ДальНИИС Госстроя СССР

Рекомендации

по проектированию свайных фундаментов из забивных свай в грунтовых условиях Дальнего Востока

Москва 1989

gost.e-ecolog.ru

Дальневосточный
научно-исследовательский институт по строительству
(ДальНИИС) Госстроя СССР

Рекомендации

по проектированию свайных фундаментов из забивных свай в грунтовых условиях Дальнего Востока

Москва Стройиздат 1989

УДК 624.154.04

Рекомендовано к изданию решением секции Научно-технического совета ДальНИИС.

Рекомендации по проектированию свайных фундаментов из забивных свай в грунтовых условиях Дальнего Востока /ДальНИИС. – М., Стройиздат, 1989. – 16 с.

Дана методика определения несущей способности забивных висячих свай по первому предельному состоянию при проектировании свайных фундаментов зданий и сооружений в грунтовых условиях Дальнего Востока.

Для инженерно-технических работников изыскательских, проектных и строительных организаций.

Разработаны отделом оснований и фундаментов ДальНИИС (д-р техн. наук В.И. Федоров, инж. Г.П. Богданов).

3202000000 – 227
Р ---------- Инструк.-нормат., 1 вып. – 103 – 88
047 (01) – 89

© Стройиздат, 1989

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В Рекомендациях приведена методика расчета несущей способности забивных висячих свай по первому предельному состоянию, применительно к грунтовым условиям Дальнего Востока (Приморский и Хабаровский края, Амурская и Сахалинская области). При проектировании свайных фундаментов с использованием Рекомендаций необходимо также руководствоваться указаниями СНиП 2.02.03–85 "Свайные фундаменты".

Примечания: 1. Методика Рекомендаций не распространяется на проектирование гидротехнических сооружений и мостов на железных и автомобильных дорогах союзного значения. 2. Рекомендации не предназначены для определения несущей способности свай, погружаемых в вечномерзлые, просадочные и набухающие грунты.

1.2. Методика расчета несущей способности свай, изложенная в Рекомендациях, применима к висячим забивным сваям квадратным, прямоугольным, круглым сплошного сечения и полым с закрытым нижним концом, погружаемым свайными молотами всех типов с соблюдением требований СНиП 3.02.01–87 "Земляные сооружения, основания и фундаменты.

Примечание. Методика Рекомендаций не распространяется на забивные сваи, погружаемые в предварительно пробуренные скважины (лидеры) с использованием подмыва, а также на сваи, опущенные с помощью вибропогружателей всех типов.

1.3. Область применения методик расчета несущей способности свай по видам и состояниям грунтов основания, а также по глубинам погружения свай регламентируется табл. 1.

Примечание. Для рыхлых песчаных грунтов методика Рекомендаций применима для предварительных расчетов фундаментов зданий и сооружений всех классов, а также для окончательных расчетов фундаментов зданий и сооружений Ш и 1У классов.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАБИВНЫХ ВИСЯЧИХ СВАЙ В ПЕСЧАНЫХ И ПЫЛЕВАТО-ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ ПРИРОДНОГО СЛОЖЕНИЯ

2.1. Несущая способность F_d, кН висячей забивной сваи (квадратной, прямоугольной, круглой), в песчаных и пылевато-глинистых грунтах природного сложения, работающей на сжимающую нагрузку, является суммой расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности и определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + u \Sigma \gamma_{cf} \gamma_{p_i} f_i l_i), \qquad (1)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1; R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи кПа, определяемое по указаниям п. 2.2; A – площадь опирания на грунт сваи, $м^2$, принимаемая по площади поперечного сечения сваи брутто; u – периметр поперечного сечения

Таблица 1

Сваи	Размеры поперечного сечения, см	Песчаные грунты природного сложения средней плотности, плотные и рыхлые				Пылевато-глинистые грунты природного сложения при показателе текучести I_L, равном $0 \leqslant I_L \leqslant 0{,}6$	Пылевато-глинистые грунты отвалов с давностью отсыпки 15 и более лет при показателе текучести I_L, равном $0 \leqslant I_L \leqslant 0{,}5$
		гравелистые	крупные и средней крупности	мелкие	пылеватые		
Висячие забивные квадратные, прямоугольные, круглые сплошного сечения и полые с закрытым нижним концом	25–80	$3 \leqslant l \leqslant 15$	$3 \leqslant l \leqslant 15$	$3 \leqslant l \leqslant 15$	$3 \leqslant l \leqslant 15$	$3 \leqslant l \leqslant 15$	$3 \leqslant l \leqslant 10$

сваи, м; γ_{p_i} – региональный коэффициент к расчетному сопротивлению грунта на боковой поверхности сваи, принимаемый по табл. 2; f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа, определяемое по п. 2.2; l_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cR} и γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, принимаемые для сплошных и полых с закрытым нижним концом свай любого сечения, погружаемых механическими (подвесными), паровоздушными и дизельными молотами $\gamma_{cR} = 1$, $\gamma_{cf} = 1$.

Значения коэффициента γ_p приведены в табл. 2.

Таблица 2

Вид и состояние грунта			Коэффициент γ_p
Грунты природного сложения	Песчаные	рыхлые	0,5
		средней плотности	1,2
		плотные (по данным статического зондирования)	1,5
		плотные (при отсутствии зондирования)	1,4
	Пылевато-глинистые с показателем текучести $0,2 \leqslant I_L \leqslant 0,6$		1,2
Грунты отвалов с давностью отсыпки 15 и более лет	Песчаные	рыхлые	0,4
		средней плотности	1
		плотные (по данным статического зондирования)	1,3
	Пылевато-глинистые с показателем текучести $0,2 \leqslant I_L \leqslant 0,5$		1

Примечание. Для плотных песчаных грунтов отвалов, степень плотности которых определена по материалам инженерно-геологических изысканий и при отсутствии данных статического зондирования, значение коэффициента γ_p принимается как для песков средней плотности.

2.2. Расчетное сопротивление грунтов под нижними концами свай R при расчетах по формуле (1) несущей способности сплошных свай квадратного, прямоугольного и круглого сечений, погружаемых механическими (подвесными), паровоздушными и дизельными молотами, принимается по табл. 3 и 4.

Расчетное сопротивление грунтов по боковой поверхности f_i при расчетах несущей способности свай по формуле (1) принимается по табл. 2 СНиП 2.02.03–85 без учета поправки, предусмотренной для случая плотных песчаных грунтов.

Примечание. Если площадка с поверхности покрыта слоем минеральных насыпных грунтов (не содержащих органических включений) с давностью отсыпки 15 и более лет, значения f_i для этого слоя следует принимать: а) в случае насыпи из песчаных грунтов – по табл. 2 СНиП 2.02.03–85, как для грунтов природного сложения; б) в случае насыпи из пылевато-глинистых грунтов – в соответствии с указаниями п. 3.2.

Таблица 3

Глубина погружения нижнего конца сваи, м	Расчетное сопротивление под нижним концом забивных свай R, кПа (тс/м^2) песчаных грунтов средней плотности				
	гравелистых	крупных	средней крупности	мелких	пылеватых
3	9 800 (980)	9 200 (920)	4 050 (405)	2 400 (240)	1 450 (145)
4	10 800 (1 080)	9 300 (930)	4 200 (420)	2 550 (255)	1 500 (150)
5	11 400 (1 140)	9 400 (940)	4 350 (435)	2 700 (270)	1 550 (155)
6	12 000 (1 200)	9 550 (955)	4 500 (450)	2 850 (285)	1 600 (160)
7	12 600 (1 260)	9 700 (970)	4 600 (460)	3 000 (300)	1 650 (165)
8	12 900 (1 290)	9 850 (985)	4 700 (470)	3 050 (305)	1 700 (170)
9	13 200 (1 320)	10 000 (1 000)	4 800 (480)	3 100 (310)	1 750 (175)
10	13 600 (1 360)	10 200 (1 020)	4 900 (490)	3 200 (320)	1 800 (180)
11	13 900 (1 390)	10 250 (1 025)	5 050 (505)	3 300 (330)	1 800 (180)
12	14 200 (1 420)	10 300 (1 030)	5 200 (520)	3 450 (345)	1 850 (185)

Продолжение табл. 3

Глубина погружения нижнего конца сваи, м	Расчетное сопротивление под нижним концом забивных свай R, кПа (тс/м^2) песчаных грунтов средней плотности				
	гравелистых	крупных	средней крупности	мелких	пылеватых
13	14 500 (1 450)	10 400 (1 040)	5 300 (530)	3 550 (355)	1 850 (185)
14	14 800 (1 480)	10 450 (1 045)	5 450 (545)	3 700 (370)	1 900 (190)
15	15 200 (1 520)	10 500 (1 050)	5 600 (560)	3 800 (380)	1 900 (190)

Примечания к табл. 3 и 4: 1. В табл. 3 и 4 глубину погружения нижнего конца сваи и среднюю глубину расположения слоя грунта при срезке, подсыпке, намыве до 3 м следует принимать от уровня природного рельефа, а при срезке, подсыпке, намыве от 3 до 10 м – от условной отметки, расположенной соответственно на 3 м выше уровня срезки или на 3 м ниже уровня подсыпки. В случае, когда срок давности устройства насыпи или намыва на поверхность естественного грунта составляет 15 лет и более, отметку верха насыпи или намыва следует принимать за уровень природного рельефа. 2. Для промежуточных глубин забивки свай и промежуточных значений показателя текучести I_L пылевато-глинистых грунтов значения R определяют интерполяцией по табл. 3 и 4. 3. Значениями сопротивлений R по табл. 3 и 4 можно пользоваться при условии, если заглубление сваи в неразмываемый и несрезаемый грунт не менее 3 м. 4. Для плотных песчаных грунтов, степень плотности которых определена статическим зондированием, значения R, приведенные в табл. 3, следует умножать на коэффициент 2; для плотных песчаных грунтов, степень плотности которых определена по материалам инженерно-геологических изысканий при отсутствии данных статического зондирования, значения R, приведенные в табл. 3, следует умножать на коэффициент 1,6; во всех случаях, когда значения R, определяемые с учетом п. 4 настоящего примечания, оказываются больше 20 000 кПа (2000 тс/м^2), в расчетах следует принимать R = 20 000 кПа (2000 тс/м^2). 5. Для рыхлых песчаных грунтов значения R, приведенные в табл. 3, следует умножать на коэффициент 0,5.

Таблица 4

Глубина погружения нижнего конца сваи, м	Расчетные сопротивления под нижним концом забивных свай, R, кПа (тс/м^2) пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести I_L						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	9 100 (910)	5 600 (560)	4 200 (420)	3 000 (300)	1 800 (180)	1 500 (150)	700 (70)

Продолжение табл. 4

Глубина погружения нижнего конца сваи, м	Расчетные сопротивления под нижним концом забивных свай, R, кПа (тс/м^2) пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести I_L						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
4	10 800 (1 080)	7 150 (715)	5 300 (530)	3 750 (375)	2 400 (240)	1 900 (190)	800 (80)
5	11 400 (1 140)	8 700 (870)	5 600 (560)	4 200 (420)	3 000 (300)	1 950 (195)	900 (90)
6	12 000 (1 200)	9 150 (915)	5 800 (580)	4 600 (460)	3 150 (315)	2 000 (200)	950 (95)
7	12 600 (1 260)	9 650 (965)	6 000 (600)	4 950 (495)	3 300 (330)	2 100 (210)	1 000 (100)
8	12 900 (1 290)	9 850 (985)	6 350 (635)	5 050 (505)	3 400 (340)	2 150 (215)	1 000 (100)
9	13 200 (1 320)	10 000 (1 000)	6 650 (665)	5 150 (515)	3 500 (350)	2 200 (220)	1 000 (100)
10	13 600 (1 360)	10 200 (1 020)	7 000 (700)	5 250 (525)	3 600 (360)	2 250 (225)	1 050 (105)
11	13 900 (1 390)	10 250 (1 025)	7 150 (715)	5 400 (540)	3 700 (370)	2 300 (230)	1 050 (105)
12	14 200 (1 420)	10 300 (1 030)	7 300 (730)	5 550 (550)	3 850 (385)	2 300 (230)	1 100 (110)
13	14 500 (1 450)	10 400 (1 040)	7 500 (750)	5 700 (570)	3 950 (395)	2 350 (235)	1 100 (110)
14	14 800 (1 480)	10 450 (1 045)	7 650 (765)	5 850 (585)	4 100 (410)	2 400 (240)	1 150 (115)
15	15 200 (1 520)	10 500 (1 050)	7 800 (780)	6 000 (600)	4 200 (420)	2 400 (240)	1 150 (115)

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАБИВНЫХ ВИСЯЧИХ СВАЙ В ПЫЛЕВАТО-ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ ОТВАЛОВ С ДАВНОСТЬЮ ОТСЫПКИ 15 И БОЛЕЕ ЛЕТ

3.1. Несущую способность F_d, кН (тс), висячей забивной сваи (квадратной, прямоугольной, круглой) в пылевато-глинистых грунтах отвалов с давностью отсыпки 15 и более лет, работающей на сжимающую нагрузку, следует определять как сумму расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + u \Sigma \gamma_{cf} f_i l_i), \qquad (2)$$

где γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый $\gamma_c = 1$; R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа (тс/см^2), определяемое по п. 3.2; A – площадь опирания сваи на грунт, м^2, принимаемая по площади поперечного сечения сваи, брутто; u – периметр поперечного сечения сваи, м; f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа (тс/м^2, определяемое по п. 3.2; l_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cR} и γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности свай, принимаемые для сплошных и полых с закрытым нижним концом свай любого сечения, погружаемых механическими (подвесными), паровоздушными и дизельными молотами ($\gamma_{cR} = 1$; $\gamma_{cf} = 1$).

3.2. Расчетные сопротивления пылевато-глинистых грунтов отвалов с давностью отсыпки 15 и более лет R и f_i при расчетах по формуле (2) несущей способности сплошных свай квадратного, прямоугольного и круглого сечений, погруженных механическими (подвесными), паровоздушными и дизельными молотами, принимают по табл. 5 и 6.

Таблица 5

Глубина погружения нижнего конца сваи, м	Расчетные сопротивления под нижним концом забивных свай R, кПа (тс/м^2), пылевато-глинистых грунтов отвалов давностью отсыпки 15 и более лет при показателе текучести I_L равном					
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
3	2 200 (220)	1 300 (130)	900 (90)	600 (60)	400 (40)	250 (25)
4	2 800 (280)	1 750 (175)	1 200 (120)	800 (80)	550 (55)	350 (35)

Продолжение табл. 5

Глубина погружения нижнего конца сваи, м	Расчетные сопротивления под нижним концом забивных свай R, кПа (тс/м^2), пылевато-глинистых грунтов отвалов давностью отсыпки 15 и более лет при показателе текучести I_L равном					
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
5	3 400 (340)	2 200 (220)	1 500 (150)	1 000 (100)	700 (70)	450 (45)
6	4 000 (400)	2 650 (265)	1 800 (180)	1 250 (125)	900 (90)	550 (55)
7	4 600 (460)	3 150 (315)	2 100 (210)	1 450 (145)	1 050 (105)	650 (65)
8	5 200 (520)	3 600 (360)	2 400 (240)	1 650 (165)	1 200 (120)	750 (75)
9	5 700 (570)	4 050 (405)	2 700 (270)	1 900 (190)	1 350 (135)	850 (85)
10	6 300 (630)	4 500 (450)	3 000 (300)	2 100 (210)	1 550 (155)	950 (95)

Примечания: Значения R и f, приведенные в табл. 5 и 6, справедливы для пылевато-глинистых грунтов отвалов с давностью отсыпки 15 и более лет, не содержащих в своей толще органических включений в виде древесины, остатков мусора, торфа и т.п. 2. В табл. 5 и 6 глубину погружения нижнего конца сваи и среднюю глубину расположения слоя грунта при планировке территории отвала срезкой, подсыпкой, намывом до 3 м следует принимать от уровня первоначальной поверхности отвала, а при срезке, подсыпке, намыве от 3 до 10 м – от условной отметки, расположенной соответственно на 3 м выше уровня срезки или на 3 м ниже уровня подсыпки. 3. Для промежуточных глубин забивки свай и промежуточных значений показателя текучести I_L насыпных грунтов значения R и f определяют интерполяцией соответственно по табл. 5 и 6. 4. Значениями расчетных сопротивлений R по табл. 5 можно пользоваться при условии, если заглубление сваи в неразмываемый и несрезаемый грунт отвалов не менее 3 м. 5. При определении расчетных сопротивлений грунтов на боковой поверхности свай пласты грунтов отвала расчленяются на однородные слои толщиной не более 2 м.

Таблица 6

Средняя глубина расположения слоя грунта, м	Расчетные сопротивления на боковой поверхности забивных свай f, кПа (тс/м^2), пылевато-глинистых грунтов отвалов давностью отсыпки 15 и более лет при показателе текучести I_L, равном			
	0,2	0,3	0,4	0,5
1	10 (1)	6 (0,6)	4 (0,4)	3 (0,3)
2	12 (1,2)	7 (0,7)	5 (0,5)	4 (0,4)
3	14 (1,4)	9 (0,9)	6 (0,6)	5 (0,5)
4	16 (1,6)	11 (1,1)	8 (0,8)	6 (0,6)
5	18 (1,8)	13 (1,3)	9 (0,9)	7 (0,7)
6	20 (2)	15 (1,5)	11 (1,1)	8 (0,8)
7	22 (2,2)	16 (1,6)	12 (1,2)	9 (0,9)
8	24 (2,4)	17 (1,7)	14 (1,4)	10 (1)
9	26 (2,6)	19 (1,9)	16 (1,6)	11 (1,1)
10	28 (2,8)	20 (2,0)	17 (1,7)	12 (1,2)

Примеры определения несущей способности забивных висячих свай в песчаных и пылевато-глинистых грунтах природного сложения

Пример 1. Требуется определить несущую способность железобетонной квадратной сваи с шириной сечения $b_p = 25$ см и длиной 6 м, забитой в грунт трубчатым дизель-молотом С-995 на глубину $l = 5$ м.

Грунтовые условия. С отметки природного рельефа залегает суглинок тугопластичный $I_L = 0{,}4$ мощностью слоя 3 м. Ниже суглинок тугопластичный $I_L = 0{,}35$ толщиной слоя 1 м, представляемый слоем тугопластичного суглинка $I_L = 0{,}3$, разведанной мощностью 6,25 м.

Решение. Площадь поперечного сечения сваи $A = 0{,}25 \cdot 0{,}25 = 0{,}0625$ м^2, периметр поперечного сечения $u = 4 \cdot 0{,}25 = 1$ м, расчетная глубина погружения сваи – 5 м.

В соответствии с п. 2.2, по табл. 4 для этой глубины находим расчетное сопротивление суглинка с показателем текучести $I_L = 0{,}3$ в плоскости нижнего конца сваи $R = 4200$ кПа.

Далее определяем среднюю глубину расположения слоев грунта от дневной поверхности и соответствующие значения расчетного сопротивления грунта на боковой поверхности сваи по табл. 2 СНиП 2.02.03-85. Для первого слоя – суглинка с показателем текучести $I_L = 0{,}4$ следует учесть примечание 6 к табл. 1 и табл. 2. Поэтому разбиваем этот слой на два однородных слоя толщиной 2 и 1 м.

На глубине $z_1 = 2/2 = 1$ м для слоя суглинка $l_1 = 2$ м $f_1 = 15$ кПа;

на глубине $z_2 = 2 + 1/2 = 2{,}5$ м для слоя суглинка $l_2 = 1$ м; $f_2 = 22{,}5$ кПа.

Для следующего слоя суглинка с показателем текучести $I_L = 0{,}35$ на глубине $z_3 = 3 + 1/2 = 3{,}5$ м для слоя $l_3 = 1$ м; $f_3 = 31{,}2$ кПа.

Для последнего слоя суглинка с показателем текучести $I_L = 0{,}3$ на глубине $z_4 = 3 + 1 + 1/2 = 4{,}5$ м $l_4 = 1$ м; $f_4 = 39$ кПа.

Коэффициенты условий работы грунта под нижним концом и на боковой поверхности сваи принимаются $\gamma_{cR} = 1$; $\gamma_{cf} = 1$.

Региональные коэффициенты к расчетным сопротивлениям грунта на боковой поверхности f_i принимают $\gamma_{p_1} = \gamma_{p_2} = \gamma_{p_3} = \gamma_{p_4} = 1{,}2$ по табл. 2.

По формуле (1) находим несущую способность сваи $F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \Sigma \gamma_{cf} \times \gamma_{p_i} f_i l_i) = 1 [4200 \cdot 0{,}0625 + 1 (1{,}2 \cdot 15 \cdot 2 + 1{,}2 \cdot 22{,}5 \cdot 1 + 1{,}2 \cdot 31{,}2 \cdot 1 + 1{,}2 \cdot 39 \cdot 1)] =$

$= 1 (262{,}5 + 147{,}2) = 410$ кН (41 гс).

Пример 2. Требуется определить несущую способность квадратной железобетонной сваи с шириной сечения $b_p = 25$ см и длиной 5,5 м, забитой в грунт дизель-молотом С-995 на глубину $l = 4$ м.

Грунтовые условия. С отметки природного рельефа залегает суглинок мягкопластичный $I_L = 0{,}6$ мощностью слоя 1 м. Ниже – песок мелкий водонасыщенный средней плотности мощностью слоя 1,5 м, подстилаемый толщей гравелистого песка, водонасыщенного, средней плотности, разведанной мощностью 6,5 м.

На площадке при планировке будет произведена подсыпка песчано-гравийным грунтом толщиной 0,9 м.

Решение. Площадь поперечного сечения сваи $A = 0{,}3 \cdot 0{,}3 = 0{,}09$ м^2, периметр поперечного сечения $u = 4 \cdot 0{,}3 = 1{,}2$ м, расчетная глубина погружения сваи $l = 4$ м.

В соответствии с п. 2.2, по табл. 4 для этой глубины находим расчетное сопротивление гравелистого песка средней плотности в плоскости нижнего конца сваи $R = 10\,800$ кПа.

Далее определяем среднюю глубину расположения слоев мягкопластичного суглинка, песка мелкого средней плотности и песка гравелистого средней плотности от уровня природного рельефа и соответствующие им значения расчетного сопротивления грунта на боковой поверхности сваи f_i по табл. 2 СНиП 2.02.03-85.

Для мягкопластичного суглинка $I_L = 0{,}6$ $z_1 = 1/2 = 0{,}5$ м, $l_1 = 1$ м, $f_1 = 4$ кПа.

Для песка мелкого $z_2 = 1 + 1{,}5/2 = 1{,}75$ м, $l_2 = 1{,}5$ м, $f_2 = 28$ кПа.

Для гравелистого песка $z_3 = 1 + 1{,}5 + 1{,}5/2 = 3{,}25$ м, $l_3 = 1{,}5$ м, $f_3 = 49$ кПа.

Коэффициенты условий работы грунта под нижним концом и на боковой поверхности сваи принимают $\gamma_{cR} = 1$; $\gamma_{cf} = 1$.

Региональные коэффициенты к расчетным сопротивлениям грунта на боковой поверхности сваи f_i приимают $\gamma_{p_1} = \gamma_{p_2} = \gamma_{p_3} = 1{,}2$ по табл. 2.

По формуле (1) находим несущую способность сваи:

$$F_d = 1\,[10\,800 \cdot 0{,}09 + 1{,}2\,(1{,}2 \cdot 4 \cdot 1 + 1{,}2 \cdot 28 \cdot 1{,}5 + 1{,}2 \cdot 49 \cdot 1{,}5)\,] = 1\,(972 + 172) = 1044 \text{ кН } (104 \text{ тс}).$$

Пример 3. Требуется определить несущую способность квадратной железобетонной сваи с шириной сечения $b_p = 30$ см и длиной 12 м, погруженной в грунт трубчатым дизель-молотом С-996 с уровня метровой подсыпки на глубину 11 м.

Грунтовые условия. С отметки природного рельефа залегает песок пылеватый, водонасыщенный, рыхлый мощностью 1,5 м, ниже песок мелкий, рыхлый, водонасыщенный разведанной мощностью 15 м. Степень плотности песков определена статическим зондированием. По проекту планировки предусмотрена подсыпка площадки песчаным грунтом до 2 м.

Решение. Площадь поперечного сечения сваи $A = 0{,}3 \cdot 0{,}3 = 0{,}09$ м^2, периметр поперечного сечения $u = 4 \cdot 0{,}3 = 1{,}2$ м, расчетная глубина погружения сваи $l = 10$ м.

В соответствии с п. 2.2, по табл. 3, с учетом п. 5 примечаний к табл. 3, для расчетной глубины погружения сваи находим расчетное сопротивление рыхлого мелкого песка в плоскости нижнего конца сваи $R = 3200 \cdot 0{,}5 = 1600$ кПа.

Далее определяем сопротивление грунта на боковой поверхности сваи f_i по табл. 2 СНиП 2.02.03-85.

Для песка пылеватого, рыхлого $z_1 = 1{,}5/2 = 0{,}75$ м, $l_1 = 1{,}5$ м, $f_1 = 11{,}2$ кПа.

Для песка мелкого, рыхлого $z_2 = 1{,}5 + 2/2 = 2{,}5$ м, $l_2 = 2$ м, $f_2 = 32{,}5$ кПа; $z_3 = 4{,}5$ м, $l_3 = 2$ м, $f_3 = 39$ кПа; $z_4 = 6{,}5$, $l_4 = 2$ м, $f_4 = 42{,}2$ кПа; $z_5 = 8{,}75$ м, $l_5 = 2\,5$ м, $f_5 = 44{,}7$ кПа.

Коэффициенты условий работы грунта под нижним концом и на боковой поверхности сваи принимаются $\gamma_{cR} = 1$; $\gamma_{cf} = 1$.

Региональные коэффициенты принимаются по табл. 2 Рекомендаций $\gamma_{p_1} = \gamma_{p_2} = \gamma_{p_3} = \gamma_{p_4} = \gamma_{p_5} = 0{,}5$.

По формуле (1) находим несущую способность сваи:

$$F_d = 1\,[1600 \cdot 0{,}09 + 1{,}2\,(0{,}5 \cdot 11{,}2 \cdot 1{,}5 + 0{,}5 \cdot 32{,}5 \cdot 2 + 0{,}5 \cdot 39 \cdot 2 +$$

$$+ 0{,}5 \cdot 42{,}2 \cdot 2 + 0{,}5 \cdot 44{,}7 \cdot 2{,}5)\,] = 1\,(144 + 215) = 359 \text{ кН } (36 \text{ тс}).$$

Пример 4. Требуется определить несущую способность железобетонной квадратной сваи с шириной сечения $b_p = 30$ см, длиной 4,5 м, погруженной в грунт дизель-молотом С-996 на 4 м ниже дна котлована при глубине котлована 1 м.

Грунтовые условия. С отметки природного рельефа залегает песок мелкий, плотный толщиной слоя 2 м. Ниже – песок средней крупности, плотный на глубину 6 м, подстилаемый плотным гравелистым песком, разведанной толщиной 5 м. Степень плотности песков определена по материалам инженерно-геологических изысканий при отсутствии данных статического зондирования.

Решение. Площадь поперечного сечения сваи $A = 0{,}3 \cdot 0{,}3 = 0{,}09$ м^2, периметр поперечного сечения $u = 4 \cdot 0{,}3 = 1{,}2$ м, расчетная глубина погружения нижнего конца сваи от поверхности грунта $l = 1 + 4{,}0 = 5$ м.

В соответствии с п. 2.2, по табл. 3, с учетом примечания 4 к табл. 3 и 4 Рекомендаций, для расчетной глубины погружения сваи находим расчетное сопротивление плотного песка средней крупности в плоскости нижнего конца сваи $R = 1{,}6 \cdot 4350 = 6960$ кПа.

Далее определяем среднюю глубину расположения слоев грунта от дневной поверхности и соответствующие значения расчетного сопротивления на боковой поверхности ствола сваи по табл. 2 СНиП 2.02.03-85.

Для песка мелкого $z_1 = 1 + 1/2 = 1{,}5$ м, $l_1 = 1$ м, $f_1 = 26{,}5$ кПа.

Для песка средней крупности $z_2 = 1 + 1 + 2/2 = 3$ м, $l_2 = 2$ м, $f_2 = 48$ кПа; $z_3 = 1 + 1 + 2 + 1/2 = 4{,}5$ м, $l_3 = 1$ м, $f_3 = 54{,}5$ кПа.

Коэффициенты условий работы грунта под нижним концом на боковой поверхности сваи принимаются $\gamma_{cR} = 1$ и $\gamma_{cf} = 1$.

Региональные коэффициенты к f_i принимаем по табл. 2:

$$\gamma_{p1} = \gamma_{p2} = \gamma_{p3} = 1{,}4.$$

По формуле (1) определяем несущую способность сваи:

$$F_d = 1\,[6960 \cdot 0{,}09 + 1{,}2\,(1{,}4 \cdot 26{,}5 \cdot 1 + 1{,}4 \cdot 48 \cdot 2 + 1{,}4 \cdot 54{,}5 \cdot 1)\,] =$$

$$= 1\,(626 + 298) = 924 \text{ кН } (92 \text{ тс}).$$

Пример определения несущей способности забивной висячей сваи в пылевато-глинистых грунтах отвалов с давностью отсыпки 15 и более лет

Требуется определить несущую способность железобетонной квадратной сваи с шириной поперечного сечения b_p = 30 см и длиной 7 м, погруженной дизель-молотом С-995 на глубину 6 м.

Грунтовые условия. Площадка представлена 20-метровой толщей насыпных суглинков без органических включений, имеющих давность осыпки 20 лет. Показатели текучести насыпных грунтов: первого 2-метрового слоя I_L = 0,3, второго 2-метрового слоя I_L = 0,25, далее на всю глубину насыпные грунты имеют I_L = 0,1. Подстилаются насыпные грунты природными суглинками I_L = 0,2.

Решение. Площадь поперечного сечения сваи A = 0,3 · 0,3 = 0,09 м^2, периметр поперечного сечения u = 4 · 0,3 = 1,2 м, расчетная глубина погружения l = 6 м.

В соответствии с указаниями п. 3.2 по табл. 5 Рекомендаций для расчетной глубины забивки сваи находим расчетное сопротивление насыпного пылевато-глинистого грунта с показателем текучести I_L = 0,1 в плоскости нижнего конца сваи R = 2650 кПа.

Далее определяем среднюю глубину расположения слоев грунта от дневной поверхности и соответствующие значения расчетного сопротивления грунта на боковой поверхности сваи f_i по табл. 6.

Для первого слоя грунта z_1 = 2/2 = 1 м, l_1 = 2 м, f_1 = 6 кПа.

Для второго слоя грунта z_2 = 2 + 2/2 = 3 м, l_2 = 2 м, f_2 = 11,5 кПа.

Для третьего слоя грунта z_3 = 2 + 2 + 2/2 = 5 м, l_3 = 2 м, f_3 = 18 кПа.

Коэффициенты условий работы грунта под нижним концом и на боковой поверхности сваи принимаются γ_{cR} = 1, γ_{cf} = 1.

По формуле (2) определяем несущую способность сваи в насыпных пылевато-глинистых грунтах с давностью отсыпки 15 и более лет:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \Sigma \gamma_{cf} f_i l_i) = 1\,[2650 \cdot 0{,}09 + 1{,}2\,(6 \cdot 2 + 11{,}5 \cdot 2 +$$

$$+ 18 \cdot 2)\,] = 1\,(238 + 85) = 323 \text{ кН } (32 \text{ тс}).$$

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3
2. Определение несущей способности забивных висячих свай в песчаных и пылевато-глинистых грунтах природного сложения 3
3. Определение несущей способности забивных висячих свай в пылевато-глинистых грунтах отвалов с давностью отсыпки 15 и более лет 9

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Примеры определения несущей способности забивных висячих свай в песчаных и пылевато-глинистых грунтах природного сложения 12

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Пример определения несущей способности забивной висячей сваи в пылевато-глинистых грунтах отвалов с давностью отсыпки 15 и более лет 15

Нормативно-производственное издание

ДальНИИС Госстроя СССР

Рекомендации по проектированию свайных фундаментов из забивных свай в грунтовых условиях Дальнего Востока

Редактор Э.И. Федотова
Мл. редактор Т.А. Самсонова
Технический редактор Р.Я. Лаврентьева
Корректор Л.А. Егорова
Оператор М.В. Карамнова
Н/К

Подписано в печать 31.05.89 Формат 60х84 1/16 Бумага офсетная № 2 Печать офсетная Усл. печ. л. 0,93 Усл. кр.-отт. 1,31 Уч.-изд. л. 0,97 Тираж 7000 экз. Изд. № ХП–3080 Зак. № 1975 Цена 5 коп.

Москва. 101442 Стройиздат, Каляевская, 23а

Московская типография № 9 Союзполиграфпрома
Москва, 109039, Волочаевская, 40

gost.e-ecolog.ru