

538 – Поле свайных фундаментов



Программа предназначена для проектирования свайных фундаментов согласно СП 24.13330.2011 с учетом указаний Пособия по проектированию железобетонных ростверков свайных фундаментов под колонны зданий и сооружений.

Предусмотрены следующие расчеты:

- проверка прочности грунта основания свай,
- проверка допустимости давления на грунт боковыми поверхностями свай,
- проверка прочности материала свай,
- проверка допустимости горизонтального перемещения и угла поворота головы свай,
- проверка трещиностойкости свай,
- проверка допустимости осадок свай в кусте,
- проверка прочности нормальных и наклонных сечений ростверка,
- проверка трещиностойкости ростверка,
- проверка прочности ростверка на смятие колонной,
- проверка прочности ростверка на продавливание колонной и угловой сваей.

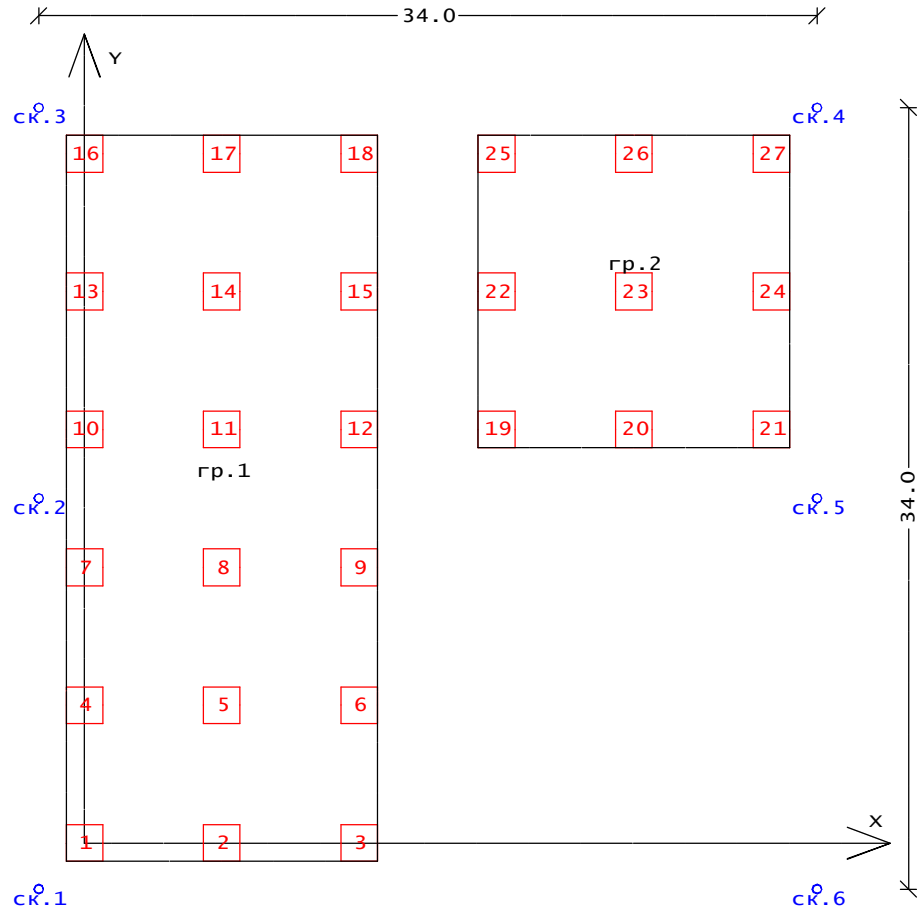
Программа позволяет провести подбор числа свай, размеров свай и размеров ростверка, при которых обеспечивается работоспособность свайного фундамента.

Производится конструирование продольной арматуры в свае и в ростверке, а также конструирование косвенной арматуры в ростверке, требуемой по расчету на смятие ростверка колонной.

Данные для расчета

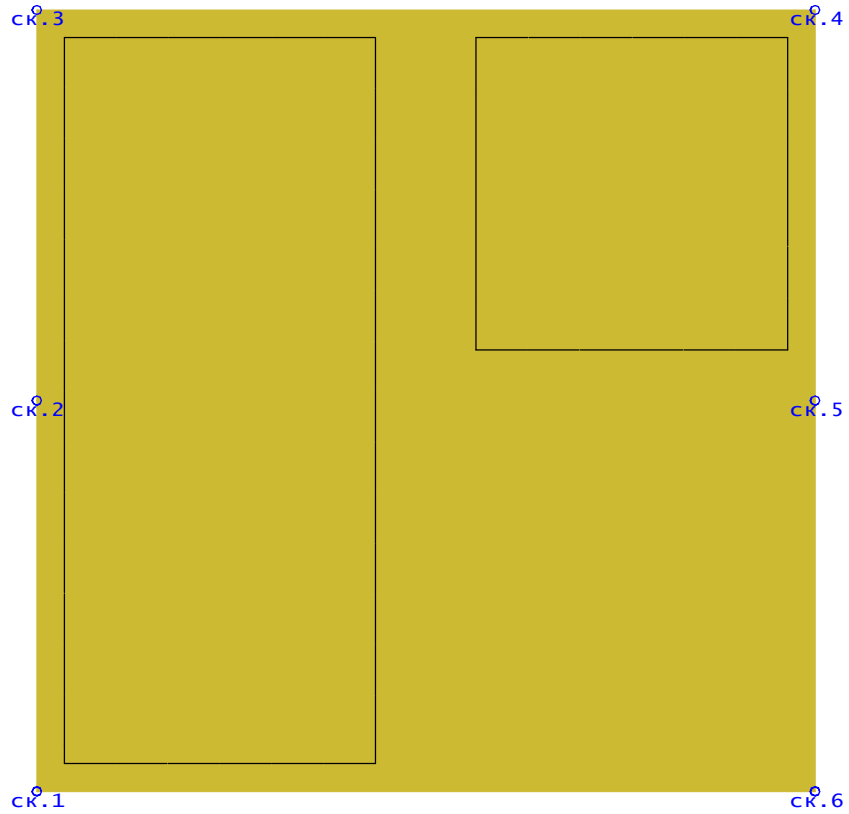
План площадки

М = 1 : 330



План слоя 1
М = 1 : 330

ИГЭ 922



План слоя 2
М = 1 : 330

ИГЭ 921

ср.3

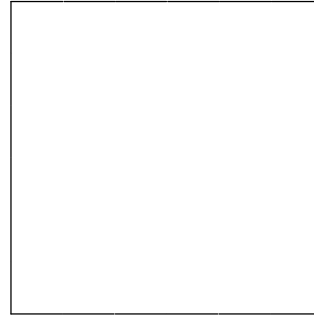
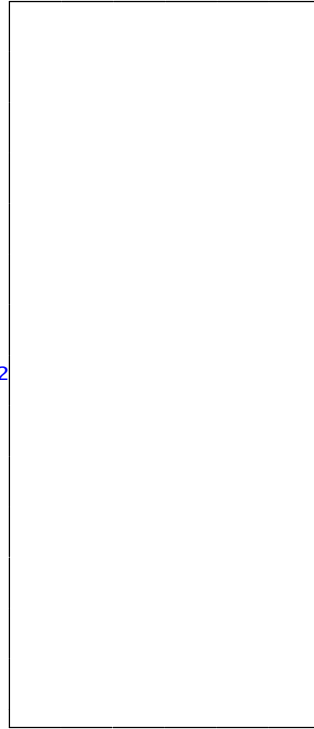
ср.4

ср.2

ср.5

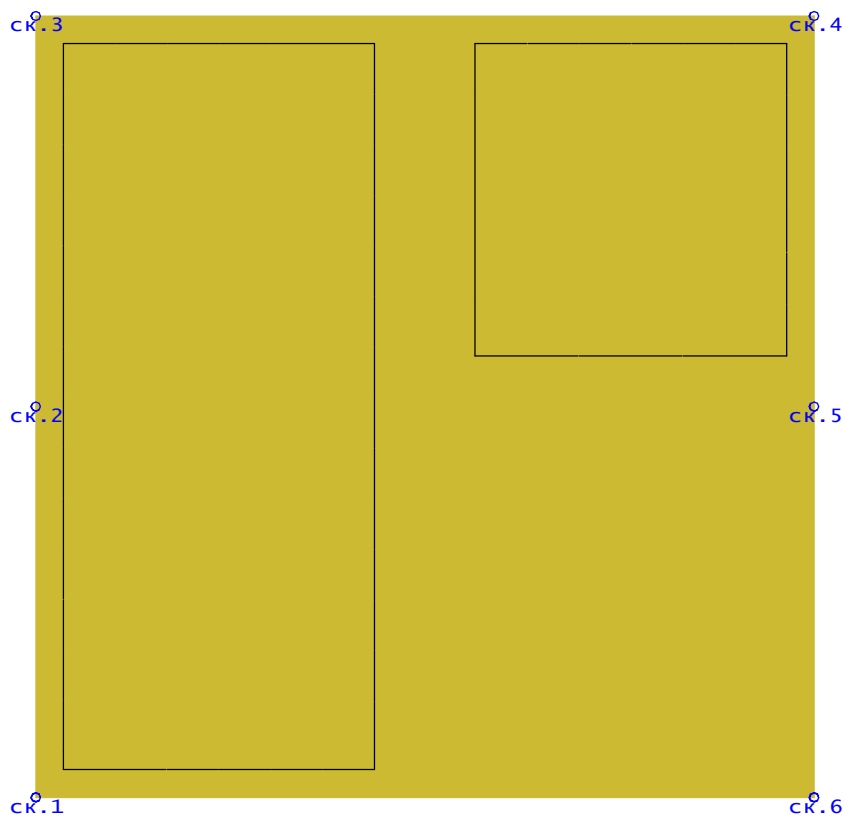
ср.1

ср.6



План слоя 3
 М = 1 : 330

ИГЭ 923


 Колонны: положение
и нумерация

№ кол.	№ грп.	х [м]	у [м]	№ кол.	№ грп.	х [м]	у [м]
1	1	0.0	0.0	2	1	6.0	0.0
3	1	12.0	0.0	4	1	0.0	6.0
5	1	6.0	6.0	6	1	12.0	6.0
7	1	0.0	12.0	8	1	6.0	12.0
9	1	12.0	12.0	10	1	0.0	18.0
11	1	6.0	18.0	12	1	12.0	18.0
13	1	0.0	24.0	14	1	6.0	24.0
15	1	12.0	24.0	16	1	0.0	30.0
17	1	6.0	30.0	18	1	12.0	30.0
19	2	18.0	18.0	20	2	24.0	18.0
21	2	30.0	18.0	22	2	18.0	24.0
23	2	24.0	24.0	24	2	30.0	24.0
25	2	18.0	30.0	26	2	24.0	30.0
27	2	30.0	30.0				

Грунт

№	Слой	Вид грунта
1	ИГЭ 922	Песок средней крупности
2	ИГЭ 921	Крупный песок
3	ИГЭ 923	Глина

Нормативные значения характеристик по слоям

№	метка	γ [кН/м ³]	E [МПа]	ϕ [град]	c [кПа]	I_p	I_L
1	ИГЭ 922	19.0	45.0	39.0	2.0		
2	ИГЭ 921	18.0	30.0	38.0	2.0		
3	ИГЭ 923	17.0	17.0	17.0	48.0	20.0	0.4

Скважины

№	координаты скважин и расположение слоев					
1	x=-2.00м	y=-2.00м	водоупорный слой WP=7.00 м			
	z [м]	0.00	3.00	7.00		
	№гр.	1	2	3		

2	x=-2.00м	y=15.00м	водоупорный слой WP=8.00 м			
	z [м]	0.00	2.00	8.00		
	№гр.	1	2	3		

3	x=-2.00м	y=32.00м				
	z [м]	0.00	2.00			
	№гр.	1	3			

4	x=32.00м	y=32.00м				
	z [м]	0.00	2.00			
	№гр.	1	3			

5	x=32.00м	y=15.00м				
	z [м]	0.00	3.00			
	№гр.	1	3			

6	x=32.00м	y=-2.00м				
	z [м]	0.00	4.00			
	№гр.	1	3			

Координата z отсчитывается от подошвы фундамента.

Уровень грунтовых вод WL=5.00 м

Нагрузки

№	№	N	Mx	My	Qx	Qy
нагр.	колонны	[кН]	[кНм]	[кНм]	[кН]	[кН]
1	Постоянная	$\gamma_f=1.10$				
	1	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	8	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	11	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	12	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	14	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	17	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	18	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	19	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	20	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	21	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	22	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	23	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	24	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	25	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0

26	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
27	1000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

2 Кратковрем. $\gamma_f=1.20$						
1	10.0	-15.0	15.0	20.0	-10.0	
2	10.0	-15.0	0.0	5.0	-10.0	
3	10.0	-15.0	-15.0	-10.0	-10.0	
4	10.0	-9.0	15.0	20.0	-6.0	
5	10.0	-7.5	1.5	6.0	-5.0	
6	10.0	-6.0	-12.0	-8.0	-4.0	
7	10.0	-3.0	15.0	20.0	-2.0	
8	10.0	0.0	3.0	7.0	0.0	
9	10.0	3.0	-9.0	-6.0	2.0	
10	10.0	3.0	15.0	20.0	2.0	
11	10.0	7.5	4.5	8.0	5.0	
12	10.0	12.0	-6.0	-4.0	8.0	
13	10.0	9.0	15.0	20.0	6.0	
14	10.0	15.0	6.0	9.0	10.0	
15	10.0	21.0	-3.0	-2.0	14.0	
16	10.0	15.0	15.0	20.0	10.0	
17	10.0	22.5	7.5	10.0	15.0	
18	10.0	30.0	0.0	0.0	20.0	
19	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	10.0	-7.5	-2.5	-5.0	-5.0	
21	10.0	-15.0	-5.0	-10.0	-10.0	
22	10.0	15.0	0.0	0.0	10.0	
23	10.0	7.5	-5.0	-5.0	5.0	
24	10.0	0.0	-10.0	-10.0	0.0	
25	10.0	30.0	0.0	0.0	20.0	
26	10.0	22.5	-7.5	-5.0	15.0	
27	10.0	15.0	-15.0	-10.0	10.0	

3 Длительная $\gamma_f=1.05$						
1	200.0	30.0	-30.0	-40.0	-40.0	
2	200.0	30.0	0.0	0.0	-40.0	
3	200.0	30.0	30.0	40.0	-40.0	
4	200.0	18.0	-30.0	-40.0	-24.0	
5	200.0	18.0	-3.0	-4.0	-24.0	
6	200.0	18.0	24.0	32.0	-24.0	
7	200.0	6.0	-30.0	-40.0	-8.0	
8	200.0	6.0	-6.0	-8.0	-8.0	
9	200.0	6.0	18.0	24.0	-8.0	
10	200.0	-6.0	-30.0	-40.0	8.0	
11	200.0	-6.0	-9.0	-12.0	8.0	
12	200.0	-6.0	12.0	16.0	8.0	
13	200.0	-18.0	-30.0	-40.0	24.0	
14	200.0	-18.0	-12.0	-16.0	24.0	
15	200.0	-18.0	6.0	8.0	24.0	
16	200.0	-30.0	-30.0	-40.0	40.0	
17	200.0	-30.0	-15.0	-20.0	40.0	
18	200.0	-30.0	0.0	0.0	40.0	
19	200.0	30.0	0.0	0.0	-40.0	
20	200.0	30.0	15.0	20.0	-40.0	
21	200.0	30.0	30.0	40.0	-40.0	
22	200.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
23	200.0	0.0	15.0	20.0	0.0	
24	200.0	0.0	30.0	40.0	0.0	
25	200.0	-30.0	0.0	0.0	40.0	
26	200.0	-30.0	15.0	20.0	40.0	
27	200.0	-30.0	30.0	40.0	40.0	

Расчет

Согласно СП 24.13330.2011, СП 63.13330.2018, СП 20.13330.2016

Вид свай **висячие забивные железобетонные сваи**

Свая погружается молотом

Принимается шарнирное сопряжение сваи с ростверком

Глубина заложения ростверка

от поверхности рельефа $d_n = 3.00$ м

от уровня планировки $d_0 = 3.00$ м

Материал ростверка

Бетон **B 25 (тяжелый)**

Коэффициент условий работы $\gamma_b = 0.900$ -

Продольная арматура **A500**

Косвенная арматура **A400**

Соппротивление бетона $\gamma_b R_b = 13.05$ МПа

Соппротивление арматуры $\gamma_b R_{bt} = 0.95$ МПа

$R_s = 435$ МПа

$R_{sc} = 400$ МПа

$R_{s,xy} = 350$ МПа

Материал сваи

Бетон **B 20 (тяжелый)**

Коэффициент условий работы $\gamma_b = 0.900$ -

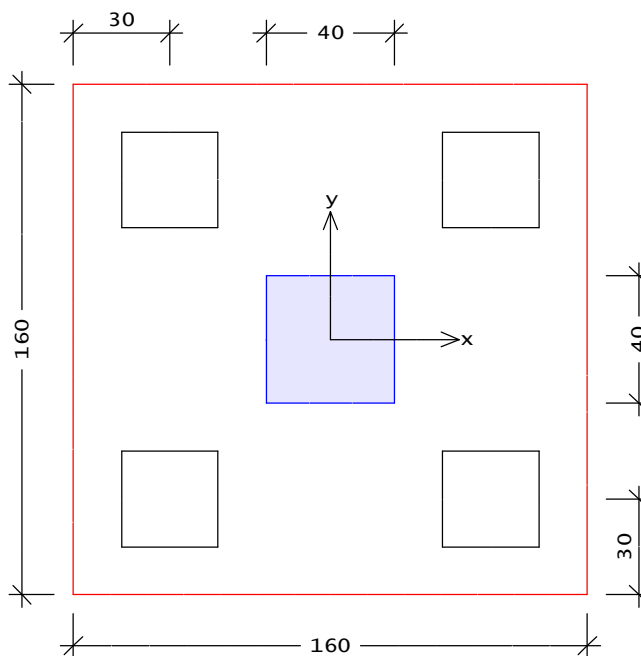
Арматура **A500**

Соппротивление бетона $\gamma_b R_b = 10.35$ МПа

Соппротивление арматуры $R_s = 435$ МПа

$R_{sc} = 400$ МПа

План фундамента



Размеры сечения колонны $C_x = 40$ см

$C_y = 40$ см

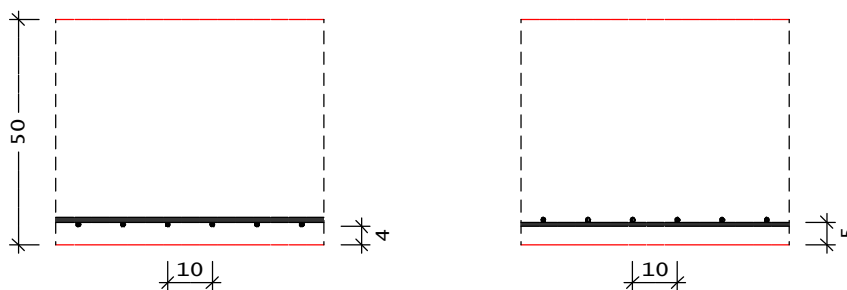
Размеры ростверка $l_x = 160$ см

$l_y = 160$ см

Толщина ростверка	h	=	50	см
Число свай	n	=	4	-
Расстояние от грани ростверка до осей крайних свай по оси x	a_x	=	30.0	см
по оси y	a_y	=	30.0	см
Ширина сечения свай	d	=	30	см
Наименьшее расстояние между осями свай	a_{min}	=	100	см
Длина свай	l	=	9.00	м

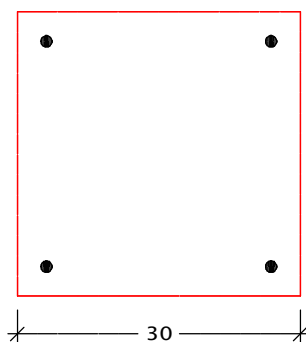
Арматура в ростверке по осям x и y

Ось	Арматура	d_s [мм]	Шаг [см]	Число стерж.	A_s [см ²]	a_s [мм]	h_0 [см]	μ [%]
x	нижняя	10	10	16	12.57	40	45.5	0.17
y	нижняя	10	10	16	12.57	50	44.5	0.18



Арматура в свае

Число стержней	n_s	=	4	-
Диаметр стержней	d_s	=	12	мм
Защитный слой бетона	a_s	=	25	мм



Стержни: 4 Φ 12

Защитный слой:

$a_s = 25$ мм

Вес ростверка	G_p	=	32.0	кН
Коэффициент надежности	γ_f	=	1.10	-
Вес свай	G_c	=	20.2	кН
Коэффициент надежности	γ_f	=	1.10	-

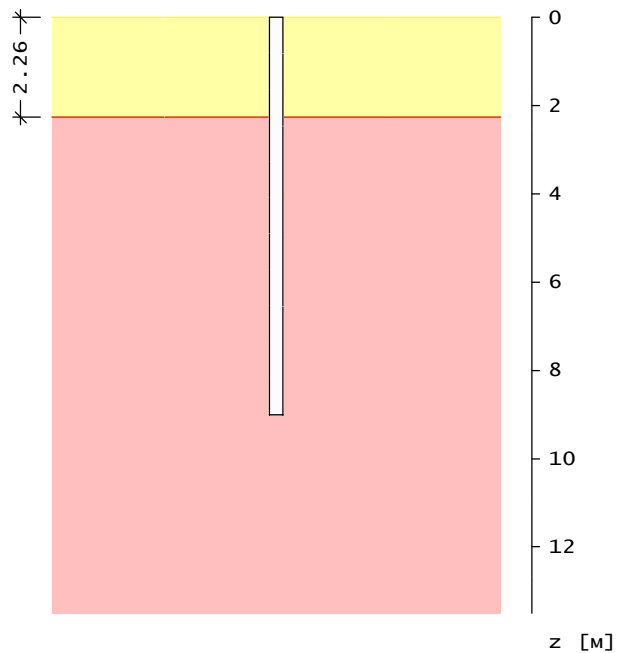
Проверка прочности грунта основания сваи при сжимающей нагрузке

Колонна 27

Удельный вес грунта выше уровня подошвы ростверка
 нормативное значение $\gamma_{0n} = 0.0$ кН/м³
 расчетное значение $\gamma_0 = 0.0$ кН/м³

Толщина слоев	Слой	h [м]	Вид грунта
	1	2.26	Песок средней крупности
	2		Глина тугопластичная

Схема геологического разреза



Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)		
	1 (1.10)	3 (1.05)	

Нагрузка на фундамент	N [кН]	H _x [кН]	H _y [кН]	M _x [кНм]	M _y [кНм]
		1310.0	42.0	42.0	31.5

Условие прочности $N_0 \gamma_{nc, g} / F_d =$
 $411.1 * 1.00 * 1.40 / 688.5 = 0.836 \leq 1$

Проверка допустимости давления на грунт боковой поверхностью сваи

Колонна 18

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)		
	1 (1.10)	2 (1.20)	3 (1.05)

Нагрузка на фундамент	N [кН]	H _x [кН]	H _y [кН]	M _x [кНм]	M _y [кНм]
		1322.0		66.0	-4.5

Условие допустимости $p / p_u = 14.1 / 61.0 = 0.230 \leq 1$

Проверка прочности материала сваи

Колонна 1

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)					
	1 (1.10)		3 (1.05)			

Нагрузка на фундамент	N	H _x	H _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1310.0	-42.0	-42.0	-31.5	-31.5

Сжимающая сила $N_0 / N_{0u} = 388.8 / 814.3 = 0.477 \leq 1$

Момент M_x $M_x / M_{xu} = 9.7 / 20.2 = 0.477 \leq 1$

Момент M_y $M_y / M_{yu} = 9.7 / 20.2 = 0.477 \leq 1$

Проверка допустимости перемещения и угла поворота головы сваи

Колонна 18

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)					
	1 (1.00)		2 (1.00)		3 (1.00)	

Нагрузка на фундамент	N	H _x	H _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1210.0		60.0		

Перемещение $u_0 / u_u = 0.34 / 3.00 = 0.113 \leq 1$

Угол поворота $\psi_0 / \psi_u = 0.0019 / 0.0100 = 0.189 \leq 1$

Проверка трещиностойкости сваи

Колонна 1

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)					
	1 (1.00)		3 (1.00)			

Нагрузка на фундамент	N	H _x	H _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1200.0	-40.0	-40.0	-30.0	-30.0

Образование трещин	N/N _{crс}	M _x /M _{x,crс}	M _y /M _{y,crс}	Трещины
	1.000	0.599	0.599	не образуются

Проверка допустимости осадок свай в кусте

Колонна 27

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)					
	1 (1.00)		3 (1.00)			

Нагрузка на фундамент	N	H _x	H _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1200.0	40.0	40.0	30.0	30.0

Условие допустимости $s / s_u = 0.82 / 8.0 = 0.102 \leq 1$

Проверка прочности сечений ростверка, нормальных к осям x и y

Колонна 19

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)			
	1	(1.10)	3	(1.05)

Нагрузка на фундамент	N	H _x	H _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1310.0		-42.0	-31.5	

Условие прочности	Ось	M	M _u	M/M _u	<= 1
		[кНм]	[кНм]		
	x	203.6	240.6	0.846	<= 1
	y	219.3	235.1	0.933	<= 1

Проверка ширины раскрытия трещин в ростверке, нормальных к осям x и y

Колонна 19

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)			
	1	(1.00)	3	(1.00)

Нагрузка на фундамент	N	H _x	H _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1200.0		-40.0	-30.0	

Ширина раскрытия трещин	Ось	M	M ₁	M _{cr,c}	a _{c1}	a _{c2}
		[кНм]	[кНм]	[кНм]	[мм]	[мм]
	x	186.3	185.3	181.7	0.104	0.103
	y	201.3	200.3	181.0	0.148	0.146

Проверка прочности сечений ростверка, наклонных к осям x и y

Колонна 19

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)			
	1	(1.10)	3	(1.05)

Нагрузка на фундамент	N	H _x	H _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1310.0		-42.0	-31.5	

Условия прочности	Q _x / Q _{b,x} =	679 / 1720 =	0.395	<= 1
	Q _y / Q _{b,y} =	731 / 1682 =	0.435	<= 1

Проверка прочности ростверка на смятие колонной

Колонна 1

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)				
	1	(1.10)	2	(1.20)	3

Нагрузка на фундамент	N	H _x	H _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1322.0	-18.0	-54.0	-13.5	-13.5

Условие прочности	N / N _b =	1322 / 3758 =	0.352	<= 1
-------------------	----------------------	---------------	--------------	------

Проверка прочности ростверка на продавливание колонной

Колонна 1

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)			
	1	(1.10)	3	(1.05)

Нагрузка на фундамент	N	N _x	N _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1310.0	-42.0	-42.0	-31.5	-31.5

Условие прочности $F / F_{ult} + M_x / M_{x,ult} + M_y / M_{y,ult} =$

0.5311 + 0.0661 + 0.0661 = **0.663** <= 1

Проверка прочности ростверка на продавливание угловой сваей

Колонна 1

Комбинация нагрузок	Номер нагрузки (Коэффициент)			
	1	(1.10)	3	(1.05)

Нагрузка на фундамент	N	N _x	N _y	M _x	M _y
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1310.0	-42.0	-42.0	-31.5	-31.5

Условие прочности $F / F_{ult} + M_x / M_{x,ult} + M_y / M_{y,ult} =$

0.2992 + 0.0748 + 0.0748 = **0.449** <= 1

Работоспособность фундамента обеспечена

Расчет выполнен модулем t538 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт