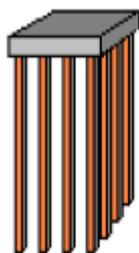


## 538 – Поле свайных фундаментов



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.

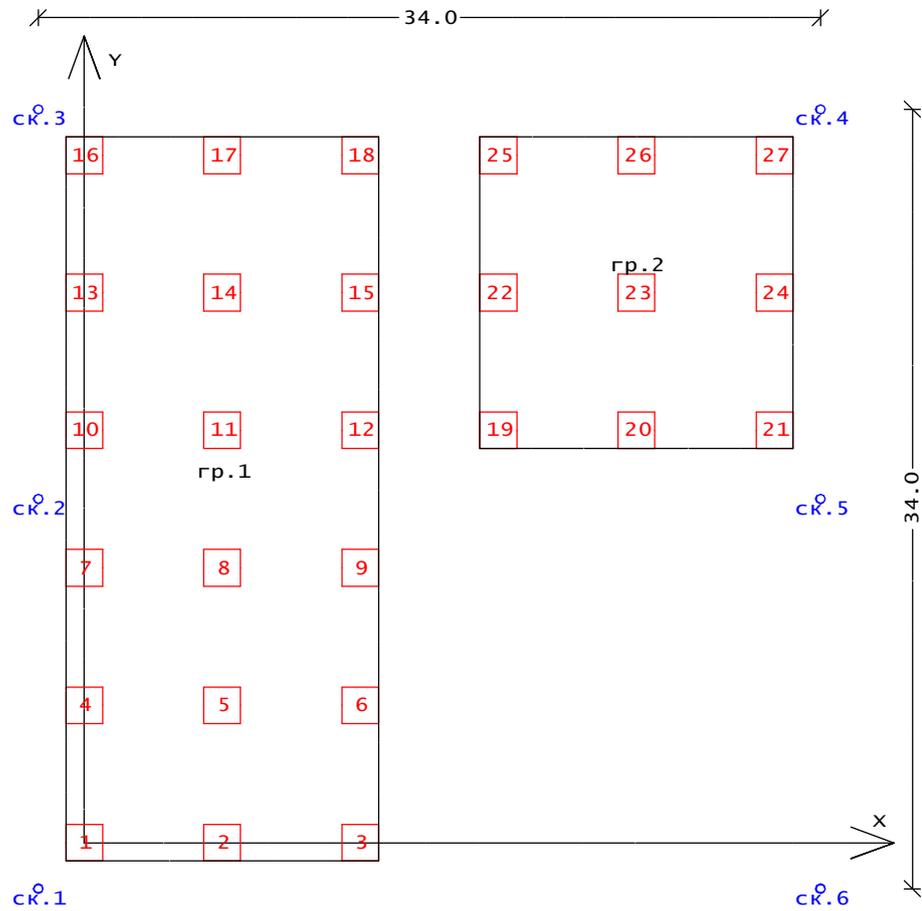
Программа позволяет провести подбор числа свай, размеров свай и размеров ростверка, при которых обеспечивается работоспособность свайного фундамента.

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

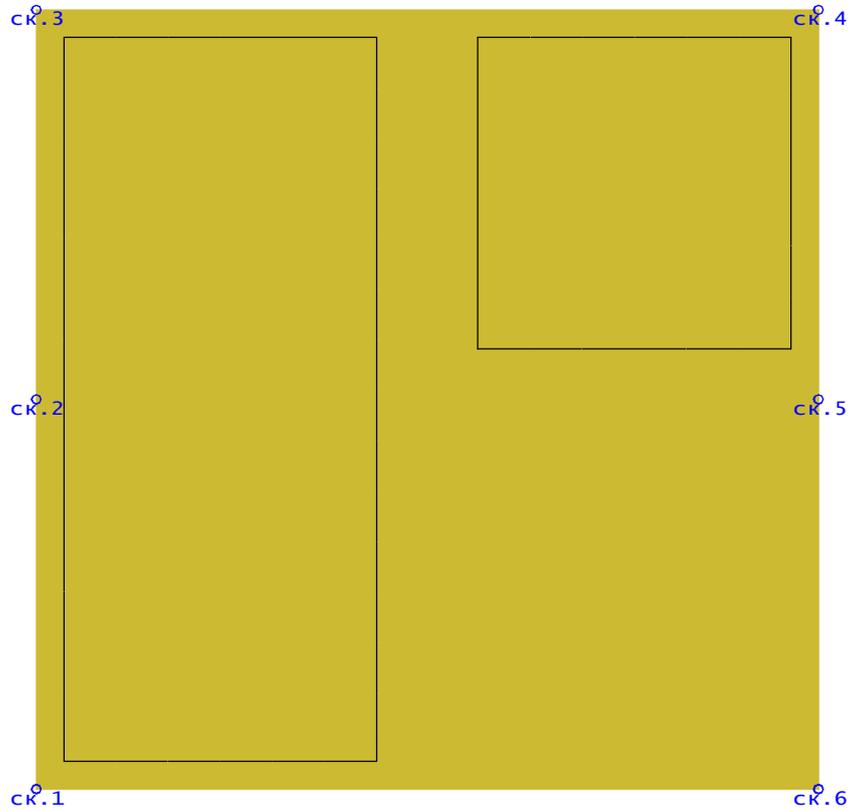
План площадки

М = 1 : 330



План слоя 1  
М = 1 : 330

ИГЭ 922



План слоя 2  
М = 1 : 330

ИГЭ 921

ср.3

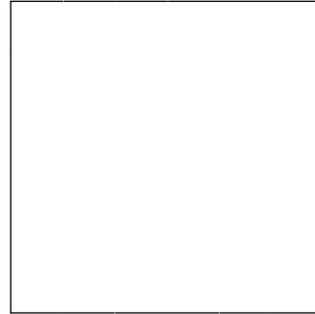
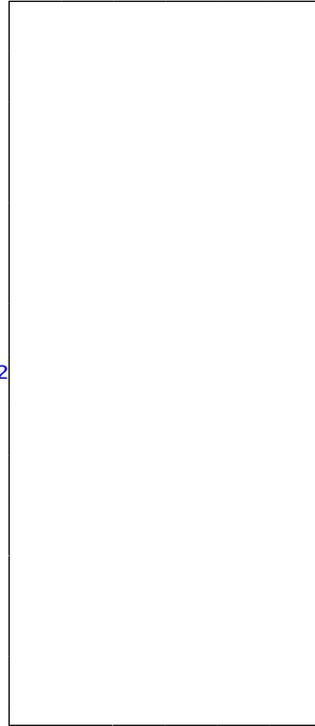
ср.4

ср.2

ср.5

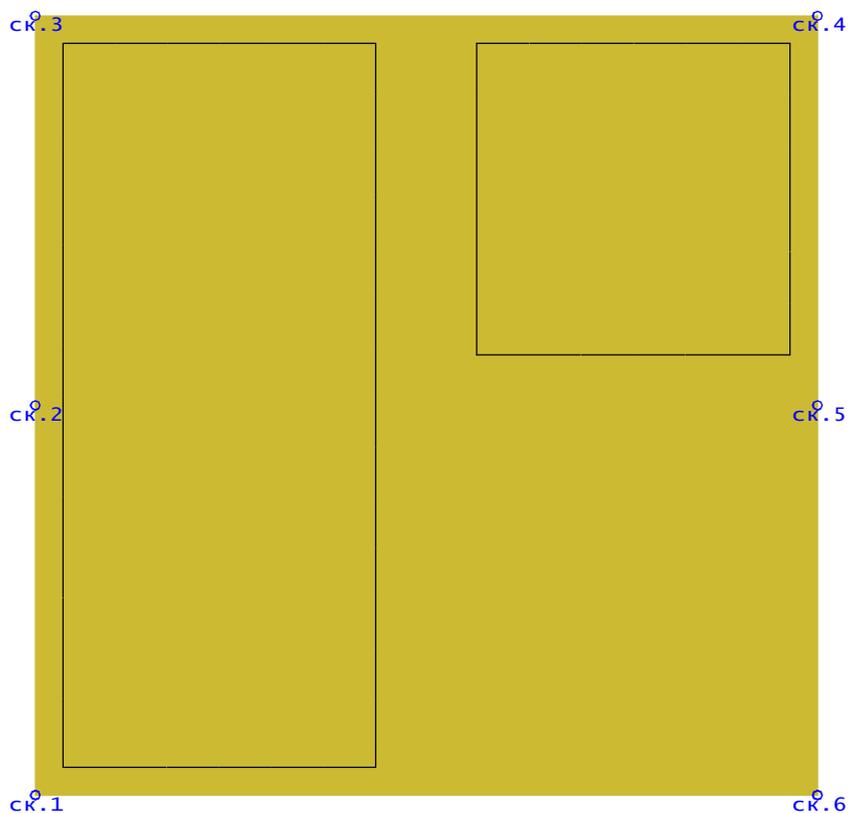
ср.1

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	$\gamma$ [кН/м <sup>3</sup> ]	Е [МПа]	$\phi$ [град]	с [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

$\gamma_b R_{bt} = 0.95$  МПа

Соппротивление арматуры  $R_s = 435$  МПа

$R_{sc} = 400$  МПа

$R_{s,xy} = 350$  МПа

Материал сваи

Бетон **B 20 (тяжелый)**

Коэффициент условий работы  $\gamma_b = 0.900$  -

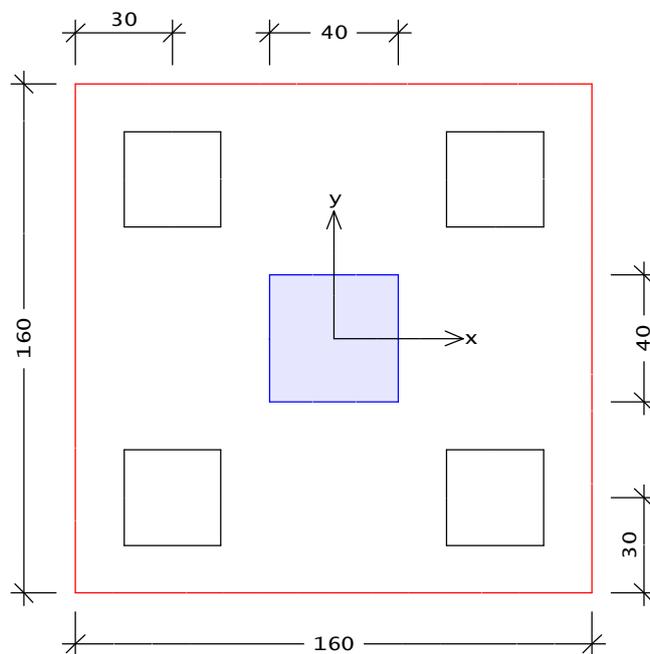
Арматура **A500**

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

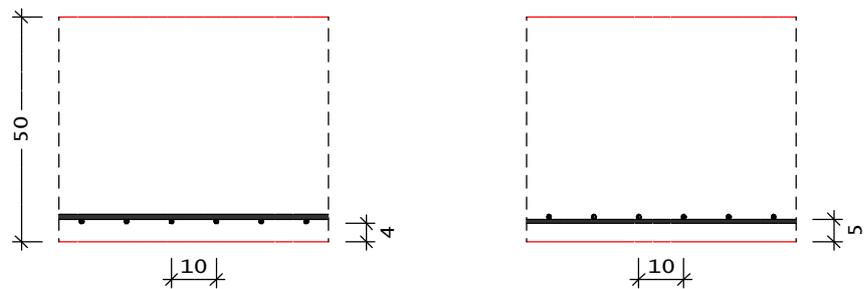
Размеры ростверка  $l_x = 160$  см

$l_y = 160$  см

Толщина ростверка	$h$	=	<b>50</b>	см
Число свай	$n$	=	<b>4</b>	-
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	$d$	=	<b>30</b>	см
Наименьшее расстояние между осями свай	$a_{min}$	=	100	см
Длина свай	$l$	=	<b>9.00</b>	м

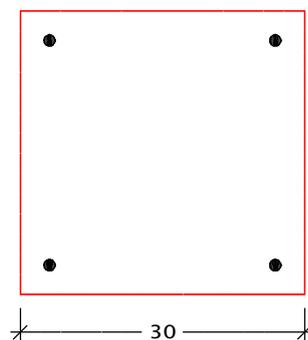
Арматура в ростверке по осям  $x$  и  $y$

Ось	Арматура	$d_s$ [мм]	Шаг [см]	Число стерж.	$A_s$ [см <sup>2</sup> ]	$a_s$ [мм]	$h_0$ [см]	$\mu$ [%]
$x$	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  $\Phi$  12

Защитный слой:

$a_s = 25$  мм

Вес ростверка	$G_p$	=	32.0	кН
Коэффициент надежности	$\gamma_f$	=	1.10	-
Вес свай	$G_c$	=	20.2	кН
Коэффициент надежности	$\gamma_f$	=	1.10	-

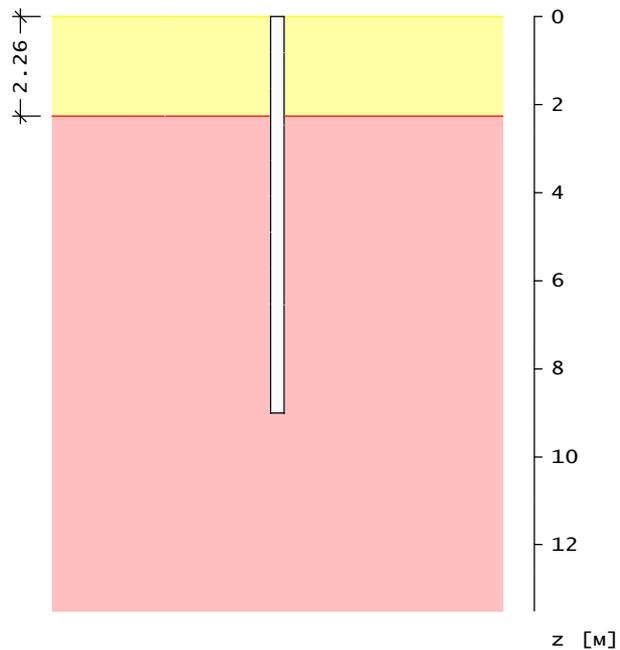
**Проверка прочности грунта основания сваи при сжимающей нагрузке**

Колонна 27

Удельный вес грунта выше уровня подошвы ростверка  
 нормативное значение  $\gamma_{0n} = 0.0$  кН/м<sup>3</sup>  
 расчетное значение  $\gamma_0 = 0.0$  кН/м<sup>3</sup>

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 <sub>x</sub> [кН]	H <sub>y</sub> [кН]	M <sub>x</sub> [кНм]	M <sub>y</sub> [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 <sub>x</sub> [кН]	H <sub>y</sub> [кН]	M <sub>x</sub> [кНм]	M <sub>y</sub> [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 <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[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<sub>x</sub>  $M_x / M_{xu} = 9.7 / 20.2 = 0.477 \leq 1$

Момент M<sub>y</sub>  $M_y / M_{yu} = 9.7 / 20.2 = 0.477 \leq 1$

**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 <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[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 <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1200.0	-40.0	-40.0	-30.0	-30.0

Образование трещин	N/N <sub>crс</sub>	M <sub>x</sub> /M <sub>x,crс</sub>	M <sub>y</sub> /M <sub>y,crс</sub>	Трещины
	1.000	0.599	0.599	<b>не образуются</b>

**Проверка допустимости осадок свай в кусте**

Колонна 27

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

Нагрузка на фундамент	N	H <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[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 <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1310.0		-42.0	-31.5	

Условие прочности	Ось	M	M <sub>u</sub>	M/M <sub>u</sub>	<= 1
		[кНм]	[кНм]		
	x	203.6	240.6	<b>0.846</b>	<= 1
	y	219.3	235.1	<b>0.933</b>	<= 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 <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1200.0		-40.0	-30.0	

Ширина раскрытия трещин	Ось	M	M <sub>1</sub>	M <sub>cr,c</sub>	a <sub>c1</sub>	a <sub>c2</sub>
		[кНм]	[кНм]	[кНм]	[мм]	[мм]
	x	186.3	185.3	181.7	<b>0.104</b>	<b>0.103</b>
	y	201.3	200.3	181.0	<b>0.148</b>	<b>0.146</b>

**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 <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1310.0		-42.0	-31.5	

Условия прочности	Q <sub>x</sub> / Q <sub>bx</sub> =	679 / 1720 =	<b>0.395</b>	<= 1
	Q <sub>y</sub> / Q <sub>by</sub> =	731 / 1682 =	<b>0.435</b>	<= 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 <sub>x</sub>	H <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[кН]	[кН]	[кН]	[кНм]	[кНм]
	1322.0	-18.0	-54.0	-13.5	-13.5

Условие прочности	N / N <sub>b</sub> =	1322 / 3758 =	<b>0.352</b>	<= 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 <sub>x</sub>	N <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[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 <sub>x</sub>	N <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>
	[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