

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
Г Л А В Н И Й П Р О Е К Т

ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
"ЭНЕРГΟΣЕТИПРОЕКТ"
Северо-западное отделение

Р У К О В О Д С Т В О

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СБОР ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ
И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПО СТАЦИИ
СВАЯНЫЕ ОСНОВАНИЕ И ФУНДАМЕНТЫ
РАЗДЕЛ 7
(3-я редакция)

Главный инженер
К.ТН

К.КРЯКОВ

Начальник технического
отдела

В.ГАЛЫНЕРИН

Руководитель ДКЭСС
К.Т.П

А.КУРНОСОВ

Гл. инженер проекта

Н.СОЛОВЬЕВ

ИНВ. № 3041ТМ-Т5

3041тм-т5

А Н Н О Т А Ц И Я

Раздел "Свайные основания и фундаменты".
Руководства по проектированию опор линий электропередачи
и распределительных устройств подстанций разработан
как дополнение к разделу "Основание и фундаменты"
(3-я редакция), инв. № 3041тм-т2.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящие указания распространяются на проектирование свайных фундаментов опор линий электропередачи и РУ подстанций из висячих свай и свай оболочек диаметром до 0,8 м, погружаемых в грунт путем забивки и вибропогружения. К висячим относятся свай оболочки, опирающиеся на сжимаемые грунты.

2. Свай и свай-оболочки могут применяться в любых грунтах, в которых обеспечивается возможность их погружения. Свай-оболочки могут применяться с закрытым и открытым нижним концом. Деревянные сваи для постоянных сооружений допускается применять при условии заложения голов свай ниже наименьшего уровня грунтовых вод.

Для фундаментов деревянных опор допускается применение деревянных свай независимо от наличия и уровня грунтовых вод.

Ниже, в Руководстве... под термином "свай" понимаются сплошные железобетонные сваи квадратного, круглого и прямоугольного сечений, также свай-оболочки диаметром до 0,8 м и деревянные сваи диаметром 0,15 м и больше.

3. Рабочая длина свай, кроме свай под оборудование ОРУ, должна быть не менее 4,0 м. Для фундаментов деревянных опор допускается применение свай при рабочей длине не менее 3,0 м.

ПРИМЕЧАНИЕ: За рабочую длину принимается длина погруженной в грунт части свай за вычетом заострения. В рабочую длину не включается толщина слоя ила при $\gamma > 1$ и торфа.

4. Сваи при сооружении фундаментов линий электропередачи и РУ подстанций рекомендуется применять во всех

случаях, когда свайные фундаменты экономически целесообразны, а также при возможных размывах грунта основания, которые могут представить опасность для монолитных или сборных фундаментов, и в обводненных грунтах при опасности привести грунт основания в пилевинное состояние в процессе водоотлива из котлованов.

Основные указания по расчету

5. Расчет свай и свайных фундаментов производится по несущей способности и по деформациям.

По несущей способности во всех случаях рассчитываются основания как одиночных свай, так и свай в свайных кустах. Основания свайных фундаментов в целом рассчитываются по несущей способности, если основание ограничено откосами.

По деформациям рассчитываются

Фундаменты, состоящие из кустов свай и воспринимающие вдавливающие нагрузки — по осадкам;

Фундаменты, состоящие как из одиночных свай, так и свайных кустов — по перемещениям от горизонтальных нагрузок.

6. Расчет свайных фундаментов и их оснований по несущей способности производится на сочетания расчетных нагрузок, расчет по деформациям — на сочетания нормативных нагрузок.

Расчет свай и свай-оболочек по несущей способности

7. Расчет свай и свай-оболочек по несущей способности из условия сопротивления грунта основания свай осевым нагрузкам производится по формулам:

$$N \leq P \quad (1)$$

$$N/B \leq P/B \quad (2)$$

где: N, N_b - осевые вдавливающая и выдергивающая расчетные нагрузки;

R, R_b - несущая способность свай при вдавливании и выдергивании.

3. Несущая способность $R(t)$ свай по грунту, работающей на осевую вдавливающую нагрузку, определяется как сумма расчетных сопротивлений грунта основания под нижним концом свай и на ее боковой поверхности по формуле:

$$R = \frac{m}{K_n} (m_1 m_{ac} R^H F + m_2 m_{bn} \sum f_i^H l_i + 1,19 \gamma z)$$

Несущая способность $R_b(t)$ свай, работающей на осевую выдергивающую нагрузку, определяется как суммарное расчетное сопротивление грунта основания на боковой поверхности свай по формуле

$$R_b = \frac{1}{K_n} m m_2 m_{bn} \sum f_i^H l_i + 0,9 \gamma z \quad (4)$$

где: K_n - коэффициент безопасности, принимаемый $K=1,4$;

m - коэффициент условий работы опоры принимаемый для промежуточных опор $m=1$, для промежуточно-угловых, анкерно-угловых и концевых опор $m=0,75$;

m_1 и m_2 - коэффициенты условий работы, принимаемые для фундаментов под промежуточные опоры $m_1=1$; $m_2=1$;

под промежуточно-угловые, анкерно-угловые и концевые опоры $m_1=1,1$

в песчаных грунтах

при вдавливающей нагрузке $m_2=1,2$

при выдергивающей нагрузке $m_2=1,0$

- в глинистых грунтах
 - при $J_i < 0,6 m_2 = 0,95,$
 - при $J_i \geq 0,6 m_2 = 0,75;$
- m_{oc} - коэффициент условий работы грунта под нижними концами свай, зависящий от способа погружения свай и принимаемый по таблице 3;
- $m_{сн}$ - коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности свай, зависящий от способа погружения свай и принимаемой по таблице 3;
- F - площадь опирания на грунт свай в m^2 , принимаемая по площади поперечного сечения свай брутто;
- R^H - нормативное сопротивление грунта под нижним концом свай в t/m^2 , определяемое по таблице 1;
- u - периметр поперечного сечения свай в м;
- f_i^H - нормативное сопротивление i -го слоя грунта основанной на боковой поверхности свай в t/m^2 , определяемой по таблице 2;
- l_i - толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью свай в м;
- $G_{ср}$ - вес свай и части ростверка, приходящейся на одну сваю в т.

Для фундаментов специальных переходных опор больших переходов R^H и f_i^H определяются по таблицам 1 и 2 СНиП II-Б, 6-67, при этом m принимается при вдавливающей нагрузке $m = 1$, при выдерживающей нагрузке $m = 0,8$, если расчетная удерживающая сила веса свай ростверка составляет не менее 0,75 от величины расчетной выдерживающей нагрузки и $m = 0,6$, если эта сила меньше указанной величины

3041тм-т5

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Вес свай и части ростверка γ_{cp} при расчете выдерживаемых фундаментов принимается с учетом снижения объемного веса на 1 т/м³ элементов фундамента, находящихся ниже уровня воды.

2. При опирании концов свай, работающих на вдавливание, на рыхлые несвязные грунты или на глинистые грунты консистенции $I_L > 0,6$ несущая способность свай проверяется по результатам испытаний пробных свай, погруженных в эти грунты

3. Несущая способность работающих на выдергивание свай проверяется по результатам испытаний пробных свай, если нижняя часть основания свай по высоте более 1/3 рабочей длины свай сложена рыхлыми песками или глинистыми грунтами консистенции $I_L > 0,6$.

НОРМАТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ГРУНТА
ПОД НИЖНИМИ КОНЦАМИ СВАЙ. R^H т/м²

Нормативное сопротивление R^H в т/м ²																
Песчаные грунты средней плотности						Суглей консистенции, равной		Суглинков и глин консистенции J_z , равной								
I	Гравелистых	Крупных	Средней крупности	Мелких	Пылеватых	Суглей		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,75	1,0
						≤ 0	> 0 $\leq 1,0$									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	910	730	335	210	140	140	100	875	596	376	250	170	110	80	50	12
4	1090	765	350	220	150	150	105	1000	680	455	305	205	136	80	55	13
5	1070	790	370	240	160	160	110	1070	740	500	340	230	160	95	60	15
6	1130	810	380	255	165	165	115	1130	775	530	365	250	170	110	65	15
8	1210	865	410	280	175	175	120	1210	840	570	400	275	180	120	75	16
10	1270	885	435	300	180	180	130	1270	885	605	425	290	195	130	80	17
12	1340	915	460	316	190	190	140	1340	920	640	460	305	200	140	85	18

Таблица 2

Нормативное сопротивление грунта на боковой поверхности свай f^H в т/м²

Средняя глубина располо- жения слыи грунта в м	Нормативное сопротивление f^H т/м ²											
	Песчаных грунтов средней плотности			Супесей конси- стенции равной		Суглинков и глин консистенции I_L , равной						
	крупных и сред- ней круп- ности	Мел- ких	пыле- ватых	≤ 0	> 0 $\leq 1,0$	$\leq 0,2$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,75	1,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3,95	2,55	1,60	1,60	1,10	5,35	4,00	2,90	2,10	1,55	0,90	0,60
2	4,80	3,30	2,30	2,30	1,60	6,20	4,90	3,75	2,90	2,20	1,35	0,90
3	5,35	3,75	2,65	2,65	1,85	6,90	5,60	4,50	3,45	2,60	1,65	1,20
4	5,80	4,15	3,00	3,00	2,10	7,40	6,05	5,00	3,90	2,90	1,70	1,20
5	6,20	4,45	3,15	3,15	2,20	7,75	6,50	5,40	4,25	3,15	1,72	1,20
6	6,55	4,60	3,40	3,40	2,40	8,00	6,80	5,70	4,50	3,35	1,76	1,20
8	7,05	5,05	3,65	3,65	2,55	8,50	7,15	5,95	4,75	3,45	1,78	1,20
10	7,45	5,35	3,90	3,90	2,75	8,85	7,50	6,20	4,30	3,55	1,79	1,20
12	7,75	5,60	4,15	4,15	2,90	9,20	7,90	6,45	5,10	3,65	1,80	1,20

ПРИМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦАМ 1 И 2

1. В таблицах 1 и 2 глубину расположения острия свай и среднюю глубину расположения слоя грунта при планировке территории срезкой следует принимать от уровня планировки, при планировке территории подсыпной (намывом) - от уровня природного рельефа при выполнении подсыпки (намыва) из глинистых грунтов и от уровня подсыпки (намыва) при выполнении подсыпки (намыва) из песчаных грунтов.

2. Для промежуточных глубин забивки свай и промежуточных значений консистенции в глинистых грунтах, значения R^H и f^H определяют интерполяцией соответственно по табл. 1 и 2.

3. Для плотных песчаных грунтов значения R^H и f^H по таблицам 1 и 2 допускается увеличивать на 30%, кроме случаев, когда свая погружается в предварительно пробуренную скважину. Для рыхлых песчаных грунтов нормативные сопротивления грунтов допускается принимать равным 0,8 от сопротивлений по таблицам 1 и 2.

4. При определении нормативных сопротивлений грунтов на боковой поверхности свай пласти грунтов расчленяются на однородные слои толщиной не более 2 м.

Коэффициенты условий работы грунта

ПОД НИЖНИМИ КОНЦАМИ СВАЙ M_{oc} И НА БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ СВАЙ M_{cn} В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ

№№ п/п	Способы погружения свай и виды грунтов	Коэффициенты условий работы грунта	
		Под нижними концами свай M_{oc}	На боковой по- верхности сва M_{cn}
1	2	3	4
1	Погружение забивкой	1,0	1,0
2	Погружение забивкой в предварительно пробуренные скважины (линеры) с заглублением концов свай не менее 1 м ниже забоя скважины при ее диаметре:		
	а) равной стороне квадратной свай	1,0	0,5
	б) на 50 мм меньшем стороны свай	1,0	0,6
	в) на 150 мм меньшем стороны свай	1,0	1,0
3	Погружение с подбивом в песчаные грунты при условии добивки свай на последнем метре погружения без применения подбива	1,0	0,9
4	Вибропогружение в грунты:		
	а) песчаные средней плотности:		
	пески крупные и средней крупности	1,2	1,0
	пески мелкие	1,1	1,0
	пески пылеватые	1,0	1,0

3041TM-T5

1	2	3	4
б) глинистые с консистенцией $\gamma_L = 1,0$			
	супеси	0,8	0,8
	суглинки	0,7	0,8
	глины	0,6	0,8
в) глинистые с консистенцией $\gamma_L = 0,5$			
	супеси	0,9	0,9
	суглинки	0,8	0,9
	глины	0,7	0,9
г) глинистые с консистенцией $\gamma_L \leq 0$			
		1,0	1,0
5	Погружение молотами любой конструкции свай с открытыми нижним концом:		
	а) при диаметре полости свай менее 40 см	1,0	1,0
	б) при диаметре полости свай более 40 см	0,7	1,0

ПРИМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦЕ 3

1. Если способ погружения свай обуславливает в соответствии с таблицей ей одновременное применение нескольких коэффициентов, коэффициенты m_{oc} и m_{Sn} принимаются как произведение коэффициентов, найденных по таблице.
2. Коэффициенты по пункту 4 таблицы для глинистых грунтов находятся интерполяцией в зависимости от γ_L

3041тм-т5

9. Сваи, кроме полых с открытым нижним концом, могут погружаться в лидерные скважины, образованные сверлением или прокалыванием грунта, при следующих условиях:

а) грунт должен держать стенки скважины;

б) свая должна погружаться в грунт сразу после сверления (прокалывания) скважины;

в) для свай, воспринимающих выдергивающую нагрузку, диаметр скважин должен быть не больше

диаметр сверленной скважины

$$d_1 \leq d - 150 \text{ мм}, \quad (5)$$

диаметр проколотой скважины

$$d_1 \leq d - 100 \text{ мм} \quad (6)$$

d - диаметр цилиндрической или сторона квадратного поперечного сечения призматической сваи;

г) глубина лидерной скважины во всех случаях должна быть меньше глубины погружения свай не менее, чем на 1,0 м

ПРИМЕЧАНИЕ: для свай, воспринимающих только вдавливающую нагрузку допускается увеличение диаметра лидерной скважины; для свай квадратного сечения максимальный диаметр скважины равен стороне сечения свай; при расчете таких свай вводятся коэффициенты согласно таблице 3.

10. Несущая способность вертикальных свай с рабочей длиной $l < 25 d$ при действии наклонной выдергивающей нагрузки, определяемая формулой (4), уменьшается путем умножения на коэффициент β , зависящий от величины отношения a/N , где a - горизонтальная составляющая расчетной нагрузки, N - вертикальная составляющая расчетной нагрузки

При $Q/N = 0,12$

$Q/N = 0,35$

$Q/N = 0,55$

$\beta = 1,0$

$\beta = 0,90$

$\beta = 0,60$

Коэффициент β принимается равным 1 при любых отношениях Q/N , если

- а) рабочая длина вертикальных свай $l \geq 25 d$
- б) сваи погружены с наклоном в сторону действия горизонтальной составляющей нагрузки при угле не менее 10° к вертикали.

II. Если в пределах длины свай имеются напластования торфа мощностью более 30 см и возможна планировка территории подсыпкой или иная загрузка территории, эквивалентная подсыпке, то сопротивление грунта, расположенного выше подошвы нижнего (в пределах глубины забивки свай) слоя торфа, при расчете несущей способности вдавливаемой свай принимается:

а) при подсыпках до 2 м - для грунтовой подсыпки и торфа равным нулю, а для минеральных пластов естественного грунта - положительным значениям по табл. 2.

б) при подсыпках от 2 до 5 м - для грунтов, включая подсыпку, равным 0,4 от значений, указанных в таблице 2 взятых со знаком минус, а для торфа - минус 0,5 т/м²;

в) при подсыпках более 5 м - для грунтов, включая подсыпку равным значениям, указанным в табл. 2, взятым со знаком минус, а для торфа - минус 0,5 т/м².

Расчет свай, свайных фундаментов и их оснований по деформациям

12. Расчет свайного фундамента от осевых вдавливающих нагрузок по осадкам производится как для условного

3041 ТН - Т.5

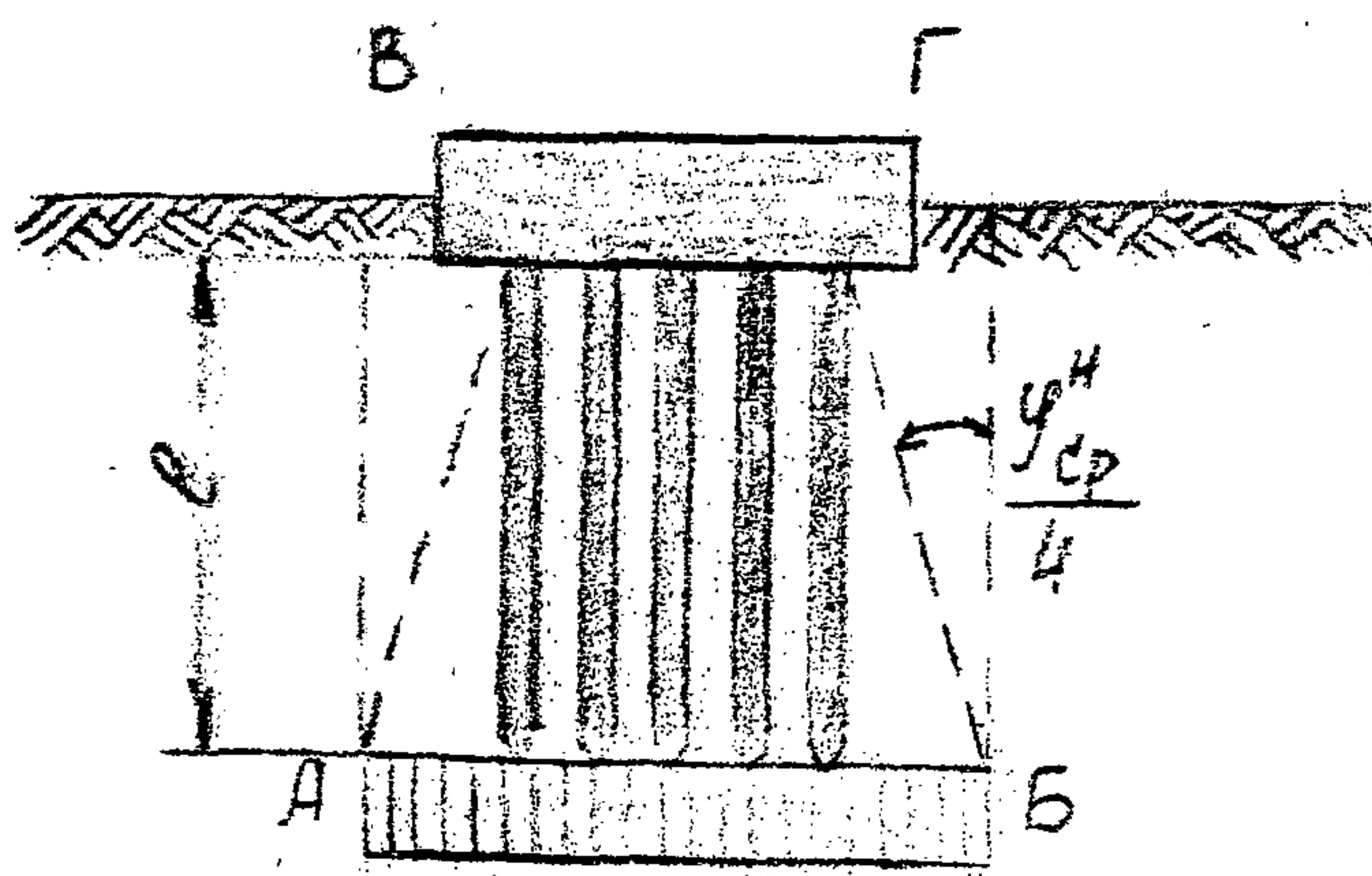


Схема определения границ условного фундамента
при расчете осадок свайных фундаментов

фундамента на естественном основании в соответствии с требованиями главы СНиП II-V.1 - "Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования". Границы условного фундамента (рис. 1) определяются следующим образом:

- снизу - плоскостью АБ, проходящей через концы свай, боков - вертикальными плоскостями АБ и БГ, отстоящими от наружных граней свай крайних рядов на расстоянии

$$l \operatorname{tg} \frac{\gamma_{\text{ср}}''}{4} \quad (7)$$

Сверху - поверхностью планировки грунта ВГ, где $\gamma_{\text{ср}}''$ - средневзвешенное значение нормативного угла внутреннего трения, определяемое по формуле

$$\gamma_{\text{ср}}'' = \frac{\gamma_1'' l_1 + \gamma_2'' l_2 + \dots + \gamma_n'' l_n}{l} \quad (8)$$

$\gamma_1''; \gamma_2''; \dots; \gamma_n''$ - нормативные значения угла внутреннего трения для отдельных прослойных сваями слоев грунта толщиной соответственно $l_1; l_2; \dots; l_n$

В собственный вес условного фундамента при определении его осадки включается вес свай и ростверка, а также вес грунта в объеме условного фундамента.

Полученные по расчету величины осадок S свайного фундамента не должны превышать предельно допустимых значений согласно формуле:

$$S \leq S_{\text{пр}} \quad (9)$$

где: $S_{\text{пр}}$ - предельная величина осадки свайного фундамента, принимаемая

для нормальных промежуточных опор $S_{\text{пр}} = 0,0025B$,

для нормальных анкерных и угловых опор $S_{\text{пр}} = 0,0025B$

для специальных опор $S_{\text{пр}} = 0,0025B$. При этом средняя осадка фундаментов для специальных опор не должна превышать 20 см.

3041тм-т5

Здесь B - расстояние между точками опирания опоры в направлении действия горизонтальной силы.

13. Одноточные сваи от действия осевых нагрузок, вращающихся и выдерживающих по деформациям не рассчитываются.

14. Свайные кусты по деформациям от действия осевых выдерживающих нагрузок не рассчитываются.

15. Расчет свай, заделанной в свайный ростверк и работающей на горизонтальную нагрузку, по деформациям (перемещениям) сводится к ограничению нормативной величины горизонтальной нагрузки Q^H в т, действующей на сваю от сооружения на уровне подошвы свайного ростверка и определяемой по формуле

$$Q^H \leq R_2^H \quad (10)$$

где: R_2^H - сопротивление вертикальной сваи горизонтальной нагрузке в т, соответствующее величине горизонтального перемещения головы сваи Δ_r , устанавливаемой в задании на проектирование.
При $\Delta_r = 1$ см значение R_2^H , приложенной на уровне подошвы свайного ростверка принимается по табл. 4. При $\Delta_r < 1$ см значение R_2^H определяется интерполяцией между значением R_2^H , соответствующим $\Delta_r = 1$ см по табл. 4 и значением $\Delta_r = 0$ соответствующим $R_2^H = 0$.

Сопротивление вертикальных железобетонных свай горизонтальной нагрузке при горизонтальном перемещении головы свай = 1,0 см (головы свай жестко заделаны в ростверк)

Наименование грунта	Обводненность грунта	Размеры сечения свай (см)	Характеристика грунта и сопротивление свай в ГО									Сопротивление свай	Характеристика грунта	Сопротивление свай
			Характеристика грунта	Сопротивление свай	Характеристика грунта	Сопротивление свай	Характеристика грунта	Сопротивление свай	Характеристика грунта	Сопротивление свай	Характеристика грунта			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Пески	Необводненный	25x25 30x30 35x35			$\gamma = 38^\circ; C=0;$ $E=300; l=0,65$	4,9 7,0 9,8	$\gamma = 32^\circ; C=0,02$ $E=280; l=0,65$	4,1 5,9 8,2						
	Обводненный	25x25 30x30 35x35			$\gamma = 38^\circ; C=0$ $E=300; l=0,65$	3,9 5,6 7,9	$\gamma = 32^\circ; C=0$ $E=280; l=0,65$	3,2 4,6 6,5						
Суглинки	Необводненный (0,25-0,5)	25x25 30x30 35x35	$\gamma = 24^\circ; C=0,39$ $E=320; l=0,5$	5,0 7,0 9,6	$\gamma = 23^\circ; C=0,34$ $E=250; l=0,6$	4,5 6,4 8,7	$\gamma = 22^\circ; C=0,28$ $E=190; l=0,7$	0,9 5,5 7,6	$\gamma = 21^\circ; C=0,28$ $E=140; l=0,8$	3,3 4,6 6,4	$\gamma = 17^\circ; C=0,15$ $E=80; l=1,0$	2,1 3,0 4,2		
	Обводненный 0,5	25x25 30x30 35x35					$\gamma = 19^\circ; C=0,25$ $E=170; l=0,7$	2,8 3,9 5,4	$\gamma = 14^\circ; C=0,14$ $E=60; l=1,0$	1,4 1,9 2,7	$\gamma = 12^\circ; C=0,11$ $E=50; l=1,1$	1,1 1,6 2,2		
Глины	Необводненный 0,25-0,5	25x25 30x30 35x35			$\gamma = 18^\circ; C=0,57$ $E=210; l=0,7$	4,8 6,7 9,1	$\gamma = 17^\circ; C=0,50$ $E=180; l=0,8$	4,4 6,1 8,4	$\gamma = 14^\circ; C=0,37$ $E=120; l=1,0$	3,3 4,6 6,3	$\gamma = 12^\circ; C=0,32$ $E=90; l=1,1$	2,6 3,7 5,1		
	Обводненный 0,5	25x25 30x30 35x35					$\gamma = 14^\circ; C=0,44$ $E=180; l=0,7$	3,3 4,5 6,2	$\gamma = 10^\circ; C=0,31$ $E=120; l=0,9$	2,4 3,3 4,6	$\gamma = 6^\circ; C=0,22$ $E=70; l=1,1$	1,5 2,2 3,0		

При многослойном основании в качестве исходных характеристик грунта для определения R_3^H по таблице 4 принимается характеристика поверхностного слоя грунта толщиной 1,5 - 2,0 м.

В случае, если действующие на свай горизонтальные силы превышают величину R_3^H , при вертикальном расположении свай в фундаменте следует увеличить их сечение или количество, а при невозможности необходимо предусмотреть погружение свай с наклоном в сторону действующей горизонтальной силы для косвоего расположения свай, т.е. предусмотреть погружение их с наклоном, в двух противоположных направлениях.

16. Расчет одиночных свай по деформации при действии горизонтальной нагрузки (горизонтальной составляющей нагрузки) сводится к ограничению нормативной величиной горизонтальной нагрузки Q^H в соответствии с неравенством

$$Q^H \leq R_3^H \quad (11)$$

где: R_3^H - сопротивление вертикальной свай горизонтальной нагрузке в то, соответствующее заданной предельной величине угла поворота головы свай.

Величина R_3^H для свайных фундаментов под промежуточные опоры принимается по таблице 5, для свайных фундаментов под промежуточно-угловые, анкерно-угловые и консольные опоры принимается по таблице 5 с коэффициентом 0,8.

При многослойном основании в качестве исходных характеристик грунта для определения R_3^H по таблице 5 принимается характеристика поверхностного слоя грунта толщиной 1,5 - 2,0 м.

3041ТМ-Т5

ТАБЛИЦА 5

сопротивлений одиночных вертикальных железобетонных свай горизонтальной нагрузке при заданном угле поворота свай 0,006

Наименование грунта	Обводненность грунта	Размеры сечения свай (см)	Характеристика грунта и сопротивление свай в тоннах									
			Характеристика грунта	Сопротивление свай	Характеристика грунта	Сопротивление свай	Характеристика грунта	Сопротивление свай	Характеристика грунта	Сопротивление свай	Характеристика грунта	Сопротивление свай
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Пески	Необводненный	25x25 30x30 35x35			$\gamma=38^\circ; C=0$ $E=300; l=0,65$	2,8 4,4 6,6	$\gamma=32^\circ; C=0,02$ $E=280; l=0,65$	2,4 3,8 5,7				
	Обводненный	25x25 30x30 35x35			$\gamma=38^\circ; C=0$ $E=300; l=0,65$	2,4 3,8 3,7	$\gamma=32^\circ; C=0$ $E=280; l=0,65$	2,0 3,2 4,8				
Суглинки	Необводненный 0,24 0,5	25x25 30x30 35x35	$\gamma=24^\circ; C=0,39$ $E=320; l=0,5$	2,9 4,5 6,6	$\gamma=25^\circ; C=0,34$ $E=250; l=0,6$	2,7 4,2 6,1	$\gamma=22^\circ; C=0,28$ $E=190; l=0,7$	2,4 3,7 5,5	$\gamma=21^\circ; C=0,28$ $E=140; l=0,8$	2,1 3,3 4,9	$\gamma=17^\circ; C=0,15$ $E=80; l=1,0$	1,5 2,4 3,6
	Обводненный 0,5	25x25 30x30 35x35					$\gamma=19^\circ; C=0,25$ $E=170; l=0,7$	1,9 2,9 4,4	$\gamma=14^\circ; C=0,14$ $E=60; l=1,0$	1,1 1,8 2,6	$\gamma=12^\circ; C=0,11$ $E=50; l=1,1$	1,0 1,5 2,2
Глины	Необводненный 0,25 0,5	25x25 30x30 35x35			$\gamma=18^\circ; C=0,57$ $E=210; l=0,7$	2,8 4,4 6,4	$\gamma=17^\circ; C=0,59$ $E=180; l=0,8$	2,6 4,1 6,0	$\gamma=14^\circ; C=0,37$ $E=120; l=1,0$	2,1 3,3 4,9	$\gamma=12^\circ; C=0,32$ $E=90; l=1,1$	1,8 2,8 4,2
	Обводненный 0,5	25x25 30x30 35x35					$\gamma=14^\circ; C=0,44$ $E=180; l=0,7$	2,1 3,3 4,8	$\gamma=10^\circ; C=0,31$ $E=120; l=0,9$	1,7 2,6 3,9	$\gamma=6^\circ; C=0,22$ $E=70; l=1,1$	1,2 1,9 2,7

3041тм-т5

Расчет изгибающих моментов, возникающих в сваях
в результате приложения горизонтальной
нагрузки (горизонтальной составляющей нагрузки)

17. Величины изгибающих моментов в вертикальной свае, заделанной в нижний свайный ростверк, на уровне нижней плоскости ростверка определяются по таблице 6 в зависимости от характеристик грунтов. Моменты по таблице 6 соответствуют горизонтальным нагрузкам, приведенным в таблице 4 настоящего руководства. При меньших горизонтальных нагрузках величину изгибающих моментов допускается определять, уменьшая значение моментов по таблице 6 пропорционально уменьшению нагрузки. При больших нагрузках допускается увеличивать моменты пропорционально увеличению нагрузок, но не более 25%.

18. Величины максимальных моментов в одиночной вертикальной свае определяются по таблице 7 в зависимости от характеристик грунтов. Моменты по таблице 7, соответствует горизонтальным нагрузкам, равным сопротивлением свай по таблице 5 настоящего руководства.

При меньших горизонтальных нагрузках величину изгибающих моментов, допускается определять, уменьшая значение моментов по таблице 7, пропорционально уменьшению нагрузки. При больших нагрузках допускается увеличивать момент пропорционально увеличению нагрузок, но не более 25%.

Проектирование свайных фундаментов

21. Свайные фундаменты в зависимости от числа и размещения свай могут сооружаться в виде:

а) одиночных свай - под отдельные опорные узлы опор ВД и РУ подстанций;

ВЕЛИЧИИ МОМЕНТОВ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВЯЯХ В ПЛОСКОСТИ ИХ ЗАДЕЛКИ В РОСТВЕРК, ТАКЖЕ ГЛУБИНЫ НУЛЕВЫХ МОМЕНТОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ И ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ГОЛОВЫ СВЯИ $\Delta = 1,0$ см

Наименование грунта	Обводнение грунта	Размер сечения свай (см)	Характеристика грунта, момента (в т.м) и глубины (в м)											
			Характеристика грунта	Момент	Глубина нулевых моментов	Характеристика грунта	Момент	Глубина нулевых моментов	Характеристика грунта	Момент	Глубина нулевых моментов	Характеристика грунта	Момент	Глубина нулевых моментов
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Пески	Необводненный	25x25	$\gamma=38^\circ; C=0;$	5,0	1,2	$\gamma=32^\circ; C=0,02$	4,4	1,2						
		30x30	$E=300; l=0,65$	8,1	1,3	$E=280; l=0,65$	7,1	1,4						
		35x35		12,4	1,4		11,0	1,5						
	Обводненный	25x25	$\gamma=38^\circ; C=0$	4,3	1,2	$\gamma=32^\circ; C=0$	3,8	1,3						
		30x30	$E=300; l=0,65$	7,0	1,4	$E=280; l=0,65$	6,1	1,5						
		35x35		10,7	1,5		9,4	1,6						
Суглинки	Необводненный 0,25 0,5	25x25	$\gamma=23^\circ; C=0,34$	4,5	1,2	$\gamma=22^\circ; C=0,28$	4,0	1,3	$\gamma=21^\circ; C=0,28$	8,6	1,4	$\gamma=17^\circ; C=0,15$	2,7	1,5
		30x30	$E=250; l=0,6$	7,1	1,4	$E=190; l=0,7$	6,5	1,5	$E=140; l=0,8$	5,8	1,5	$E=80; l=1,1$	4,3	1,6
		35x35		10,9	1,5		9,9	1,6		8,8	1,7		6,7	1,9
	Обводненный 0,5	25x25				$\gamma=19^\circ; C=0,25$	8,2	1,5	$\gamma=14^\circ; C=0,14$	2,0	1,8	$\gamma=12^\circ; C=0,11$	1,8	2,0
		30x30				$E=170; l=0,7$	5,1	1,6	$E=60; l=1,0$	3,2	2,0	$E=60; l=1,1$	2,9	2,2
		35x35					7,8	1,8		4,9	2,2		4,4	2,4
Глины	Необводненный 0,25 0,5	25x25	$\gamma=18^\circ; C=0,57$	4,5	1,2	$\gamma=17^\circ; C=0,50$	4,2	1,2	$\gamma=14^\circ; C=0,37$	3,5	1,4	$\gamma=12^\circ; C=0,32$	3,0	1,5
		30x30	$E=210; l=0,7$	7,2	1,3	$E=180; l=0,8$	6,7	1,4	$E=120; l=1,0$	5,5	1,6	$E=80; l=1,1$	4,8	1,7
		35x35		10,9	1,5		10,3	1,5		8,5	1,7		7,4	1,8
	Обводненный 0,5	25x25				$\gamma=14^\circ; C=0,44$	3,5	1,4	$\gamma=10^\circ; C=0,31$	2,8	1,5	$\gamma=6^\circ; C=0,22$	2,1	1,8
		30x30				$E=180; l=0,7$	5,5	1,0	$E=120; l=0,9$	4,6	1,7	$E=70; l=1,1$	3,4	2,0
		35x35					8,4	1,8		6,9	1,9		5,2	2,2

ВЕЛИЧИНЫ МАКСИМАЛЬНЫХ МОМЕНТОВ В ОДИНОЧНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЯХ ОТ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ, ТАКЖЕ ГЛУБИНЫ МАКСИМУМА СПОРЫ МОМЕНТОВ (УГОЛ ПОВОРОТА ГОЛОВЫ СВАИ 0,006)

Наименование грунта	Обводненность грунта	Размеры сечения сваи (см)	Характеристика грунта, моменты (в т.м.) и глубины (в м.)																											
			Характеристика грунта	Момент	Глубина	Характеристика грунта	Момент	Глубина	Характеристика грунта	Момент	Глубина	Характеристика грунта	Момент	Глубина																
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																
Необводненный	25x25 30x30 35x35	$\gamma = 38^\circ; C=0$ $E=300; l=0,65$	2,9 5,3 8,9	1,3 1,6 1,7	$\gamma = 32^\circ; C=0,02$ $E=280; l=0,65$	2,8 5,0 8,2	1,6 1,8 2,0																							
																Обводненный	25x25 30x30 35x35	$\gamma = 36^\circ; C=0$ $E=300; l=0,65$	2,7 4,9 8,2	1,5 1,7 1,9	$\gamma = 32^\circ; C=0$ $E=280; l=0,65$	2,5 4,5 7,6	1,7 1,9 2,1							
	Обводненный	25x25 30x30 35x35	$\gamma = 19^\circ; C=0,25$ $E=170; l=0,7$	2,1 3,9 6,5	1,9 2,1 2,3	$\gamma = 14^\circ; C=0,14$ $E=60; l=1,0$	1,6 3,0 4,7	2,3 2,7 2,9	$\gamma = 12^\circ; C=0,11$ $E=50; l=1,1$	1,4 2,7 4,1	2,4 2,8 2,9																			
												Необводненный	25x25 30x30 35x35	$\gamma = 18^\circ; C=0,57$ $E=210; l=0,7$	2,5 4,5 7,6	1,4 1,7 1,9	$\gamma = 17^\circ; C=0,50$ $E=180; l=0,8$	2,4 4,4 7,3	1,4 1,7 2,0	$\gamma = 14^\circ; C=0,37$ $E=120; l=1,0$	2,2 3,9 6,6	1,7 2,0 2,2	$\gamma = 12^\circ; C=0,32$ $E=90; l=1,1$	2,0 3,6 6,2	1,8 2,2 2,4					
																										Обводненный	25x25 30x30 35x35	$\gamma = 14^\circ; C=0,44$ $E=180; l=0,7$	3,9 6,6	2,0 2,3

ПРИМЕЧАНИЕ: верхний обрез сваи на высоте 0,2 м от уровня поверхности грунта

3041тм-т5

б) кустов с расположением свай в плане на участке квадратной, прямоугольной и другой формы.

22. Расстояние между осями свай в кусте должно быть не менее $3d$, где d - диаметр круглого сечения свай или большая сторона прямоугольного сечения.

23. Расчетное усилие $R_{ср}$, передаваемое на сваи в свайном кусте с вертикальными сваями и жестким ростверком определяется по формуле:

$$R_{ср} = \frac{N}{n} + \frac{M_x y_i}{\sum y_i^2} + \frac{M_y x_i}{\sum x_i^2} + \frac{Q_y h_0 y_i}{\sum y_i^2} + \frac{Q_x h_0 x_i}{\sum x_i^2} \quad (12)$$

где: - N расчетная вертикальная нагрузка, приходящаяся на свайный фундамент (вдавливающая или выдергивающая) с учетом веса ростверка в т;

M_x, M_y - расчетные моменты в т.м относительно главных центральных осей X и Y плана свай в плоскости подошвы свайного ростверка (с учетом момента от веса ростверка при смещении его центра тяжести относительно осей свайного куста);

Q_x, Q_y - составляющие действующей на свайный фундамент расчетной горизонтальной нагрузки по главным центральным осям X и Y плана свайного куста;

n - число свай в свайном фундаменте;

x_i, y_i - расстояние в м от главных осей до оси каждой сваи;

x, y - расстояния в м от главных осей до оси каждой сваи, для которой вычисляется осевая нагрузка;

h_0 - расстояние от подошвы ростверка до условной плоскости нулевых моментов в сваях куста;

3041тм-т5

- несущая способность свай в т., определяемая по указаниям п.п. 8-11.

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Знаки моментов M_x и M_y принимаются положительными, если направление моментов совпадает с моментами от составляющих горизонтальных сил Q_y и Q_x относительно осей X и Y , и отрицательными при противоположных направлениях.

2. Расстояние h_0 может приниматься равным 0,85 от приведенной в таблице 6 глубины нулевых моментов в свае.

3. При кратковременно действующих ударивающих нагрузках и количестве свай в ряду более трех допускается перегрузка крайних свай ряда в размере до 20% от их несущей способности.

24. При расчете свай, работающей в свайном кусте, из четырех и менее свай, на выдерживающие нагрузки расчетная нагрузка принимается увеличенной на 20%.

25. Горизонтальную нагрузку допускается принимать равномерно распределенной на все сваи фундамента.

26. Размещение свай в кусте внецентренно нагруженного фундамента производится таким образом, чтобы равнодействующая определяющих нагрузок, действующих на свайный куст, проходила возможно ближе к центру тяжести плана свай в условной плоскости нулевых моментов в свае куста (на расстоянии от подошвы раствора).

27. Выбор длины свай и свай - оболочек производится в зависимости от грунтовых условий строительной площадки.

Для свайных кустов с большим количеством свай нижние концы свай и свай - оболочек рекомендуется заглублять в малосжимаемые грунты, прорезая более слабые напластования

3041тн-т5

грунтов. При этом заглубление свай и свай-оболочек в грунты, принятые за основание под нижними концами рекомендуется принимать:

в гравелистые, крупные, средней крупности песчаные грунты и в глинистые грунты консистенцией $J_c \leq 0,25$ - не менее 0,5 м; в прочие виды нескольких грунтов - не менее 1,0 м.

28. При опирании нижних концов свай на слой малосжимаемого грунта, лежащий на более слабом грунте, расстояние от концов свай до кровли более слабого грунта должно быть не менее:

- для свай работающих на вдавливание - 1,5 м;
- для свай, работающих на выдергивание - 1,0 м.

29. Глубина заложения подошвы ростверка должна назначаться с учетом глубины промерзания грунта, возможности местного размыва и т.д.

Подошву ростверка рекомендуется располагать ниже глубины промерзания грунта или выполнять высокий ростверк с просветом между его подошвой и поверхностью грунта не менее 0,15 м.

При расположении подошвы ростверка в зоне промерзания пучинистого грунта необходимо предусмотреть меры, предотвращающие влияние пучений грунта на ростверк.

При возможности местного размыва подошву ростверка рекомендуется располагать ниже отметки предполагаемого размыва. Допускается расположение подошвы ростверка выше отметки размыва при проверке несущей способности и устойчивости свайного куста в условиях размыва.

Свайные фундаменты в лессовидных просадочных грунтах

30. Настоящие указания распространяются на проектирование свайных фундаментов в лессовидных грунтах при подмостности

грунта не более 55% (коэффициент пористости = 1,2) при следующих условиях:

а) Погружение свай осуществляется с обязательным пробуриванием скважины (лидера) диаметром равным

$$d_1 = d \quad - 100 \text{ мм} \quad (13)$$

где: d_1 - диаметр лидера;
 d - диаметр или сторона поперечного сечения свай.

Глубина лидерной скважины должна быть на 70 см меньше глубины погружения свай.

б) Погружение свай в грунт должно предшествовать замачиванию лидерной скважины водой с поддержанием уровня ее у поверхности земли в течение 2-3 часов. Разрыв по времени между окончанием замачивания скважины и погружением свай не должен превышать одного часа.

31. При пористости грунта, превышающей значение, указанные в п. 30, при погружении свай без лидерных скважин или без замачивания лидерных скважин, также при невыполнении других условий п. 30, несущая способность свай определяется по результатам испытания свай статическими нагрузками при искусственном замачивании грунта близком к максимально возможному замачиванию в соответствующих условиях.

32. Несущая способность $R_{(1)}$ свай, удовлетворяющей требованиям пункта 30 и работающей на вдавливающую нагрузку, определяется как сумма расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом свай и на ее боковой поверхности по формуле

$$R = \frac{m}{K_H} m_n (R'' F + U c f'') - 1,1 \gamma_{gp} \quad (14)$$

3041тм-т5

где $K_H, m, F, u, \gamma_{cp}$ значения те же, что и в формуле 3

- m_n - коэффициент условий работы свай, определенный по таблице 8 настоящих указаний.
- R^H - нормативное сопротивление грунта основания под нижним концом свай, принимаемое равным 195 т/м^2
- F^H - нормативное сопротивление основания на боковой поверхности свай, принимаемое равным $3,4 \text{ т/м}^2$
- l - рабочая длина свай.

33. Несущая способность свай, удовлетворяющей требованиям п. 30 и работающей на выдегивающую нагрузку, определяется как сопротивление грунта на боковой поверхности свай по формуле

$$P_B = \frac{m}{K_H} m_n u l F^H + 0,9 \gamma_{cp} \quad (15)$$

где $K_H, m, m_n, u, l, F^H, \gamma_{cp}$ значения те же, что и в формуле № 14

34. Для защиты оснований от замачивания рекомендуется выполнение отмостки из перемитого местного грунта. Толщина отмостки в центре опоры - не менее 20 см, уклон во все стороны от центра $i = 0,02$, размеры отмостки в плане должны превышать соответствующие размеры базы опоры на 4 м.

35. При возможности стока поверхностных вод через площадку установки опоры предусматриваются за пределами площадки нагорные каналы для отвода воды.

36. Запрещается нарушение покровного слоя или срезка грунта в пределах менее 10 м от опоры.

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА *M_n*

№ п/п	Условия работы свай	При наличии от- мостки вокруг свай		При отсутствии от- мостки	
		в грун- тах с макси- мальной влажнос- тью до 18%	в грун- тах с макси- мальной влажнос- тью вы- ше 25%	в грунтах с макси- мальной влажнос- тью до 18%	в грунтах с макси- мальной влажнос- тью выше 25%
1	2	3	4	5	6
1	На выдергивание или вдавливание одиноч- ной свай	1,0	0,6	0,85	0,51
2	На выдергивание или вдавливание фунда- мента из двух свай под пояс опоры при расстоянии между ними не меньше шес- тикратного размера стороны поперечного сечения	0,6	0,36	0,51	0,3

ПРИМЕЧАНИЕ к таблице 8.

1. Указанное значение максимальной влажности относится к влажности грунта в течение года.
2. При влажности грунта от 18% до 25% коэффициент принимается по интерполяции.