18	-	-	35	Крупный	
	3	10	12	8	26,8	20,1	105	6400	23	37	27	18	-	
8	1	3	5	2	26,5	20,7	-	5100	16	-	-	29	Пылеватый	1,2
	2	6	4	6	26,3	20,4	23	10200	13	20	13	25	-	
	3	12	10	11	27,2	21,5	213	11000	8	39	23	14	-	
9	1	6	4	4	26,5	20,8	-	6700	20	-	-	34	Средней крупности	2,0
	2	5	4	6	26,3	21,6	3	7500	15	23	15	26	-	
	3	10	7	5	26,7	21,1	-	11000	8	-	-	42	Гравелистый	
10	1	2	5	3	26,6	20,2	-	6800	23	-	-	35	Крупный	1,5
	2	5	6	5	26,6	21	-	8100	19	-	-	37	-	
	3	12	11	10	27,3	19,8	58	14800	20	21	12	18	-	
11	1	4	3	3	26,7	21,3	-	6000	16	-	-	31	Мелкий	1,9
	2	3	4	5	26,3	21,5	13	8400	15	23	16	26	-	
	3	10	12	10	26,5	20,9	-	26900	19	-	-	29	Пылеватый	
12	1	4	3	4	27	21	31	8200	15	24	20	25	-	2,4
	2	4	5	6	26,4	20,9	-	6600	13	-	-	37	Крупный	
	3	12	10	11	26,5	20,8	-	7500	20	-	-	34	Средней крупности	
13	1	3	4	4	26,5	20,7	-	6900	21	-	-	33	Средней крупности	1,5
	2	6	5	5	27,3	19,9	58	6800	20	22	13	18	-	
	3	10	11	12	26,3	20,1	-	8100	23	-	-	34	-	

## Окончание прил. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	1	2	3	3	26,7	20,4	-	6600	22	-	-	35	Крупный	2,3
	2	4	5	6	27,5	21	52	7000	13	24	12	21	-	
	3	11	10	12	26,5	20,8	-	7400	19	-	-	33	Средней крупности	
15	1	2	3	4	27,1	19,4	49	7500	23	33	18	14	Средней крупности	1,0
	2	7	8	7	26,1	20,9	-	11300	18	-	-	35	Крупный	
	3	12	10	12	27,2	21,3	21	24800	9	39	24	14	-	
16	1	5	6	4	26,7	21	-	6300	8	-	-	40	Гравелистый	0,5
	2	4	5	6	26,8	20,3	13	11200	22	25	15	27	-	
	3	13	12	12	26,5	20,8	-	10900	17	-	-	29	Пылеватый	
17	1	3	4	4	26,7	20,5	-	6000	21	-	-	33	Средней крупности	1,8
	2	4	5	5	26,9	21,6	15	5900	15	23	14	26	-	
	3	10	11	11	26,8	21	16	5400	8	26	18	27	-	
18	1	2	3	2	26,5	20,1	-	5600	23	-	-	35	Крупный	1,4
	2	7	8	7	26,8	20,4	23	10400	13	20	13	25	-	
	3	11	12	10	26,9	20,1	28	13200	23	37	27	18	-	
19	1	1	2	2	26,6	21	-	6600	19	-	-	37	Крупный	2,0
	2	5	6	6	27	21,5	67	7600	13	40	25	20	-	
	3	8	9	10	27,5	21	54	12000	14	24	13	23	-	
20	1	2	3	4	26,7	21,1	-	5600	8	-	-	40	Гравелистый	1,2
	2	4	6	6	27	20,4	12	8400	19	23	15	26	-	
	3	7	8	9	26,3	20,3	-	14100	22	-	-	36	Крупный	

**ПРИЛОЖЕНИЕ 7**

**Т а б л и ц а П7.1**

**Физико-механические свойства грунтов  
(вариант свайного фундамента)**

Описание грунтов	Мощность слоя грунта по заданиям									
	1; 11	2; 12	3; 13	4; 14	5; 15	6; 16	7; 17	8; 18	9; 19	10; 20
Рыхлый насыпной грунт из мелкого песка с органическими примесями $\gamma = 13(9)$ кН/м <sup>3</sup> , $\varphi = 12^0$	2,0	—	1,0	—	—	3,0	—	—	2,0	—
Ил коричневый водонасыщенный $\gamma = 14(8)$ кН/м <sup>3</sup> , $I_L = 0,6$ , $\varphi = 10^0$	4,0	2,0	—	3,0	1,0	—	2,0	2,0	—	2,0
Торф коричневый водонасыщенный $I_L = 0,6$ , $\gamma = 12(6)$ кН/м <sup>3</sup> , $\varphi = 8^0$	—	5,0	2,0	—	—	2,0	—	2,0	3,0	—
Мелкий пылеватый водонасыщенный песок (пльвун) $\gamma = 15(9,5)$ кН/м <sup>3</sup> , $\varphi = 15^0$	—	4,0	4,0	2,0	2,0	—	4,0	—	3,0	2,0
Супесь пылеватая $I_L = 0,4$ , $\gamma = 17(11)$ кН/м <sup>3</sup> , $E = 8000$ кПа, $\varphi = 25^0$ , $C = 20$ кПа	3,0	—	4,0	—	3,0	—	3,0	3,0	—	2,0
Слой суглинка $I_L = 0,3$ , $\gamma = 18(11,5)$ кН/м <sup>3</sup> , $E = 14000$ кПа, $\varphi = 22^0$ , $C = 50$ кПа	—	—	—	6,0	4,0	5,0	1,0	2,0	3,0	3,0
Глина $I_L = 0,2$ , $\gamma = 21$ кН/м <sup>3</sup> , $E = 20000$ кПа, $\varphi = 20^0$ , $C = 100$ кПа	12,0	—	10,0	—	—	14,0	—	—	10,0	—
Суглинок $I_L = 0$ , $\gamma = 20$ кН/м <sup>3</sup> , $E = 26000$ кПа, $\varphi = 25^0$ , $C = 40$ кПа	—	10,0	—	15,0	—	—	11,0	—	—	—
Гравелистый песок, $\gamma = 19(11)$ кН/м <sup>3</sup> , $\varphi = 35^0$ , $E = 30000$ кПа	—	—	—	—	8,0	—	—	12,0	—	9,0
Горизонт подземных вод от поверхности земли, м	1,5	0,5	0,5	2,0	1,0	1,5	2,0	1,5	1,5	2,0

**Примечания:**

1. В скобках указан удельный вес грунта во взвешенном состоянии.
2. Мощность пласта в колонке измеряется от кровли до его подошвы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

### Наименование и классификация грунтов по СТБ 943-94

Т а б л и ц а П 8.1

#### Наименование песков по плотности в зависимости от коэффициента пористости

Виды песков	Плотность сложения песков		
	плотные	средней плотности	рыхлые
Пески гравелистые, крупные и средние	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,70$	$e > 0,70$
Пески мелкие	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
Пески пылеватые	$e < 0,60$	$0,60 \leq e \leq 0,80$	$e > 0,80$

Т а б л и ц а П 8.2

#### Наименование грунтов по содержанию глинистых частиц и по числу пластичности

Наименование грунтов	Содержание глинистых частиц (диаметром меньше 0,005 мм), % по весу	Число пластичности
Глина	больше 30	более 17,0
Суглинок	30 - 10	17,0 – 7,0
Супесь	10-3	7,0- 1,0
Песок	меньше 3	меньше 1,0

*Примечание.*

Если в грунте содержится пылеватых частиц больше, чем песчаных, то к наименованию грунта прибавляется слово пылеватый.

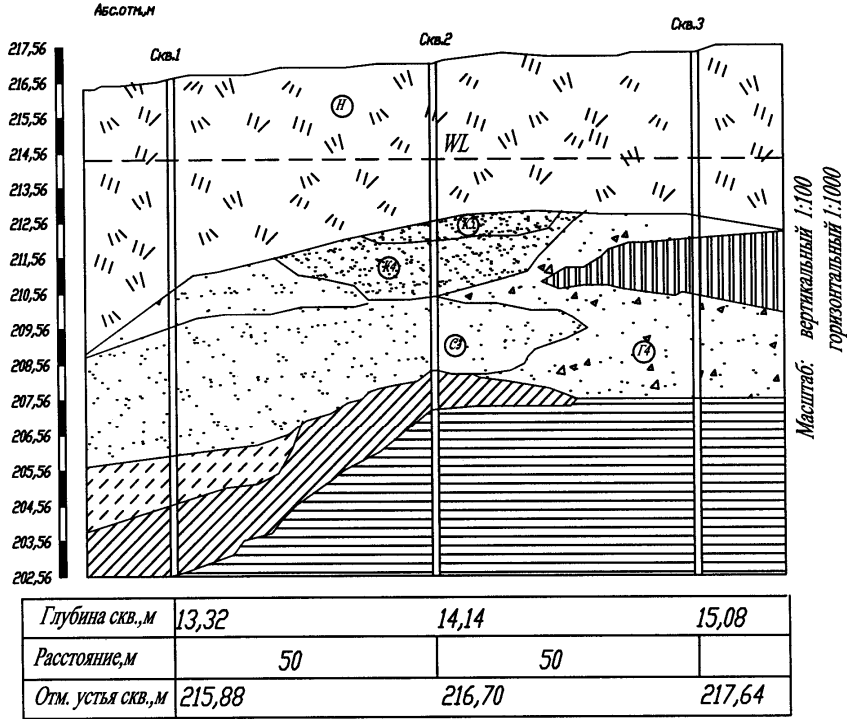
Т а б л и ц а П 8.3

#### Наименование глинистых грунтов по показателю текучести

Наименование грунтов	Показатель текучести $I_L$
Супеси:	
твердые	$I_L \leq 0$
пластичные	$0 < I_L \leq 1,0$
текучие	$I_L > 1,0$
Суглинки и глины:	
твердые	$I_L \geq 0$
полутвердые	$0 < I_L \leq 0,25$
тугопластичные	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$
мягкопластичные	$0,5 < I_L \leq 0,75$
текучепластичные	$0,75 < I_L \leq 1,0$
текучие	$I_L > 1,0$

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

### Образец построения геолого-литологического разреза по линии скважин № 1 - 3



Условные обозначения  
к геолого-литологическому разрезу

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> -насыпной грунт</li> <li> -песок средний</li> <li> -песок гравелистый</li> <li> -песок крупный</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li> -суглинок</li> <li> -торф</li> <li> -супесь</li> <li> -глина</li> </ul> |
|---|---|



## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

СНБ 5.01.01-99. Глубина заложения фундаментов для наружных стен отапливаемых сооружений по условиям морозного пучения грунтов

Виды грунтов под подошвой фундамента и их характеристики	Глубина заложения фундаментов в зависимости от расчетной глубины промерзания грунта $d_f$	
	не зависит от $d_f$	не менее $d_f$
	Глубина расположения уровня подземных вод ( $z$ ), м, относительно расчетной глубины промерзания грунта $d_f$	
Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные и средней крупности	независимо от расположения уровня подземных вод ( $z$ )	—
Пески мелкие и пылеватые, крупнообломочные с глинистым заполнителем в количестве не более 30 % по массе	$z \geq 1,0$	$z < 1,0$
Супеси	$z \geq 1,5$	$z < 1,5$
Суглинки		
$I_p \leq 12$	$z \geq 2,0$	$z < 2,0$
$I_p > 12$	$z \geq 2,5$	$z < 2,5$
Глины $I_p \leq 28$	$z \geq 3,0$	$z < 3,0$

**Примечание.**

В случаях, когда глубина заложения фундаментов не зависит от расчетной глубины промерзания ( $d_f$ ), соответствующие грунты должны залегать на глубину не менее нормативной глубины промерзания, а в проекте должны быть предусмотрены и при строительстве реализованы мероприятия, исключающие подъем уровня подземных вод.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 11

СНБ 5.01.01-99. Значения коэффициентов условий работы  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$

Грунты	Коэффициент $\gamma_{c1}$	Коэффициент $\gamma_{c2}$ для сооружений с жесткой конструктивной схемой при отношении длины сооружения или его отсека к высоте L/H, равном	
		4 и более	1,5 и менее
Крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем и песчаные грунты, кроме мелких и пылеватых	1,4	1,2	1,4
Пески мелкие	1,3	1,1	1,3
Пески пылеватые			
Маловлажные	1,25	1,0	1,2
Влажные, насыщенные водой	1,1	1,0	1,2
Пылевато-глинистые грунты, а также крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем, показателем текучести грунта или заполнителя $I_L \leq 0,25$	1,25	1,0	1,1
То же; при $0,25 < I_L \leq 0,5$	1,2	1,0	1,1
То же; при $I_L > 0,5$	1,1	1,0	1,0

**Примечания:**

1. К сооружениям с жесткой конструктивной схемой относятся сооружения, конструкции которых специально приспособлены к восприятию усилий от деформаций оснований, в том числе за счет применения мероприятий, указанных в п. 8.9 СНБ 5.01.01-99.

2. Для зданий с гибкой конструктивной схемой значение коэффициента  $\gamma_{c2}$  принимается равным единице.

3. При промежуточных значениях L/H коэффициент  $\gamma_{c2}$  определяется по интерполяции.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 12**

СНБ 5.01.01-99. Значения коэффициентов  $M_\gamma$ ,  $M_q$ ,  $M_c$

Угол внут- ренне- го тре- ния $\varphi^II$ , град	Значения коэффици- ентов			Угол внут- ренне- го тре- ния $\varphi^II$ , град	Значения коэффици- ентов		
	$M_\gamma$	$M_q$	$M_c$		$M_\gamma$	$M_q$	$M_c$
0	0,00	1,00	3,14	23	0,69	3,65	6,24
1	0,01	1,06	3,23	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	25	0,78	4,11	6,67
3	0,04	1,18	3,41	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	27	0,91	4,64	7,14
5	0,08	1,32	3,61	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	29	1,06	5,25	7,67
7	0,12	1,47	3,82	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	31	1,24	5,95	8,24
9	0,16	1,64	4,05	32	1,34	6,34	8,55
10	0,18	1,73	4,17	33	1,44	6,76	8,88
11	0,21	1,83	4,29	34	1,55	7,22	9,22
12	0,23	1,94	4,42	35	1,68	7,71	9,58
13	0,26	2,05	4,55	36	1,81	8,24	9,97
14	0,29	2,17	4,69	37	1,95	8,81	10,37
15	0,32	2,30	4,84	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	4,99	39	2,28	10,11	11,25
17	0,39	2,57	5,15	40	2,46	10,85	11,73
18	0,43	2,73	5,31	41	2,66	11,64	12,24
19	0,47	2,89	5,48	42	2,88	12,51	12,79
20	0,51	3,06	5,66	43	3,12	13,46	13,37
21	0,56	3,24	5,84	44	3,38	14,50	13,98
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

**ПРИЛОЖЕНИЕ 13**

**Т а б л и ц а П13.1**

Значения коэффициента  $\alpha$  (изменения напряжений в грунте по глубине основания)

$\xi = z / b$	Прямоугольные фундаменты с соотношением сторон $\eta = 1 / b$						Ленточные фундаменты при $\eta \geq 10$
	1,0	1,4	1,8	2,4	3,2	5,0	
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,2	0,960	0,972	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977
0,4	0,800	0,848	0,866	0,675	0,879	0,881	0,881
0,6	0,606	0,688	0,717	0,740	0,749	0,754	0,755
0,8	0,449	0,532	0,570	0,612	0,630	0,639	0,642
1,0	0,336	0,414	0,463	0,505	0,529	0,545	0,550
1,2	0,257	0,325	0,374	0,419	0,449	0,470	0,477
1,4	0,201	0,260	0,304	0,350	0,383	0,410	0,420
1,6	0,160	0,210	0,251	0,294	0,329	0,360	0,374
1,8	0,130	0,173	0,209	0,250	0,285	0,320	0,337
2,0	0,108	0,145	0,176	0,214	0,248	0,285	0,306
2,2	0,091	0,122	0,150	0,165	0,218	0,256	0,280
2,4	0,077	0,105	0,130	0,161	0,192	0,230	0,258
2,6	0,066	0,091	0,112	0,141	0,170	0,206	0,239
2,8	0,058	0,079	0,099	0,124	0,152	0,189	0,223
3,0	0,051	0,070	0,087	0,1100	0,136	0,172	0,206
3,2	0,045	0,062	0,077	0,098	0,122	0,158	0,196
3,4	0,040	0,055	0,069	0,088	0,110	0,144	0,184
3,6	0,036	0,049	0,062	0,060	0,100	0,133	0,175
3,8	0,032	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,166
4,0	0,029	0,040	0,051	0,066	0,084	0,113	0,158
4,2	0,026	0,037	0,046	0,060	0,077	0,105	0,150
4,4	0,024	0,034	0,042	0,055	0,070	0,098	0,144
4,6	0,022	0,031	0,039	0,051	0,06	0,091	0,137
4,8	0,020	0,028	0,036	0,047	0,060	0,085	0,132
5,0	0,019	0,026	0,033	0,044	0,056	0,079	0,126
5,5	0,017	0,023	0,029	0,040	0,050	0,071	0,114
6,0	0,015	0,020	0,026	0,034	0,044	0,060	0,104

**Примечание.**

Для промежуточных значений  $\xi$  и  $\eta$  величина коэффициента  $\alpha$  определяется по интерполяции.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 14**

Таблица пособия П4-2000 к СНБ 5.01.01-99

Глубина погружения нижнего конца сваи, м	Расчетные сопротивления под нижним концом забивных свай и свай оболочек, погружаемых без выемки грунта @, кПа										
	Песчаных грунтов средней плотности										
	Гравелистых	Крупных	-	Средней крупности	Мелких	Пылеватых	-	-	-	-	-
	Пылевато-глинистых грунтов 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	<u>7100</u> 6000	<u>6000</u> 3200	2500	<u>3400</u> 1800	<u>1800</u> 1300	<u>1200</u> 1000	900	800	600	400	300
3	<u>7500</u> 6500	<u>6600</u> 4000	3500	<u>3800</u> 2200	<u>2100</u> 1600	<u>1300</u> 1200	1000	900	700	500	400
4	<u>8300</u> 7000	<u>6800</u> 4800	4000	<u>4400</u> 2600	<u>2300</u> 1700	<u>1350</u> 1300	1100	1000	750	550	450
5	<u>8900</u> 7500	<u>7000</u> 6000	4400	<u>4600</u> 2800	<u>2400</u> 2000	<u>1400</u> 1350	1150	1050	800	600	500
6	<u>9400</u> 8100	<u>7200</u> 6500	4500	<u>4700</u> 3000	<u>2450</u> 2100	<u>1450</u> 1400	1200	1100	850	650	550
7	<u>9700</u> 8500	<u>7300</u> 6900	4600	<u>4800</u> 3200	<u>2500</u> 2200	<u>1500</u> 1450	1250	1150	900	700	600

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	$\frac{9900}{8700}$	$\frac{7550}{7100}$	4800	$\frac{4900}{3300}$	$\frac{2600}{2300}$	$\frac{1550}{1500}$	1280	1170	920	720	610
9	$\frac{10200}{6500}$	$\frac{7800}{7200}$	4900	$\frac{5000}{3400}$	$\frac{2560}{2350}$	$\frac{1600}{1550}$	1300	1200	940	740	620
10	$\frac{10500}{9100}$	$\frac{7900}{7350}$	5000	$\frac{5100}{3500}$	$\frac{2700}{2400}$	$\frac{1650}{1600}$	1320	1220	960	760	630
12	$\frac{11000}{9300}$	$\frac{8200}{7500}$	5200	$\frac{5200}{3700}$	$\frac{2800}{2500}$	$\frac{1750}{1650}$	1350	1250	980	780	640
15	$\frac{11700}{9500}$	$\frac{8500}{7700}$	5600	$\frac{5400}{4000}$	$\frac{3000}{2600}$	$\frac{1900}{1700}$	1380	1280	1000	800	650

***Примечание.***

В случае, когда значения R выражены дробью, числитель относится к пескам, а знаменатель – к глинам.

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Таблица пособия П4-2000 к СНБ 5.01.01-99

Средняя глубина расположения слоя грунта, м	Расчетные сопротивления $i$ -го слоя грунтов по боковой поверхности забивных свай и свай оболочек ( $R_{\bar{R}}$ ), кПа										
	Песчаных грунтов средней плотности										
	гравелистых	крупных	средней крупности	мелких	пылеватых	-	-	-	-	-	-
	Пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести ( $I_L$ ), равном										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<u>60</u> 45	<u>55</u> 38	<u>45</u> 35	<u>40</u> 25	<u>30</u> 15	12,0	9,0	6,0	5,0	4,0	3,0
2	<u>70</u> 55	<u>60</u> 45	<u>55</u> 42	<u>50</u> 32	<u>35</u> 22	17,0	13,0	9,0	7,5	7,0	5,0
3	<u>80</u> 60	<u>65</u> 52	<u>60</u> 48	<u>55</u> 38	<u>40</u> 28	21,0	17,0	11,0	9,0	7,5	6,0
4	<u>85</u> 65	<u>70</u> 55	<u>63</u> 53	<u>58</u> 40	<u>44</u> 32	24,0	19,0	13,0	10,0	8,0	6,5
5	<u>90</u> 70	<u>75</u> 60	<u>68</u> 56	<u>61</u> 43	<u>47</u> 34	26,0	21,0	15,0	11,0	8,5	7,0
6	<u>95</u> 72	<u>80</u> 65	<u>72</u> 60	<u>63</u> 45	<u>48</u> 35	29,0	23,0	16,0	12,0	9,0	7,5
7	<u>100</u> 75	<u>85</u> 70	<u>75</u> 63	<u>65</u> 47	<u>49</u> 36	32,0	25,0	17,0	13,0	9,5	8,0
8	<u>102</u> 76	<u>90</u> 73	<u>77</u> 65	<u>66</u> 48	<u>50</u> 37	33,0	26,0	17,5	13,5	10,0	8,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	$\frac{104}{72}$	$\frac{92}{74}$	$\frac{78}{66}$	$\frac{67}{49}$	$\frac{51}{38}$	34,0	27,0	18,0	14,0	10,5	8,0
10	$\frac{106}{78}$	$\frac{93}{75}$	$\frac{79}{67}$	$\frac{68}{50}$	$\frac{52}{39}$	35,0	28,0	18,5	14,5	11,0	8,0
12	$\frac{110}{80}$	$\frac{95}{77}$	$\frac{80}{68}$	$\frac{69}{51}$	$\frac{54}{40}$	36,0	29,0	19,0	15,0	11,0	8,0
15	$\frac{114}{82}$	$\frac{97}{80}$	$\frac{82}{70}$	$\frac{70}{52}$	$\frac{56}{41}$	37,0	30,0	20,5	15,0	11,0	8,0

**Примечания:**

1. Для плотных песчаных грунтов значение  $R_{fi}$  увеличивают на 30%.
2. Расчетные сопротивления супесей и суглинков с коэффициентом пористости  $e < 0,5$  и глин с коэффициентом пористости  $e < 0,6$  следует увеличивать на 15% по сравнению со значениями, приведенными в данной таблице, при любых значениях показателя текучести.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Т а б л и ц а П16.1

Расчетные технические характеристики трубчатых дизель-молотов

Тип молота	Марка модели	Вес ударной части G	Энергия удара Э, кДж	Число ударов в минуту	Общий вес молота, кН
Трубчатый дизель-молот	С-859	18,0	32,0	-	35,0
	С-949	25,0	43,5	43	58,0
	С-954	35,0	61,0	-	73,0
	С-974	50,0	90,0	55	90,0

Т а б л и ц а П16.2

Расчетная высота падения ударной части молота  $H_p$ , м

Тип молота	Высота $H_p$ , м, для свай	
	вертикальных	с наклоном не менее 3:1
Подвесной или одиночного действия	$H_p = H_m$	$H_p = 0,8H_m$
Дизельный или двойного действия	$H_p = Э/G$	$H_p = 0,8Э/G$

**Примечание:**

$H_m$  – фактическая величина хода ударной части молота, м ( $H_m = 2$  м);

Э – энергия удара молота, кДж (принимается по паспорту);

G – вес ударной части молота, кН.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 17

### Т а б л и ц а П17.1

Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа,  
угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, песчаных грунтов

Песчаные грунты	Характеристики грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	$c_n$	2	1	—	—
	$\varphi_n$	43	40	38	—
Средней крупности	$c_n$	3	2	1	—
	$\varphi_n$	40	38	35	—
Мелкие	$c_n$	6	4	2	—
	$\varphi_n$	38	36	32	28
Пылеватые	$c_n$	8	6	4	2
	$\varphi_n$	36	34	30	26

### Т а б л и ц а П17.2

Нормативные значения удельного сцепления  $c_n$ , кПа,  
угла внутреннего трения  $\varphi_n$ , град, пылевато-глинистых грунтов

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателя текучести		Обозначения характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $e$ , равном						
			0,46	0,55	0,65	0,75	0,98	0,95	1,05
Супеси	$0 < I_L < 0,25$	$c_n$	21	17	15	13	—	—	—
		$\varphi_n$	30	29	27	24	—	—	—
	$0,25 < I_L \leq 0,75$	$c_n$	19	15	13	11	9	—	—
		$\varphi_n$	28	26	24	21	18	—	—
Суглинки	$0 < I_L \leq 0,25$	$c_n$	47	37	31	25	22	19	—
		$\varphi_n$	26	25	24	23	22	20	—
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$c_n$	39	34	28	23	18	15	—
		$\varphi_n$	24	23	22	21	19	17	—
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$c_n$	—	—	25	20	16	14	12
		$\varphi_n$	—	—	19	18	16	14	12
Глины	$0 < I_L \leq 0,25$	$c_n$	—	81	68	54	47	41	36
		$\varphi_n$	—	21	20	19	18	16	14
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	$c_n$	—	—	57	50	43	37	32
		$\varphi_n$	—	—	18	17	16	14	11
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	$c_n$	—	—	45	41	36	33	29
		$\varphi_n$	—	—	15	14	12	10	7

## ПРИЛОЖЕНИЕ 18

Значения расчетных сопротивлений грунтовых оснований  
бурунабивных свай

Таблица пособия П13-2001 к СНБ 5.01.01-99

Средняя глубина расположе- ния слоя грунта, м	Расчетные сопротивления по боковой поверхности бурунабивных свай без упрочнения грунта в уровне пяты ( $R_{fi}$ ), кПа								
	Песчаных грунтов средней плотности								
	круп- ных и сред- ней круп- ности	мел- ких	пыле- ватых	—	—	—	—	—	—
	Пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести ( $I_L$ ), равном								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	35	23	15	12	8	4	4	3	2
2	42	30	21	17	12	7	5	4	4
3	48	35	25	20	14	8	7	6	5
4	53	38	27	22	16	9	8	7	5
5	56	40	29	24	17	10	8	7	6
6	58	42	31	25	18	10	8	7	6
8	62	44	33	26	19	10	8	7	6
10	65	46	34	27	19	10	8	7	6
15	72	51	38	28	20	11	8	7	6
20	79	56	41	30	20	12	8	7	6
25	86	61	44	32	20	12	8	7	6
30	93	66	47	34	21	12	9	8	7
35	100	70	50	36	22	13	9	8	7

**Примечания:**

1. Глубину погружения нижнего конца сваи и среднюю глубину расположения слоя грунта при планировке территории срезкой, подсыпкой, намывом до 3 м следует принимать от уровня природного

рельефа, а при срезке, подсыпке, намыве от 3 до 10 м – от уровня отметки, расположенной соответственно на 3 м ниже уровня подсыпки. Глубину погружения нижнего конца сваи и среднюю глубину расположения слоя грунта в водоеме следует принимать от уровня дна после общего размыва расчетным паводком, на болотах – от уровня дна болота.

2. Для промежуточных глубин погружения свай и промежуточных значений показателя текучести ( $I_L$ ) пылевато-глинистых грунтов значение ( $R_{fi}$ ) определяется интерполяцией.

3. При определении расчетных сопротивлений грунтов на боковой поверхности свай ( $R_{fi}$ ) пласты грунтов следует расчленять на однородные слои толщиной не более 2 м.

4. Значения расчетного сопротивления плотных песчаных грунтов на боковой поверхности свай ( $R_{fi}$ ) следует увеличивать на 30 % по сравнению со значениями, приведенными в таблице.

5. Расчетные сопротивления супесей и суглинков с коэффициентом пористости  $e < 0,5$  и глин с коэффициентом пористости  $e < 0,6$  следует увеличивать на 15 % по сравнению со значениями, приведенными в таблице, при любых значениях показателя текучести.

6. Значение ( $R_{fi}$ ) для свай с неизвлекаемыми обсадными трубами следует уменьшать на 40 % по сравнению со значениями, приведенными в данной таблице.

Таблица пособия П13-01 к СНБ 5.01.01-99

Расчетная глубина расположения нижнего конца (пяты) сваи, м	Коэффициент пористости (e)	Соппротивление (R), МПа , для песчаных грунтов			
		крупных и гравелистых	средних	мелких	пылеватых
1,5	0,50	1,80	1,40	1,15	0,90
	0,65	1,40	1,10	0,90	0,70
	0,80	1,10	0,90	0,70	0,55
2,0	0,50	2,60	1,95	1,30	1,05
	0,65	2,00	1,50	1,00	0,80
	0,80	1,60	1,20	0,80	0,65
3,0	0,50	3,00	2,20	1,40	1,15
	0,65	2,30	1,70	1,10	0,90
	0,80	1,85	1,35	0,90	0,70
4,0	0,50	3,50	2,80	1,60	1,30
	0,65	2,70	2,15	1,25	1,00
	0,80	2,15	1,70	1,00	0,80
5,0	0,50	4,00	3,25	1,80	1,40
	0,65	3,10	2,50	1,40	1,10
	0,80	2,50	2,00	1,10	0,90
7,0	0,50	5,00	4,15	2,20	1,70
	0,65	3,90	3,20	1,70	1,30
	0,80	3,10	2,60	1,35	1,05
9,0	0,50	6,10	5,05	2,60	1,90
	0,65	4,70	3,90	2,00	1,50
	0,80	3,75	3,10	1,60	1,20
12,0	0,50	7,80	6,50	3,20	2,45
	0,65	6,00	5,00	2,50	1,90
	0,80	4,80	4,00	2,00	1,50

**Примечания:**

1. Для промежуточных значений глубин слоев и коэффициента пористости (e) значение (R) определяется интерполяцией.

2. Расчетную глубину расположения нижнего конца сваи во всех случаях (в том числе и для искусственных грунтов) необходимо принимать от поверхности грунта.

Таблица пособия П13-2001 к СНБ 5.01.01-99

Расстояние от расчетной поверхности грунта до середины рассматриваемого слоя, м	Коэффициент пористости (e)	Сопротивление ( $R_{fi}$ ), кПа, для песчаных грунтов			
		крупных и гравелистых	средних	мелких	пылеватых
0,5	0,50	45	39	26	19
	0,65	35	30	20	15
	0,80	31	24	16	12
1,0	0,50	52	45	32	3
	0,65	40	35	25	23
	0,80	32	31	20	18
1,5	0,5	55	49	39	32
	0,65	42	38	30	25
	0,80	34	30	24	20
2,0	0,50	58	55	41	36
	0,65	45	42	32	28
	0,80	36	34	26	22
3,0	0,50	65	62	45	39
	0,65	50	48	35	30
	0,80	40	38	31	24
4,0	0,50	71	69	49	41
	0,65	55	53	38	32
	0,80	44	42	29	26
5,0	0,50	78	73	52	44
	0,65	60	56	40	34
	0,80	48	45	32	27
6,0	0,50	80	75	55	45
	0,65	62	58	42	35
	0,80	50	46	34	28
8,0	0,50	84	80	57	46
	0,65	65	62	44	36
	0,80	52	50	35	29
11,0	0,50	93	88	65	51
	0,65	72	68	50	39
	0,80	58	55	40	31

**Примечания:**

1. Для промежуточных значений глубин слоев и коэффициента пористости (e) значение ( $R_{fi}$ ) определяется интерполяцией.

2. Расстояние до середины рассматриваемого слоя грунта во всех случаях принимать от верха сваи (фундамента) в уровне отметки забивки.

3. При определении расчетных сопротивлений грунтов по боковой поверхности сваи ( $R_{fi}$ ) пласты грунтов следует разделять на однородные слои толщиной не более 2 м.

Таблица пособия П13-2001 к СНБ 5.01.01-99

Расчетная глубина расположения нижнего конца сваи, м	Коэффициент пористости (e)	Соппротивление (R), МПа, для глинистых грунтов (моренных) с показателем текучести (I <sub>L</sub> )									
		≤0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1,5	0,3	2,0	1,60	1,40	1,20	1,00	0,80	0,70	0,60	-	-
	0,4	1,3	1,00	0,90	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35	0,30	-
	0,5	0,9	0,70	0,60	0,55	0,45	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
2,0	0,3	2,8	2,40	2,10	1,80	1,40	1,20	0,90	0,80	-	-
	0,4	1,8	1,50	1,30	1,20	0,90	0,80	0,60	0,50	0,40	-
	0,5	1,3	1,10	0,90	0,80	0,60	0,55	0,40	0,35	0,30	0,25
3,0	0,3	3,0	2,70	2,40	2,00	1,60	1,40	1,10	1,00	-	-
	0,4	2,0	1,80	1,60	1,30	1,00	0,90	0,70	0,60	0,50	-
	0,5	1,5	1,25	1,10	0,90	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,30
4,0	0,3	3,2	2,90	2,60	2,30	1,90	1,60	1,30	1,00	-	-
	0,4	2,3	2,10	1,85	1,60	1,20	1,05	0,90	0,70	0,60	-
	0,5	1,7	1,50	1,30	1,05	0,85	0,70	0,60	0,40	0,35	0,35
5,0	0,3	3,4	3,10	2,80	2,50	2,00	1,75	1,40	1,20	-	-
	0,4	2,6	2,40	2,20	1,70	1,30	1,20	1,00	0,80	0,70	-
	0,5	2,0	1,70	1,50	1,15	0,90	0,80	0,55	0,50	0,45	0,40
6,0	0,3	3,6	3,30	3,00	2,60	2,10	1,85	1,50	1,30	-	-
	0,4	2,9	2,60	2,40	1,80	1,40	1,30	1,20	0,90	0,75	-
	0,5	2,2	1,80	1,60	1,25	1,00	0,90	0,65	0,45	0,50	0,35
8,0	0,3	4,0	3,70	3,40	2,80	2,30	2,05	1,70	1,50	-	-
	0,4	3,4	3,00	2,60	2,00	1,60	1,40	1,30	1,00	0,80	-
	0,5	2,6	2,00	1,80	1,35	1,10	1,00	0,75	0,50	0,55	0,40
10	0,3	4,4	4,10	3,80	3,00	2,50	2,25	1,90	1,70	-	-
	0,4	3,6	3,40	2,80	2,20	1,80	1,50	1,40	1,05	0,80	-
	0,5	3,0	2,20	1,90	1,55	1,20	1,10	0,85	0,55	0,50	0,45
12	0,3	4,8	4,50	4,20	3,20	2,70	2,40	2,10	1,90	-	-
	0,4	4,4	3,80	3,00	2,30	1,95	1,60	1,45	1,10	0,90	-
	0,5	3,4	2,60	2,00	1,70	1,30	1,20	0,90	0,60	0,55	0,50

**Примечания:**

1. Для промежуточных значений глубин и показателей текучести грунтов значения (R) определяются интерполяцией.

2. Расчетную глубину расположения нижнего конца сваи во всех случаях (в том числе и для искусственных грунтов) необходимо принимать от поверхности грунта.

Таблица пособия П13-2001 к СНБ 5.01.01-99

Расстояние от расчетной поверхности грунта до середины рассматриваемого слоя, м	Сопротивление ( $R_{fi}$ ), МПа, для пылевато-глинистых грунтов (моренных) с показателем текучести ( $I_L$ )									
	$\leq 0$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,5	50	44	40	26	16	11	8	5,5	4	3
1,0	58	51	45	32	20	15	12	8	6	5
2,0	65	58	53	41	25	22	17	14	12	9
3,0	67	60	56	48	34	27	22	19	17	12
4,0	69	62	58	51	41	33	25	22	19	14
5,0	71	64	60	54	46	34	27	24	21	17
6,0	73	66	62	57	49	37	29	27	23	19
8,0	77	70	66	60	54	42	33	31	27	23
11,0	82	76	71	65	59	50	38	35	33	29

**Примечания:**

1. Для промежуточных значений глубин и показателей текучести грунтов значения ( $R_{fi}$ ) определяются интерполяцией.

2. Для прочных и очень прочных моренных супесей и суглинков расчетное сопротивление ( $R_{fi}$ ), кПа, увеличивается на 30%.



Таблица пособия П13-2001 к СНБ 5.01.01-99

Расчетная глубина расположения нижнего конца сваи, м	Коэффициент пористости ( $e$ )	Соппротивление (R), МПа, для пылевато-глинистых грунтов (кроме моренных) с показателем текучести ( $I_L$ )								
		$\leq 0$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,75	
1,5	$\leq 0,55$	1,20	1,00	0,85	0,70	0,60	0,50	0,45	0,30	
	0,65	1,00	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,35	0,25	
	0,75	0,80	0,60	0,55	0,45	0,40	0,30	0,25	0,20	
2,0	$\leq 0,55$	1,70	1,40	1,25	1,10	0,85	0,70	0,55	0,35	
	0,65	1,40	1,20	1,05	0,90	0,70	0,60	0,45	0,30	
	0,75	1,10	1,00	0,85	0,70	0,55	0,45	0,35	0,25	
3,0	$\leq 0,55$	1,90	1,70	1,40	1,20	1,00	0,85	0,65	0,50	
	0,65	1,60	1,40	1,20	1,00	0,80	0,70	0,55	0,40	
	0,75	1,30	1,10	1,00	0,80	0,60	0,55	0,45	0,30	
4,0	$\leq 0,55$	2,40	1,90	1,70	1,30	1,10	1,00	0,70	0,60	
	0,65	2,00	1,60	1,45	1,10	0,90	0,80	0,60	0,50	
	0,75	1,60	1,30	1,20	0,90	0,70	0,60	0,45	0,40	
5,0	$\leq 0,55$	2,80	2,30	2,00	1,50	1,20	1,10	0,85	0,70	
	0,65	2,40	1,90	1,70	1,25	1,00	0,90	0,70	0,60	
	0,75	2,00	1,50	1,40	1,00	0,80	0,70	0,55	0,45	
7,0	$\leq 0,55$	3,50	2,70	2,50	2,00	1,70	1,30	1,10	0,85	
	0,65	2,90	2,30	2,10	1,70	1,40	1,10	0,90	0,70	
	0,75	2,30	1,90	1,70	1,40	1,10	0,90	0,70	0,55	
10,0	$\leq 0,55$	4,20	3,50	3,20	2,70	2,50	1,70	1,40	1,10	
	0,65	3,50	2,90	2,70	2,30	2,00	1,40	1,20	0,90	
	0,75	2,80	2,30	2,10	1,90	1,70	1,10	1,00	0,70	

**Примечания:**

1. Для промежуточных значений глубин и показателей текучести грунтов значения (R) определяются интерполяцией.

2. Расчетную глубину расположения нижнего конца сваи во всех случаях (в том числе и для искусственных грунтов) необходимо принимать от поверхности грунта.

Таблица пособия П13-2001 к СНБ 5.01.01-99

Расстояние от расчетной поверхности грунта до середины рассматриваемого слоя, м	Сопrotивление ( $R_{fi}$ ), кПа, для пылевато-глинистых грунтов (кроме моренных) с показателем текучести ( $I_L$ )							
	$\leq 0$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,75
0,5	40	35	30	20	12	9	6	4,5
1,0	45	38	35	25	15	12	9	5
2,0	55	45	42	32	22	17	13	9
3,0	60	50	48	38	28	21	17	13
4,0	65	55	53	40	32	24	19	15
5,0	70	60	56	43	36	26	21	17
7,0	74	64	60	47	40	30	25	20
9,0	78	68	64	51	44	32	27	22

**Примечания:**

1. Для промежуточных значений глубин и показателей текучести грунтов значения ( $R_{fi}$ ) определяются интерполяцией.

2. Для прочных супесей, суглинков и глин расчетное значение  $R_{fi}$  увеличивается на 20%.

## С о д е р ж а н и е

В в е д е н и е . . . . .	3
1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ. . . . .	3
1.1. Объем и состав курсовой работы. . . . .	3
1.2. Отчетный материал по работе. . . . .	4
2. ФУНДАМЕНТЫ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ. . . . .	5
2.1. Анализ физико-механических свойств грунтов пятна застройки. . . . .	5
2.2. Выбор глубины заложения подошвы фундамента. . . . .	7
2.3. Выбор типа фундамента и определение его размеров. . . . .	8
2.4. Вычисление вероятной осадки фундамента. . . . .	13
2.5. Определение крена фундамента при действии внецентренной нагрузки. . . . .	15
2.6. Расчет оснований по несущей способности. . . . .	17
3. СВАЙНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ. . . . .	20
3.1. Основные положения по расчету и проектированию свайных фундаментам. . . . .	20
3.2. Расчет и конструирование свайных фундаментам. . . . .	20
3.3. Расчет основания свайного фундамента по деформациям. . . . .	24
Л и т е р а т у р а . . . . .	27
ПРИЛОЖЕНИЯ. . . . .	29

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовой работе по дисциплине  
«Механика грунтов, основания и фундаменты»  
для студентов специальности 1-70 04 03  
«Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

Составители: БАННИКОВ Николай Дмитриевич  
БАННИКОВ Сергей Николаевич  
ПОВКОЛАС Константин Эдуардович  
ПОПОВ Олег Викторович

Редактор В.В.Мохнач  
Компьютерная верстка Л.М.Чернышевич

---

Подписано в печать 27.10.2003.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 2,7. Тираж 220. Заказ 440.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.  
Лицензия ЛВ №155 от 30.01.2003. 220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.