

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра сопротивления материалов и теоретической механики

Т.М. Ярушина
Н.Д. Тагильцев

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Методические указания
для самостоятельной работы студентов
очной и заочной форм обучения
специальности 270205 направления 270100 «Строительство»
на практических занятиях и выполнения расчетно-графической работы
по дисциплине «Основания и фундаменты» (СД 05),
а также выполнения курсовой работы
по дисциплине «Инженерные сооружения в транспортном
строительстве» (СД 07)

Екатеринбург
2009

Печатается по рекомендации методической комиссии лесоинженерного факультета.

Протокол № 80 от 08 октября 2008г.

Рецензент доцент кафедры древесиноведения и специальной обработки древесины кандидат технических наук С.С. Тютиков

Редактор Е.Л. Михайлова
Оператор Г.И. Романова

Подписано в печать 28.04.09		Поз. 3
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 70 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,86	Цена 6 руб. 00 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Основаниями сооружений на Среднем Урале служат преимущественно глинистые, пылевато – глинистые и крупнообломочные породы (щебень, дресва) элювиального происхождения.

Элювиальные грунты горных районов Уральского хребта являются продуктами физического и химического выветривания магматических, метаморфических и осадочных сцементированных скальных пород. Элювиальные грунты относятся, как правило, к прочно структурным грунтам с достаточно высокими углом внутреннего трения и величиной удельного сцепления. Наиболее характерный вид элювия – дресва.

Аллювиальные грунты представлены гравийно-галечниковыми отложениями, песком различной крупности, лессовыми образованиями, реже суглинками и глинами.

Грунты ледникового происхождения:

- моренные отложения – супеси, суглинки, глины с включениями валунов, гальки и гравия различной крупности. Морены отличаются большой плотностью грунта;

- флювиогляциальные отложения – отложения временных рек и потоков, образовавшихся в результате таяния ледников;

- озерно-ледниковые грунты – отложения озер, образовавшихся после таяния ледников. Характеризуются перемежаемостью песчаных и глинистых прослоек.

2. РАСШИФРОВКА СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ СКВАЖИНЫ

Студенту в задании на расчет основания и фундамента дается инженерно-геологическая колонка скважины. Наиболее встречающиеся стратиграфические индексы в колонках, прилагаемых в задании на расчет:

tQ, eMZ, eQ, PZ, pQ, dQ, aQ,

t – почвенно-растительный или насыпной грунт;

Q – четвертичный период кайнозойской эры (возраст грунта). Кайнозой – пятая с начала истории Земли и поздняя геологическая эра (1,5 – 2 млн лет);

e – грунт элювиального происхождения;

MZ – мезозойская эра. Мезозой – четвертая от начала геологической истории Земли (50-250 млн лет);

PZ – палеозой – третья эра от начала геологической истории Земли продолжительностью 300 – 350 млн лет;

p – проаллювиальный грунт;

d – делювиальный грунт;

a – аллювиальный грунт.

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

Основными показателями физических свойств грунта, определяемыми в лабораторных условиях, являются плотность грунта ρ , плотность твердых частиц грунта ρ_s и влажность W .

3.1. Плотность грунта ρ_g рассматривается как отношение массы грунта к его объему в естественном состоянии, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$:

$$\rho_g = \frac{m_g}{V_g}, \quad (3.1)$$

где m_g – масса грунта в естественном состоянии;
 V_g – объем грунта в естественном состоянии.

3.2. Плотность твердых частиц – отношение массы твердых частиц к их объему в абсолютно плотном состоянии, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$:

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}, \quad (3.2)$$

где m_s – масса твердых частиц в грунте;
 V_s – объем в абсолютно твердом состоянии (объем монолита).

3.3. Влажностью называют отношение массы воды к массе минеральной части грунта:

$$W = \frac{m_w}{m_s}, \quad (3.3)$$

где m_w – масса воды.

Эти три основных характеристики определяют экспериментально из монолитов, отбираемых в процессе инженерно-геологических изысканий.

Остальные показатели физических свойств грунтов определяются расчетом на базе основных показателей.

3.4. Плотность сухого грунта

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W}, \quad (3.4)$$

где ρ_d – плотность сухого грунта.

3.5. Удельный вес грунта в естественном состоянии

$$\gamma = \rho g, \left(\frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \right), \quad (3.5)$$

где $g = 9.81$ – ускорение свободного падения, м/с^2 .

3.6. Удельный вес твердых частиц грунта

$$\gamma_s = \rho_s g. \quad (3.6)$$

3.7. Удельный вес сухого грунта (скелета грунта)

$$\gamma_d = \rho_d g. \quad (3.7)$$

3.8. Коэффициент пористости грунта e представляет собой отношение объема пор к объему минеральных частиц грунта:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1. \quad (3.8)$$

3.9. Пористость грунта – отношение объема пор в образце к объему самого образца:

$$n = \frac{1}{1+e} \quad \text{или} \quad n - 1 = \frac{\rho_s}{\rho_d}. \quad (3.9)$$

3.10. Отношение объема твердых частиц к объему образца:

$$m = \frac{1}{1+e} \quad \text{или} \quad m = \frac{\rho_d}{\rho_s}. \quad (3.10)$$

3.11. Основными показателями физических свойств грунта являются также влажность грунта на границе текучести и влажность грунта на границе раскатывания.

Влажность грунта на границе текучести W_L – влажность грунта в долях единицы, при которой он переходит в текучее состояние.

Влажность грунта на границе раскатывания W_p – влажность, при которой грунт теряет свойства пластичности и переходит в твердое состояние.

W_L и W_p определяются лабораторным путем.

3.12. По величине коэффициента пористости определяется плотность сложения песчаных грунтов (табл. 1).

Таблица 1

Классификация песчаных грунтов по коэффициенту пористости

Виды песков	Плотные	Средн. плотности	Рыхлые
Пески гравелистые крупные и средней крупности	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,70$	$e < 0,7$
Пески мелкие	$e < 0,6$	$0,6 \leq e \leq 0,75$	$e < 0,75$
Пески пылеватые	$e < 0,6$	$0,60 \leq e \leq 0,80$	$e < 0,8$

3.13. Степень влажности грунта (коэффициент водонасыщенности) S_r – отношение естественной влажности грунта к влажности, соответствующей полному заполнению пор водой (степень заполнения пор водой):

$$S_r = \frac{W\gamma_s}{e\gamma_w}, \quad (3.11)$$

где γ_w – удельный вес воды ($\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$).

3.14. Полная влагоемкость грунта W_{sat} представляет собой влажность при полном заполнении под водой:

$$W_{\text{SAT}} = \frac{e\gamma_w}{\gamma_s} \text{ или } W_{\text{SAT}} = \frac{e\rho_w}{\rho_s}, \quad (3.12)$$

где ρ_w – плотность воды ($\rho_w = 1 \text{ г/см}^3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$).

Отсюда

$$S_r = \frac{W}{W_{\text{sat}}}. \quad (3.13)$$

3.15. Для глинистых грунтов

$$W = \frac{\gamma_w^e}{\gamma_s}, \quad (3.14)$$

По степени влажности S_r крупнообломочные, песчаные и лёссовые грунты подразделяются:

на маловлажные $0 \leq S_r \leq 0,5$;

влажные $0,5 S_r \leq 1,0$;

насыщенные водой $0,8 \leq S_r \leq 1,0$.

3.16. При полной водонасыщенности грунтов ($S_r = 1$) из выражения устанавливается зависимость между влажностью W и коэффициентом пористости e :

$$e = \frac{W\rho_s}{\rho_w}. \quad (3.15)$$

3.17. Природная влажность крупнообломочных грунтов с заполнением определяется по формуле

$$W = W_1 - \eta(1 - K)(W_1 - W_2), \quad (3.16)$$

где W_1 – влажность дополнителя;

W_2 – природная влажность крупнообломочного грунта;

η – содержание крупнообломочных включений в долях единицы;

K – коэффициент выветрелости (табл. 2).

Таблица 2

Классификация крупнообломочных грунтов по коэффициенту выветрелости

Коэффициент крупнообломочных грунтов	Коэффициент выветрелости К
Невыветрелые (монолитные)	$0 < K \leq 0.5$
Слабовыветрелые (трещиноватые)	$0.5 < K \leq 0.75$
Сильно выветрелые (рухляки)	$0.75 < K < 1$

При наличии в глинистых грунтах частиц крупнее 2 мм (крупнообломочные) к наименованию грунта должны прибавляться термины с «галечкой» («со щебнем») или с «гравием» («с дресвой»), если содержание соответствующих частиц составляет 15–25% по весу, и «галечниковый» («щебнистый») или «гравелистый» («дресвяный»), если этих частиц содержится 25–50% по весу (СНиП 2.02.01 – 83, табл. 6).

3.18. Число пластичности – разность между влажностью на границе текучести W_L и влажностью на границе раскатывания W_p :

$$J_p = W_L - W_p. \quad (3.17)$$

По числу пластичности определяется вид глинистого грунта:

супесь $0,01 \leq J_p \leq 0,07$,

суглинок $0,07 \leq J_p \leq 0,17$,

глина $J_p > 0,17$,

для песков $J_p < 0,01$.

3.19. Показатель консистенции глинистых грунтов (уплотненность)

$$J_p = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}, \quad (3.18)$$

по показателю консистенции уточняется наименование глинистого грунта (табл. 3).

Таблица 3

Классификация глинистых грунтов по показателю консистенции

Наименование глинистых грунтов	Показатель консистенции
Супеси: твердые пластичные текучие	$J_L < 0$ $0 \leq J_L \leq 1$ $J_L > 1$
Суглинки и глины: твердые полутвердые тугопластичные мягкопластичные текучепластичные текучие	$J_L < 0$ $0 \leq J_L \leq 0.25$ $0.25 \leq J_L \leq 0.5$ $0.5 < J_L \leq 0.75$ $0.75 \leq J_L \leq 1$ $J_L > 1$

3.20. Удельный вес глинистого грунта в водонасыщенном состоянии:

$$\gamma_{sw} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}. \quad (3.19)$$

3.21. Удельный вес глинистого грунта в водонасыщенном состоянии:

$$\gamma_{sw} = \gamma_s(1 - n) + n\gamma_w. \quad (3.20)$$

4. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Решить по вариантам задачу при следующих значениях основных характеристик глинистого грунта, определив расчетные характеристики, название и его консистенцию.

Используя значения γ_s , γ_{II} и W применительно к крупным пескам, определить расчетные характеристики песка и дать оценку его плотности и степени влажности. Номер варианта соответствует последней цифре студенческого билета (табл. 4).

Таблица 4

Расчетные характеристики грунтов по вариантам

№ варианта	Удельный вес твердых частиц γ_s кН/м ³	Удельный вес твердых тел γ_{II} кН/м ³	Влажность		
			природная W	на границе раскатывания W_p	на границе текучести W_L
1	27.9	19.0	0.12	0.14	0.19
2	26.8	18.1	0.14	0.18	0.27
3	26.5	17.8	0.17	0.19	0.38
4	28.4	18.2	0.16	0.22	0.44
5	27.6	16.4	0.20	0.13	0.20
6	28.9	16.8	0.22	0.15	0.19
7	27.4	16.6	0.18	0.17	0.27
8	27.7	18.1	0.06	0.08	0.14
9	26.6	17.2	0.10	0.12	0.23
0	28.2	16.9	0.22	0.21	0.48

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ПО ОПИСАНИЮ ПОРОД ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛОНКИ СКВАЖИНЫ

5.1. Для определения характеристик грунтов принимаем следующие допущения (табл. 5-8).

Таблица 5

Плотность твердых частиц, кг/м³

Наименование грунта	Удельный вес, γ_I	Объемный вес, γ_{II}
Крупнообломочный грунт	2,65	1,7
Пески	2,66	1,94
Супеси	2,70	1,95
Суглинки	2,71	1,97
Глины	2,74	1,98
Почвенно-растительный слой	2,5	1,3
Торф	1,0	1,0

Таблица 6

Расчетные сопротивления R_0 крупнообломочных грунтов

Крупнообломочные грунты	Значение R_0 , кПа (кгс/см ²)
Галечниковые (щебнистые) с заполнителем песчаным	600 (6)
пылевато – глинистым при показателе текучести $I_L \leq 0.5$	450 (4,5)
$0.5 < I_L \leq 0.75$	400 (4)
Гравийные (дресвяные) с заполнителем песчаным	500 (5)
пылевато – глинистым при показателе текучести $I_L \leq 0.5$	400 (4)
$0.5 < I_L \leq 0.75$	350 (3,5)

5.2. Для скальных грунтов определять временное сопротивление одноосному сжатию R_C и коэффициент выветрелости K как средние значения ниже приведенных пределов (кгс/см²):

Прочное	$1200 \geq R_C \geq 500$
Средней прочности	$500 \geq R_C \geq 150$
Малопрочные	$150 \geq R_C \geq 50$
1 МПа = 10 кгс/см ²	

Невыветрелые (монолитные) $K=1$ (породы залегают в виде сплошного массива).

Слабовыветрелые (трещиноватые) $1 > K \geq 0,9$ (породы залегают в виде несмещенных отдельностей - глыб).

Выветрелые $0,9 > K \geq 0,8$ (породы залегают в виде скопления кусков, переходящих в трещиноватую скалу).

Сильновыветрелые (рухляки) $K < 0,8$ (породы залегают во всем массиве в виде отдельных кусков).

Таблица 7

Расчетные сопротивления R_0 песчаных грунтов

Пески	Значение R_0 , кПа(кгс/см ²), в зависимости от плотности сложения песков	
	Плотные	Средней плотности
Крупные	600 (6)	500 (5)
Средней крупности	500 (5)	400 (4)
Мелкие:		
маловлажные		
влажные и	400 (4)	300 (3)
насыщенные	300 (3)	200 (2)
водой		
Пылеватые:		
маловлажные		
влажные	300 (3)	250 (2,5)
насыщенные	200 (2)	150 (1,5)
водой	150 (1,5)	100 (1)

Таблица 8

Расчетные сопротивления R_0 пылевато–глинистых (непросадочных) грунтов

Пылевато – глинистые грунты	Коэффициент пористости e	Значение R_0 , кПа (кгс /см ²), при показателе текучести грунта	
		$I_L = 0$	$I_L = 1$
Супеси	0,5	300 (3)	300 (3)
	0,7	250 (2,5)	200 (2)
Суглинки	0,5	300 (3)	250 (2,5)
	0,7	250 (2,5)	180 (1,8)
	1,0	200 (2)	100 (1)
Глины	0,5	600 (6)	400 (4)
	0,6	500 (5)	300 (3)
	0,8	300 (3)	200 (2)
	1,0	250 (2,5)	100 (1)

5.3. Коэффициент пористости песчаных грунтов определять как среднее значение пределов для каждого вида и плотности сложения песков. Для односторонних пределов характеристику увеличивать или уменьшать на 0,15. Например: песок гравелистый крупный средней плотности

$$0,55 \leq e_0 \leq 0,7 \quad e_0 = \frac{0,55 + 0,7}{2} = 0,63$$

$$\text{Песок мелкий рыхлый } e_0 > 0,75 \quad e_0 = 0,75 + 0,15 = 0,9$$

5.4. Для супесей, суглинков и глин число пластичности, показатель консистенции, а для песков и крупнообломочных грунтов степень влажности определять по средним значениям пределов приведенных ранее характеристик. Для односторонних пределов характеристики увеличивать или уменьшать на 0,25.

5.5. Если для крупнообломочных грунтов не указаны характеристики заполнителя, то принимать глинистые заполнители твердой консистенции, если грунт залегает ниже этой отметки для супесей соответственно твердой и пластичной консистенции.

5.6. Если для крупнообломочных грунтов не указана степень выветрелости, то принимать грунт как слабыветрелый.

5.7. Принимать влажность грунта на границе текучести как среднее значение нижеуказанных пределов.

Пески $W_L < 0,16$

Супесь $0,16 \leq W_L < 0,26$

Суглинок $0,26 \leq W_L \leq 0,42$

Глина $W_L > 0,42$

Для односторонних пределов характеристику увеличивать или уменьшать на 0,08.

5.8. Для крупнообломочных грунтов принять коэффициент пористости $e_0 = 0,6$.

5.9. Принятые и рассчитанные характеристики каждого слоя грунта свести в таблицу.

5.10. Механические характеристики песчаных и глинистых грунтов (C_{II} – удельное сцепление грунта, φ_H – угол внутреннего трения и E – модуль общей деформации) принимать по СНиП 2.02.01-83, прил. 1 табл. 1, 2, 3.

6. ВЫБОР ТИПА ФУНДАМЕНТА

6.1. Выбор типа фундамента зависит главным образом от глубины залегания несущего слоя и наличия грунтовых вод.

По условиям напластования грунты основания подразделяют на однородные, сжимаемая толща которых содержит только один слой, и слоистые с различными по составу, свойствам и сжимаемости. Слоистые основания

подразделяются на согласные с примерно горизонтальным залеганием слоев (уклон не более 1...2%) и несогласные, слои которых залегают невыдержанно, выклиниваются, имеют большой наклон, присутствуют карманы выветривания и т.д.

По сжимаемости грунты основания подразделяются на прочные и слабые. К слабым относят грунты, которые дают под нагрузкой большие деформации и неустойчивы. К таким грунтам относят рыхлые пески, текучепластичные и текучие пылевато-глинистые грунты неуплотненные насыпные грунты, заторфованные грунты и торфы. К слабым грунтам относят также грунты с модулем деформации $E \leq 5$ МПа.

О степени сжимаемости можно судить по коэффициенту относительной сжимаемости

$$m_v = \frac{\beta(1+e)}{E} \text{ или } \beta = 1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu}, \quad (6.1)$$

где ν - коэффициент поперечного расширения;

e – модуль общей деформации грунта;

β – коэффициент, учитывающий возможность ограниченного расширения грунта основания.

Для крупнообломочных грунтов $\beta = 0,8$, для песков и супесей $\beta = 0,74$, для суглинков $\beta = 0,62$, для глин $\beta = 0,43$.

Модуль деформации крупнообломочных грунтов варьируется в пределах от 20...25 до 50...70 МПа, для расчетов принимаем $E = 45$ МПа.

Классификация грунтов в зависимости от коэффициента относительной сжимаемости m_v (МПа⁻¹):

$m_v \geq 0,5$ (МПа⁻¹) – сильносжимаемые грунты;

$0,05 \leq m_v < 0,5$ – среднесжимаемые грунты;

$m_v < 0,05$ – среднесжимаемые.

Наиболее прочными являются однородные основания и слоистые с согласным залеганием слоев. Для выбора типа фундамента рассматриваются типовые характерные схемы напластования грунтов.

6.2. Схема 1. Площадку слагают достаточно прочные грунты на всю глубину разведанной толщи. К прочным или надежным грунтам относят грунты от скальных, практически несжимаемых, до среднесжимаемых включительно.

Для такой схемы напластования грунтов возможно применение практически всех типов фундаментов на естественном основании (столбчатые, ленточные, сборные, монолитные и т.д.), кроме сплошной плиты.

6.3. Схема 2. Площадку слагают слабые сильносжимаемые грунты, подстилаемые на некоторой глубине более прочными грунтами.

Здесь следует рассмотреть три варианта.

а) Мощность слабого слоя превышает 2...2,5 м. Возможно применение фундамента на естественном основании с прорезкой слабого слоя и опиранием подошвы на более прочный грунт.

б) Мощность слабого слоя 2,5...4 м. Слой может быть заменен грунтовой или песчаной подушкой под подошвой фундаментов на естественном основании либо уплотнен или закреплен. При экономической нецелесообразности этих решений следует рассмотреть другие варианты решений, например, свайных или в виде сплошной плиты.

в) При мощности слабого слоя более 4 м предпочтение отдается свайным фундаментам из забивных свай.

6.4. Схема 3. Площадку слагают прочные грунты, подстилаемые на некоторой глубине слабыми грунтами.

а) Мощность прочных грунтов – не менее 2...3 м. Возможно применение фундаментов на естественном основании с обязательной проверкой устойчивости слабого подстилающего слоя.

б) Мощность прочного слоя – не менее 2 м, а мощность слабого слоя – более 2 м. Здесь возможен свайный вариант или фундамент на искусственном основании.



7. ВЫБОР ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ

Глубина заложения фундаментов определяется с учетом глубин сезонного промерзания грунтов. Расчетная глубина сезонного промерзания грунта d_f у фундаментов представляется по формуле

$$d_f = k_n d_{fn}, \quad (7.1)$$

где d_{fn} – нормальная глубина промерзания;

k_n коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания (табл. 9).

Таблица 9

Коэффициент k_n

Конструктивные особенности здания	Коэффициент k_n при расчетной среднесуточной температуре воздуха в помещении, примыкающем к фундаментам наружных стен и колонн			
	5 ⁰ С	10 ⁰ С	15 ⁰ С	20 ⁰ С и более
Здания (сооружения) без подвалов с полами, устраиваемыми на грунте	0,8	0,7	0,6	0,5
На лагах по грунту	0,9	0,8	0,7	0,6
По утепленному цокольному перекрытию	1,0	0,9	0,8	0,7
Здания (сооружения) с подвалом или техническим подпольем	0,7	0,6	0,5	0,4

Нормативная глубина сезонного промерзания d_{fn} для районов, где эта глубина не превышает 2.5 м, определяется по формуле

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}, \quad (7.2)$$

где d_0 – глубина промерзания, зависящая от вида грунта, принимается равной:

для суглинков и глин $d_0 = 0.28$ м;

супесей, песков мелких и пылеватых $d_0 = 0,34$ м;

M_t – сумма абсолютных среднемесячных значений отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемых по таблице «Температура наружного воздуха» СНиП 2.02.01–82 «Строительная климатология и геофизика».

Глубина заложения фундаментов отапливаемых зданий (сооружений) по условиям недопущения морозного пучения грунтов основания должна назначаться:

- а) для наружных фундаментов – от уровня планировки по табл. 10;
- б) для внутренних фундаментов – независимо от расчетной глубины промерзания грунтов.

В случаях, когда глубина заложения фундамента не зависит от расчетной глубины промерзания d_f , соответствующие грунты, указанные в табл. 10, должны залегать до глубины не менее нормативной глубины промерзания d_{fn} (СНиП 2.02.01 – 83 п.п. 2.26, 2.27).

Таблица 10

Зависимость глубины заложения фундамента от вида грунтов

Виды грунтов и консистенция под подошвой фундамента	Глубина заложения фундамента в зависимости от глубины расположения уровня грунтовых вод d_w , м	
	$d_w \leq d_f + 2$	$d_w > d_f + 2$
Скальные, крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные и средней крупности	Не зависит от d_f (расчетной глубины промерзания)	Не зависит от d_f
Пески мелкие и пылеватые	Не менее d_f	Не зависит от d_f
Супеси при $J_L < 0$	Не менее d_f	Не зависит от d_f
То же при $J_L \geq 0$	Не менее d_f	Не менее d_f
Суглинки, глины, крупнообломочные грунты с пылевато-глинистым заполнителем при консистенции грунта или заполнителя $J_L \geq 0,25$	Не менее d_f	Не менее d_f
То же при $J_L < 0,25$	Не менее d_f	Не менее $0,5 d_f$

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПОДОШВЫ ФУНДАМЕНТОВ

8.1. Расчет производим для железобетонных сборных и монолитных центрально-нагруженных фундаментов под железобетонную колонну сечением 400x400 мм.

Расчетные значения нагрузок N_{Op} , действующие на обрез фундамента по вариантам:

1 - 653 кН	5 - 416 кН	9 - 443 кН
2 - 496 кН	6 - 523 кН	10 - 530 кН
3 - 569 кН	7 - 586 кН	11 - 606 кН
4 - 653 кН	8 - 673 кН	12 - 712 кН

Размеры сборных железобетонных столбчатых фундаментов.

Сечение колонны 400x400 мм

Блок – стакан 1000x1000x1000 мм

Блок – плита 1300x1300 мм

1500x1500 мм

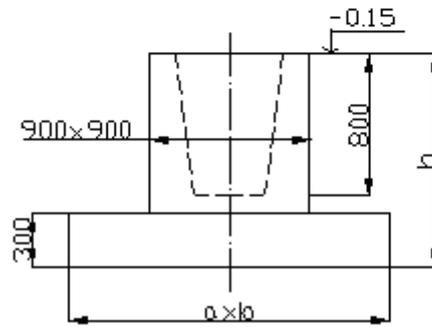
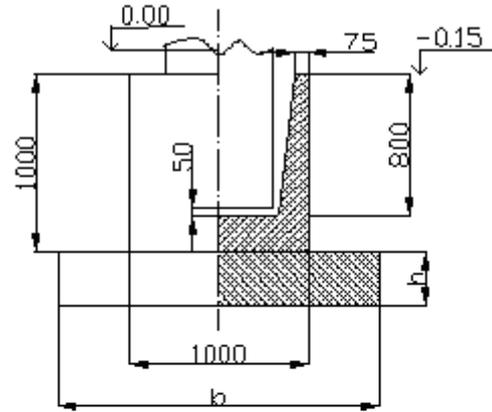
1700x1700 мм

1900x1900 мм

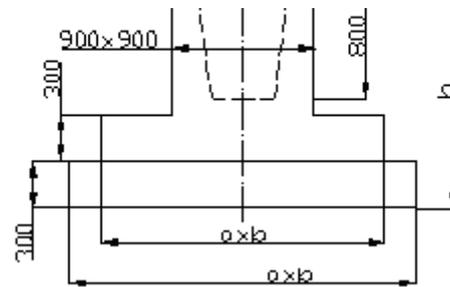
2100x2100 мм

Высота блок-плиты $h = 300$ мм

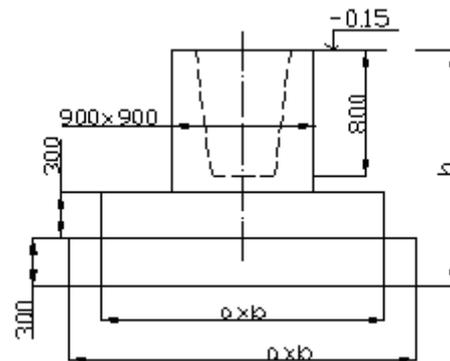
a	b
1500	1800
1500	1800



a	b	a ₁	b ₁
2100	1800	1500	900
2400	1800	1500	900



a	b	a ₁	b ₁
2400	2100	1500	1500
2700	2100	1800	1500



Высота фундамента $h = 1,5; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 4,2$ м

Плотность ж/бетона $2,5 \text{ г/см}^3$

Размеры сборных и монолитных ж/б фундаментов допускается брать по размерам, приведенным выше, либо по Р. И. Трепененкову (Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1980).

8.2. После назначения глубины заложения фундамента и выбранной по варианту расчетного значения нагрузки, действующей на обрез фундамента, вычисляют площадь подошвы фундамента A_1 в первом приближении. Дело в том, что, пока не найдены размеры фундамента, неизвестными остаются его вес $N_{фц}$ и вес грунта обратной засыпки $N_{грц}$, расположенного над уступами. Это вынуждает решать задачу последовательным приближением, используя формулу

$$A_1 = \frac{N_{icol}}{R - \gamma_{mt} d}, \quad (8.1)$$

где A_1 – площадь подошвы фундамента в первом приближении;

N_{icol} - расчетное значение нагрузки, действующей на обрез фундамента;

R – расчетные сопротивления размеров фундамента. Определяются по формулам в зависимости от глубины заложения фундамента H .

$$\text{При } d \leq 2 \text{ м} \quad R = \left[1 + k_1 \left(\frac{b - b_1}{b_1} \right) \right] \left(\frac{d + d_0}{2d_0} \right) \quad (8.2)$$

$$\text{При } d > 2 \text{ м} \quad R = R_0 \left[1 + k_1 \left(\frac{b - b_1}{b_1} \right) \right] + k_2 \gamma'_H (d + d_0), \quad (8.3)$$

где k_1 – коэффициент для крупнообломочных и песчаных грунтов, кроме пылеватых песков, $k_1 = 0,125$. Для пылеватых песков, супесей, суглинков и глин $k_1 = 0,05$;

k_2 – коэффициент для крупнообломочных и песчаных грунтов, $k_2 = 0,25$.

Для супесей и суглинков $k_2 = 0,2$, глин $k_2 = 0,15$;

b – ширина подошвы фундамента;

b_1 – ширина заложения фундамента, $b_1 = 1$ м;

d – глубина заложения фундамента;

d_0 - глубина заложения условного фундамента, $d_0 = 2$ м.

8.3. Определив площадь A_1 , подбирают размеры подошвы фундамента с округлением до 10 см, $A \approx A_1$.

Для ленточных фундаментах нагрузки на уровне обреза собирают на 1 м длины, отсюда ширина b вычисляется по формуле $b = A_1 / l$, для фундаментах с прямоугольной формой подошвы $b = A_1 / a$, где a – принятая длина подошвы. Для фундаментах с квадратной формой подошвы $b = a = \sqrt{A_1}$.

8.4. Для принятых размеров фундамента вычисляют расчетные значения веса фундамента $N_{\phi\Pi}$ и грунта на его уступах $N_{ГР}$.

$$N_{\phi\Pi} = V_{\phi} \gamma_{\delta}, \quad (8.4)$$

где V_{ϕ} – объем фундамента;

γ_{δ} – объемный вес ж/бетона $\gamma_{\delta} = 25 \text{ кН/м}^3$;

$$V_g = \ell b d - V_{\phi\Pi}, \quad (8.5)$$

где V_g – объем грунта на уступах фундамента;

ℓb – длина и ширина фундамента;

d – глубина заложения фундамента;

$$G_{g\Pi} = V_g \gamma_{г}^I \gamma_f, \quad (8.6)$$

где $\gamma_{г}^I$ – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента;

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, $\gamma_f = 1$.

8.5. Затем суммируются все нагрузки, действующие на основание через подошву фундамента, кН:

$$N_{\text{Итот}} = N_{\text{Икол}} + G_{g\Pi} + G_{\phi\Pi\Pi}. \quad (8.7)$$

Определяют среднее давление $P_{ср}$ на грунт основания под подошвой фундамента:

$$P_{\text{Итот}} = \frac{N_{\text{Итот}}}{A}, \quad (8.8)$$

где A – площадь выбранного фундамента.

8.6. Уточняется расчетное сопротивление грунта для принятых размеров фундамента R . Расчетные значения сопротивления грунта R для крупнообломочного грунта допускается не уточнять.

Для остальных грунтов основания расчетное сопротивление R уточняется по формуле

$$R = \frac{\gamma_{C1} - \gamma_{C2}}{K} (M_{\gamma} k_z b \gamma_{г}^I + M_q d_1 \gamma_{г}^I + M_C C_{г}), \quad (8.9)$$

где γ_{C1} и γ_{C2} – коэффициенты условий работы, принимаемые по табл. 3 СНиП 2,02,01–83, с. 8. Коэффициент γ_{C2} принимается по колонке «4 и более»; $K = 1.1$, если прочностные характеристики φ и C приняты по табл. 1 – 3 прил. 1 СНиП 2.02.01-83;

M_{γ} , M_q и M_C – коэффициенты, принимаемые по табл.4 СНиП 2.02.01–83, с. 9, в зависимости от угла внутреннего трения $\varphi_{г}$;

k_z - коэффициент, принимаемый равным:

$k_z = 1$ при $b < 10$ м $k_z = z_0 / b + 0.2$ при $z_0 = 8$ м;

b – ширина (принятая) подошвы фундамента;

d_1 – глубина заложения фундамента;

γ_{II} – осредненное расчетное значение объемного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента. При наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды.

$$\text{Для песчаных грунтов} \quad \gamma_{sw} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e_0}. \quad (8.10)$$

$$\text{Для остальных} \quad \gamma_{sw} = \gamma_s(1 + n) + n\gamma_w, \quad (8.11)$$

где γ_s – удельный вес твердых частиц грунта;

γ_w – удельный вес воды;

e_0 – коэффициент пористости грунта;

n – пористость грунта;

γ_{II}^I - осредненное расчетное значение объемного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента;

C_{II} – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента (кПа).

8.7. Принятые размеры подошвы фундамента должны удовлетворять условиям

$$P_{I \text{ limt}} \leq R.$$

Среднее давление на грунт основания под его подошвой не должно превышать расчетного значения сопротивления грунтов. При этом должно соблюдаться условие

$$\frac{R - P_{I \text{ limt}}}{R} 100\% \leq 5\%.$$

При запасе более 5% размеры подошвы можно уменьшить, приблизив тем самым P_{cp} и R .

9. СВАЙНЫЕ ФУНДАМЕНТЫ

Проектирование свайных фундаментов выполняется по СНиП 2.02.03 – 85 «Свайные фундаменты» (нормы проектирования).

Сваями называют погруженные в грунт или изготовленные в нем жесткие стержни, предназначенные для передачи давления от сооружения по основе.

По условиям работы в грунте сваи подразделяются на сваи–стойки и висячие (сваи трения). К сваям–стойкам относятся сваи, которые опираются на практически несжимаемый грунт. По СНиП 2,02,03 – 85 к таким

грунтам относятся скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем плотным и средней плотности и глины твердой консистенции в водонасыщенном состоянии с модулем деформации $E \geq 50$ МПа.

Сваи–стойки передают давление через пяту, по их боковой поверхности силы трения не возникает. К висячим относятся такие сваи, которые окружены сжимаемыми грунтами. Несущая способность таких свай складывается из сопротивления грунта под нижним концом сваи и по ее боковой поверхности.

В зависимости от способа изготовления, погружения и материала сваи подразделяют на забивные (железобетонные и деревянные), набивные, буропускные и винтовые.

Забивные железобетонные сваи изготавливают самых различных сечений и размеров. По форме поперечного сечения они бывают квадратные, прямоугольные, квадратные с круглой полостью, полые круглые диаметром до 800 мм (рис. 1). На каждый вид свай устанавливается стандарт, который приводится в справочной литературе. Например, сваи имеют размеры сечений от 0,2х0,2 до 0,4х0,4 м и длину от 3 до 20 м. Полые круглые сваи длиной от 4 до 12 м и диаметром 0,4; 0,5; 0,6 и 0,8 м. Они изготавливаются с открытыми и закрытыми нижними концами, в случае необходимости стыкуются по длине. По форме продольного сечения забивные железобетонные сваи подразделяются на призматические и с наклонными боковыми гранями – пирамидальные, трапецеидальные, и ромбовидные (рис. 2).

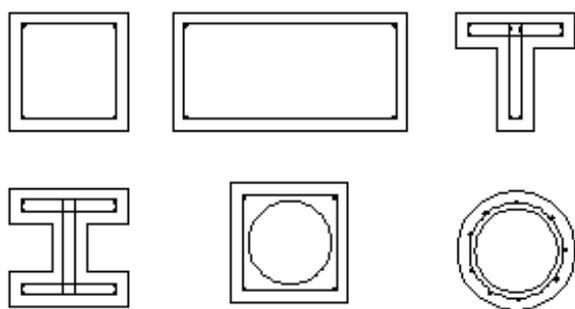


Рис. 1. Формы поперечного сечения свай

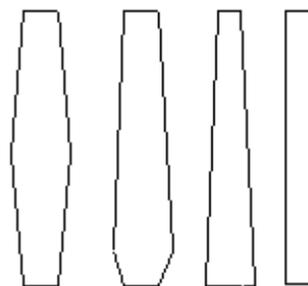


Рис. 2. Формы продольного сечения свай

Набивные сваи в отличие от забивных изготавливаются непосредственно на строительной площадке. В строительной практике применяются следующие разновидности набивных свай:

а) безоболочковые – изготавливаются в скважинах без крепления ее стенок. Скважины заполняются бетонной смесью с тщательным трамбованием или вибрированием, что позволяет получить сваю со значительной несущей способностью. Для ее увеличения устраивают уширенную часть путем разбуривания;

б) с извлекаемой оболочкой – изготавливаются путем погружения в грунт оболочки с наконечником на нижнем конце. Выполняются забивкой, вибрированием или резе бурением с последующим заполнением бетонной смесью и тщательным уплотнением. Изготовленные таким образом набивные сваи с теряемым в грунте наконечником по несущей способности и качеству изготовления приближаются к забивным сваям;

в) с неизвлекаемой оболочкой – устраивается в условиях напорных грунтовых вод, так как в этих условиях бетонная пробка в нижней части оболочки может быть нарушена и поэтому трудно обеспечить сплошность ствола сваи.

Сваи–стойки. Несущую способность F_d (кН) забивной сваи–стойки квадратной, прямоугольной или полый круглой диаметром до 0,8 м и сваи-оболочки, набивной сваи и сваи-столба, опирающихся на скальный грунт, следует определять по формуле

$$F_d = \gamma_c R A, \quad (9.1)$$

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

A – площадь опирания на грунт сваи, m^2 ;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи-стойки, принимаемое:

а) для всех видов забивных свай, опирающихся нижним концом на скальные и крупнообломочные (валунные, галечниковые, щебенистые, гравийные и дресвяные) грунты с песчаным заполнителем, $R=20$ МПа;

б) для набивных свай, свай-оболочек, заполняемых бетоном, и свай-столбов, заделанных в невыветренный скальный грунт (без слабых прослоек) не менее чем на 0,5 м, по формуле

$$R = \left(\frac{R_{сн}}{\gamma_g} \right) \left(\frac{\ell_d}{d_f} + 1.5 \right), \quad (9.2)$$

где $R_{сн}$ – нормативное (среднее арифметическое значение) временное сопротивление скального грунта одноосному сжатию и водонасыщенном состоянии, кПа;

$\gamma_g = 1,4$ – коэффициент надежности по грунту;

ℓ_d – расчетная глубина заделки набивной сваи, сваи-оболочки и сваи столба в скальный грунт, м;

d_f – наружный диаметр заделанной в скальный грунт части набивной сваи, сваи-оболочки и сваи-столба, м;

в) для свай-оболочек, равномерно опираемых на поверхность невыветренного скального грунта, прикрытого слоем нескальных неразрываемых грунтов, толщиной не менее трех диаметров сваи-оболочки по формуле

$$R = \frac{R_{сн}}{\gamma_g}. \quad (9.3)$$

Висячие забивные сваи. Несущую способность F_d (кН) висячей забивной сваи (квадратной, квадратной с круглой полостью, прямоугольной и полый, круглой диаметром до 0.8 м) и сваи-оболочки, не заполненной бетоном, работающих на сжимаемую нагрузку, следует определять как сумму расчетных сопротивлений грунтов оснований под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности по формуле

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{CR} RA + u \sum_{i=1}^n \gamma_{Cf} h_i f_i \right), \quad (9.4)$$

где $\gamma_c = 1$ – коэффициент условной работы сваи в грунте;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, определяемое по табл. 11;

Таблица 11

Расчетные сопротивления под нижним концом свай

Глубина погружения нижнего конца сваи	Расчетные сопротивления под нижним концом забивной сваи и сваи-оболочек R , кПа						
	Песчаных грунтов средней плотности						
	гравелистых	крупных	средней крупности	мелких	пылеватых		
	Пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести J_L , равном						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	7500	6600/4000	3000	3100/ 2000	2000/ 1200	1100	600
4	8300	6800/5100	3800	3200/ 2500	2100/ 1600	1250	700
5	8800	7000/6200	4000	3400/ 2800	2200/ 2000	1300	800
7	9700	7300/6900	4300	3700/ 3300	2400/ 2200	1400	850
10	10500	7700/7300	5000	4000/ 3500	2600/ 2400	1500	900
15	11700	8200(820)/ 7500(750)	5600	4400	2900	1650	1000

A – площадь опирания на грунт сваи, принимаемая по площади поперечного сечения сваи брутто или по площади сваи оболочки нетто, m^2 ;

u – наружный периметр поперечного сечения сваи, м;

f_i – расчетное сопротивление i – слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, определяемое по табл.12, кПа;

γ_{CR} , γ_{Cf} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта, определяемые по табл. 13 – 14 и принимаемые независимо друг от друга.

Таблица 12

Расчетные сопротивления по боковой поверхности свай

Средняя глубина распо- ложения слоя грунта, м	Расчетные сопротивления на боковой поверхности забивных свай и свай-оболочек f_i , кПа								
	Песчаных грунтов средней плотности								
	крупных и средней крупности	мел- ких	пылеватых						
			Пылевато–глинистых грунтов при показателе текучести J_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

Таблица 13

Коэффициенты условий работы грунта

Способы погружения свай и свай–оболочек без выемки грунта	Коэффициенты условий работы грунта, учитываемые независимо друг от друга при расчете несущей способности забивных висячих свай	
	под нижним концом сваи γ_{CR}	на боковой поверхности сваи γ_{Cf}
	1	2
1. Погружение забивкой сплошных и полых с закрытым концом свай механическими (подвесными) паровоздушными и дизельными молотами	1,0	1,0

Продолжение табл. 13

1	2	3
2. Погружение забивкой и вдавливанием в предварительно пробуренные скважины (лидеры) с заглублением концов не менее 1 м ниже забоя скважины при ее диаметре:	1,0	0,5
равном стороне квадратной сваи	1,0	0,5
на 0,05 м меньше стороны квадратной сваи;	1,0	0,6
на 0,15 м меньше стороны квадратной или диаметра круглой сваи (для опор линии электропередачи)	1,0	1,0
3. Погружение с подмывом в песчаные грунты при условии добивки свай на последнем метре погружения без применения подмыва	1,0	0,9
4. Вибропогружение свай-оболочек, вибропогружение и вибровдавливание свай в грунты		
Песчаные средней плотности		
пески крупные и средней плотности	1,2	1,0
то же, мелкие	1,1	1,0
то же, пылеватые	1,0	1,0
Пылевато – глинистые с показателем текучести 0.5		
Супеси	0,9	0,9
Суглинки	0,8	0,9
Глины	0,7	0,9
Пылевато – глинистые с показателем текучести меньше либо равно 0	1,0	1,0

Таблица 14

Значения коэффициентов работы грунта

Виды свай и способы их устройства	Коэффициент условий работы γ_{cf}			
	в песках	в супесях	в суглинках	в глинах
Набивные, устраиваемые путем забивки инвентарной трубы с наконечником	0,8	0,8	0,8	0,7
Набивные виброштампованные	0,9	0,9	0,9	0,19
Буронабивные (в том числе с уширенной пятой), бетонизируемые: при отсутствии воды в скважине (сухим способом), а также при использовании обсадных инвентарных труб под водой или под глинистым раствором	0,7	0,7	0,7	0,7
под водой или глинистым раствором	0,6	0,6	0,6	0,6
Буронабивные, полые, круглые, устраиваемые при отсутствии воды в скважине	0,8	0,8	0,8	0,7
Свай–оболочки, погружаемые вибрированием с выемкой грунта	1,0	0,9	0,7	0,6
Свай–столбы	0,7	0,7	0,7	0,6
Буроинъекционные, изготавливаемые под защитой обсадных труб или бентонитового раствора с опрессовкой давлением 200 – 400 кПа (2..4 атм.)	0,9	0,8	0,8	0,8

Примечания:

1. В случаях, когда в табл. 11 значение R указаны дробные, числитель относится к пескам, а знаменатель – к глинам.
2. В табл. 10 и 11 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, намыве, подсыпке от 3 до 10 м – от условной отметки, расположенной соответственно на 3 м и выше уровня срезки или на 3 м ниже уровня подсыпки.

3. Для промежуточных глубин погружения свай и свай–оболочек и промежуточных значений J_L пылевато–глинистых грунтов значения R и f_1 определяются интерполяцией.
4. Для плотных песчаных грунтов, степень плотности которых определена по материалам статического зондирования, значения по табл. 10 для свай, погруженных без использования подмыва или лидерных скважин, следует увеличивать на 100%. При определении степени плотности грунта по материалам других видов инженерных изысканий и отсутствии данных статического зондирования для плотных песков по табл. 11 следует увеличить на 60%, но не более чем до 20 МПа.
5. Значения расчетного сопротивления R по табл. 10 допускается использовать при условии, если заглубление сваи в неразмываемый и несрезаемый грунт составляет не менее 3 м.
6. Значения расчетного сопротивления R под нижним концом забивных свай сечением 0,15x0,15 м и менее, используемых в качестве фундаментов под внутренние перегородки одноэтажных производственных зданий, допускается повышать на 20%.
7. Для забивных свай, опирающихся нижним концом на рыхлые песчаные грунты или на пылевато–глинистые грунты с показателем текучести больше 0,6, несущую способность следует определять по результатам статических испытаний свай.
8. При определении по табл. 12 расчетных сопротивлений грунтов на боковой поверхности свай–оболочек и свай f_1 пласты грунтов следует расчленять на однородные слои толщиной не более 2 м.
9. Расчетные сопротивления супесей и суглинков с коэффициентом пористости менее 0,6 следует увеличивать на 15% против значений, приведенных в табл. 15, при любых значениях показателя текучести.

Висячие набивные сваи и сваи–оболочки. Несущую способность набивных свай с уширенной пятой диаметром до 0,8 м и без уширения, свай–оболочек, воспринимающих осевую сжимающую нагрузку, следует определять по формуле

$$F_d = \gamma_C \left(\gamma_{CR} RA + u \sum_{i=1}^n \gamma_{Cf} f_i h_i \right), \quad (9.5)$$

где γ_C – коэффициент условий работы сваи, принимаемый в случае опирания ее на пылевато–глинистые грунты со степенью влажности $S_r < 0,9$ и на лессовые или лессовидные грунты, – $\gamma_C = 0,8$, а в остальных случаях $\gamma_C = 1$; γ_{CR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи, принимаемый $\gamma_{CR} = 1$ во всех случаях, за исключением свай с камуфлетным уширением, для которых $\gamma_{CR} = 0,9$;

A – площадь опирания на грунт сваи, принимаемая по площади поперечного сечения сваи брутто или по площади сваи оболочки нетто, м^2 ;

u – наружный периметр поперечного сечения сваи, м ;

f_i – расчетное сопротивление i -слоя грунта основания на боковой поверхности сваи;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, сваи-оболочки, погружаемой с выемкой грунта из полости с последующим заполнением ее бетоном, допускается принимать:

а) для крупнообломочных грунтов с песчаным заполнителем и песчаных грунтов в случае устройства набивной сваи с уширенной пятой и без уширения сваи-оболочки, погружаемой с полным удалением грунтового ядра и сваи-столба, по формуле

$$R = 0,75\alpha_4(\gamma'_i d\alpha_1 + \alpha_2\alpha_3\gamma_i\ell), \quad (9.6)$$

а в случае сваи-оболочки, погружаемой с сохранением ненарушенного ядра из указанных грунтов на высоту 0,5 м и более, по формуле

$$R = 0,75\alpha_4(\gamma'_i d\alpha_1 + \alpha_2\alpha_3\gamma_i\ell), \quad (9.7)$$

где $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - безразмерные коэффициенты, принимаемые по табл. 15 в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения φ_1 грунта основания;

γ'_i - расчетное значение удельного веса грунта в основании набивной сваи, сваи-оболочки (при водонасыщенных грунтах с учетом взвешивающего действия воды), $\text{кН}/\text{м}^3$;

γ_i - осредненное (по слоям) расчетное значение удельного веса грунтов, расположенных выше нижнего конца набивной сваи, сваи-оболочки (при водонасыщенных грунтах с учетом взвешивающего действия воды), $\text{кН}/\text{м}^3$;

d - диаметр набивной сваи, уширения (для сваи с уширенной пятой), сваи-оболочки, отсчитываемый от природного рельефа или планировочной отметки (при планировке срезкой), м ;

б) для глинистых грунтов в случае устройства набивной сваи с уширением и без уширения, сваи-оболочки, погружаемой с выемкой грунтового ядра (частичной или полной) и заполнением полости бетоном по табл. 16.

Таблица 15

Значения коэффициентов к определению расчетных сопротивлений набивных свай и свай–оболочек

Обозначение коэффициентов	Значения коэффициентов к определению расчетных сопротивлений								
	23	25	27	29	31	33	35	37	39
α_1	9,5	12,6	17,3	24,4	34,6	48,6	71,3	108	163
α_2	18,6	24,8	32,8	45,5	64	87,6	127	185	260
α_3 при $l/d = :$									
4	0,78	0,79	0,8	0,82	0,84	0,85	0,85	0,85	0,87
5	0,75	0,76	0,77	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85
7,5	0,68	0,7	0,71	0,74	0,76	0,78	0,8	0,82	0,84
10	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81
12,5	0,58	0,61	0,63	0,67	0,7	0,73	0,75	0,78	0,8
15	0,55	0,58	0,61	0,65	0,68	0,71	0,73	0,76	0,79
17,5	0,51	0,55	0,58	0,62	0,66	0,69	0,72	0,76	0,78
20	0,49	0,53	0,57	0,61	0,65	0,68	0,72	0,75	0,78
22,5	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77
25 и более	0,44	0,49	0,54	0,59	0,63	0,67	0,7	0,74	0,77
α_4 при $d = 0.8$ и более	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22
0.4	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,2	0,19	0,18	0,17

Примечание. Для промежуточных значений величины коэффициентов определяются интерполяцией.

Таблица 16

Расчетные сопротивления под нижним концом набивных свай и свай – оболочек

Глубина заложения нижнего конца сваи, м	Расчетные сопротивления под нижним концом набивных свай и свай – оболочек						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	850	750	650	500	400	300	250
5	1000	850	750	650	500	400	350
7	1150	1000	850	750	600	500	450
10	1350	1200	1050	950	800	700	600
11	1550	1400	1250	1100	950	800	700
15	1800	1650	1500	1300	1100	1000	800
18	2100	1900	1700	1500	1300	1150	950
20	2300	2100	1900	1650	1450	1250	1050
30	3300	3000	2600	2300	2000	-	-
40	4500	4000	3500	3000	2500	-	-

Рекомендуемая литература

1. Трепененков, Р.И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий [Текст] / Р.И. Трепененков. М.: Стройиздат, 1980.
2. Шерешевский, И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений [Текст] / И.А. Шерешевский. М.: Стройиздат, 1978.
3. СНиП 2,01,07 – 85. Нагрузки и воздействия [Текст]. М.: Стройиздат, 1986.
4. СНиП 2,02,01 – 83. Основание зданий и сооружений [Текст]. М.: Стройиздат, 1985.
5. СНиП 2,01,01 – 82. Строительная климатология и геофизика [Текст]. М.: Стройиздат, 1983.
6. Глотов, Н.М. Механика грунтов [Текст] / Н.М. Глотов. М., 1990.
7. Цытович, Н. А. Механика грунтов [Текст] / Н.А. Цытович. М., 1983.
8. Швецов, Г. И. Основания и фундаменты [Текст]: справочник / Г.И. Швецов. М.: Высш. шк., 1991.