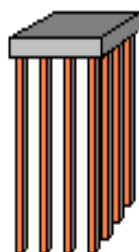


## 515 - Свайный фундамент с плитным ростверком



Программа предназначена для проектирования свайного фундамента с плитным ростверком согласно следующим нормам:

СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты»,

СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов»,

СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты».

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, расчет по образованию и раскрытию трещин в свае, расчет осадки свайного куста или свайного поля, расчет ростверка на продавливание угловыми сваями.

Программа позволяет провести подбор размеров свай и толщины ростверка, при которых обеспечивается работоспособность свайного фундамента и выполняются требования норм по заглублению свай.

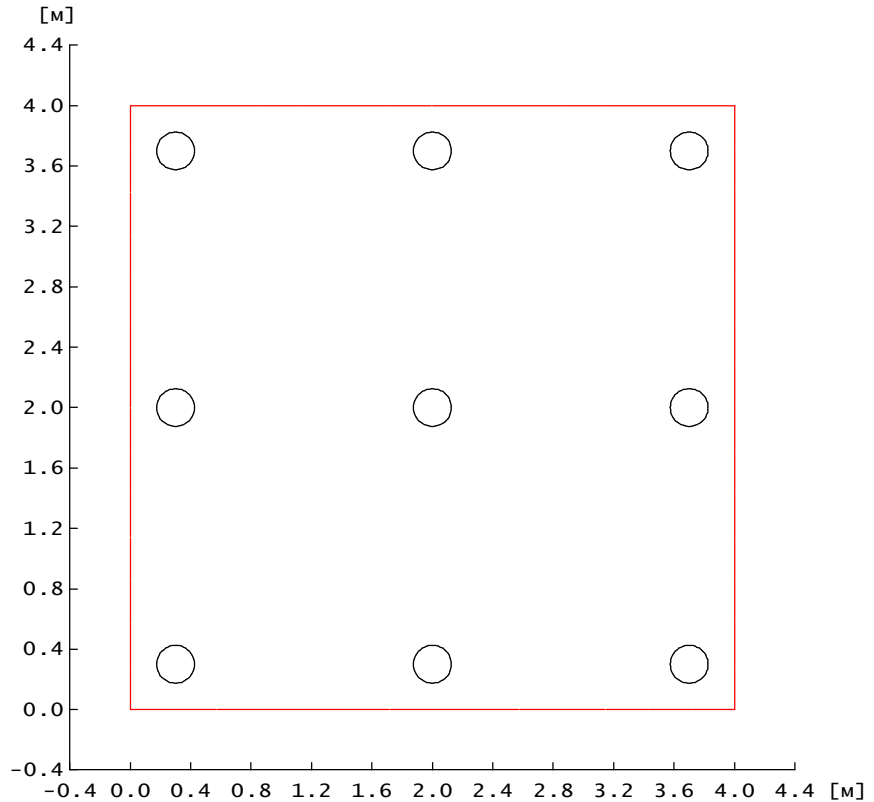
Для висячих свай подбирается размер сечения сваи и ее длина, для свай-стоек - размер сечения и глубина заделки сваи в скальный грунт.

Предусмотрено задание слоев грунта с нулевым сопротивлением и слоев грунта с заданным сопротивлением.

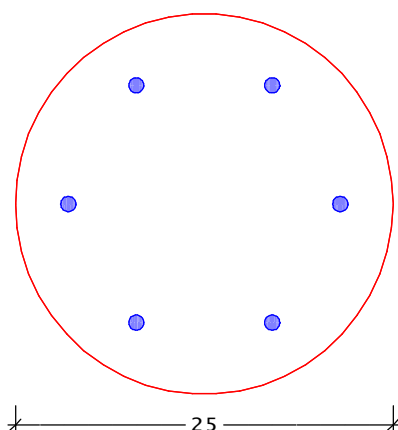
Предусмотрено задание просадочного грунта.

Фундамент

Свайный куст



	Размеры ростверка в плане	$l_x$	=	<b>4.00</b>	м
		$l_y$	=	<b>4.00</b>	м
	Толщина ростверка	$h$	=	<b>40</b>	см
Размещение свай	Число свай в ряду по оси x	$n_x$	=	<b>3</b>	-
	по оси y	$n_y$	=	<b>3</b>	-
	Расстояние от грани ростверка до осей крайних свай по оси x	$a_x$	=	30	см
	по оси y	$a_y$	=	30	см
	Расстояние между осями свай в ряду по оси x	$s_x$	=	1.70	м
	по оси y	$s_y$	=	1.70	м
Вид свай	висячие буровые железобетонные сваи				
	Диаметр сечения сваи	$d$	=	<b>25</b>	см
	Длина сваи	$l$	=	<b>5.00</b>	м
Арматура в свае	Число стержней	$n_s$	=	6	-
	Диаметр стержней	$d_s$	=	10	мм
	Защитный слой бетона	$a_s$	=	30	мм


 Стержни: 6  $\Phi$ 10

защитный слой:

аз = 30 мм

Свая бетонируется при отсутствии воды в скважине или с применением инвентарной трубы

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

### Грунт

Слой	Название слоя	h [м]	Вид грунта
1	ИГЭ 921	3.00	Песок крупный средней плотности
2	ИГЭ 924	7.00	Глина мягкопластичная

Удельный вес грунта выше уровня подошвы ростверка  
нормативное значение  $\gamma_{0n} = 18.0$  кН/м<sup>3</sup>

расчетное значение  $\gamma_0 = 16.0$  кН/м<sup>3</sup>

Удельный вес  
грунта

Слой	W [%]	e [-]	$S_r$ [-]	$\gamma_s$ [кН/м <sup>3</sup> ]	$\gamma$ [кН/м <sup>3</sup> ]
1	16.0	0.68	0.62	26.0	18.0
2	17.0	0.72	0.59	25.0	17.0

Консистенция  
глинистого грунта

Слой	$W_p$ [%]	$W_L$ [%]	$I_p$ [%]	$I_L$ [-]
2	5.0	28.0	23.0	0.52

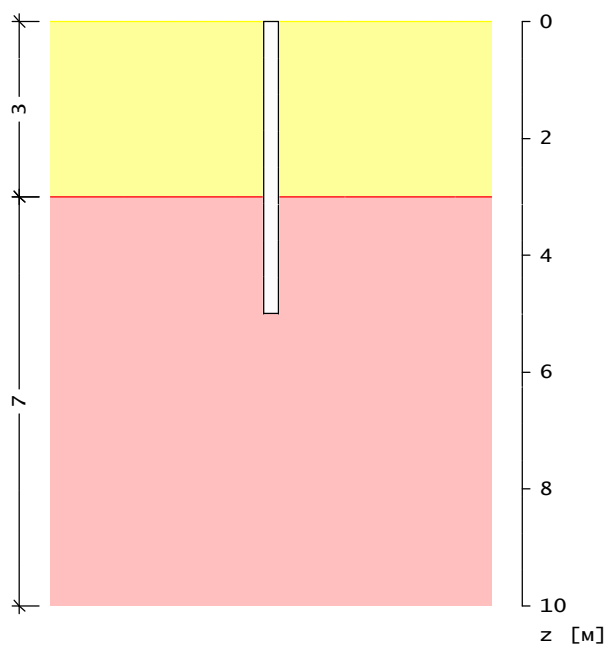
Кoeff. надежности

Слой	$\gamma_g(c)$	$\gamma_g(\phi)$	$\gamma_g(\gamma)$
1	1.50	1.10	1.10
2	1.50	1.15	1.10

Характеристики грунта

Слой	$c_{II}$ [кПа]	$\phi_{II}$ [°]	$\gamma_{II}$ [кН/м <sup>3</sup> ]	$c_I$ [кПа]	$\phi_I$ [°]	$\gamma_I$ [кН/м <sup>3</sup> ]	E [МПа]	$E_e$ [МПа]	$\nu$ [-]
1	2.0	38.0	18.0	1.3	34.5	16.4	30.0	150.0	0.25
2	19.0	18.0	17.0	12.7	15.7	15.5	14.0	70.0	0.24

Схема геологического разреза

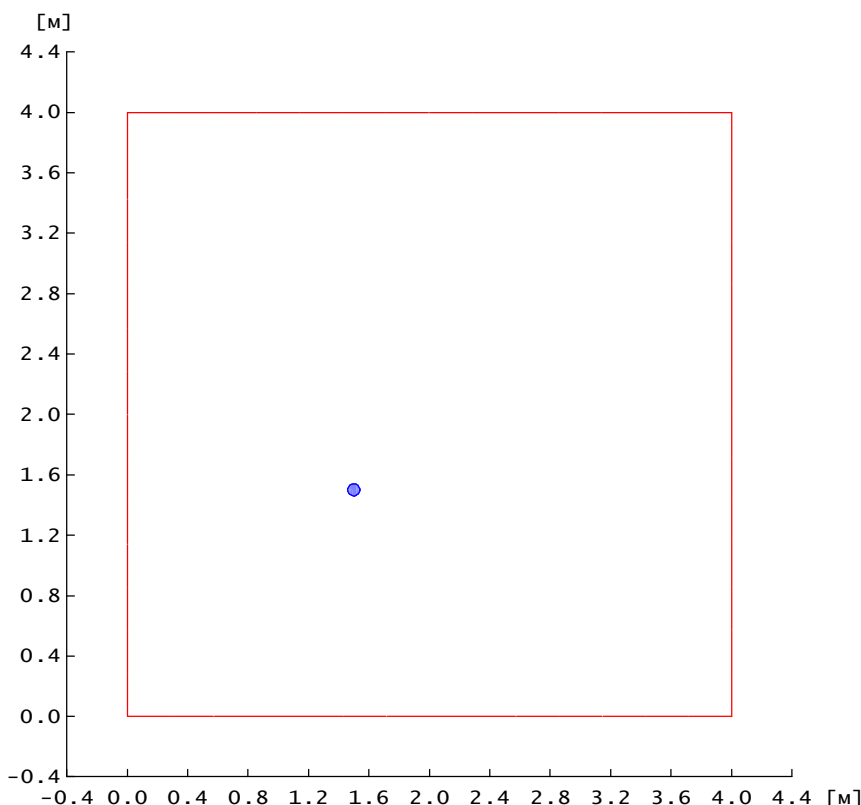


Нагрузки

№	Вид нагрузки	$\gamma_f$	Группа	Знак
1	Постоянная	1.10		

№	x [м]	y [м]	N [кН]	H <sub>x</sub> [кН]	H <sub>y</sub> [кН]	M <sub>x</sub> [кНм]	M <sub>y</sub> [кНм]
1	1.50	1.50	200.0	5.0	5.0		

## Точки приложения нагрузок



Нагрузки на уровне подошвы ростверка

№	N [кН]	N <sub>x</sub> [кН]	N <sub>y</sub> [кН]	M <sub>x</sub> [кНм]	M <sub>y</sub> [кНм]
1	200.0	5.0	5.0	-98.0	-98.0

Примечание

Нагрузки приведены к центральным осям плана свай

Вес ростверка	G <sub>p</sub>	=	160.0	кН
Коэффициент надежности	γ <sub>f</sub>	=	1.10	-
Вес свай	G <sub>c</sub>	=	6.1	кН
Коэффициент надежности	γ <sub>f</sub>	=	1.10	-

Расчет

Согласно СП 24.13330.2011, СП 63.13330.2018, СП 20.13330.2016

Материал ростверка

Бетон	B 25 (тяжелый)		
Коэффициент условий работы	γ <sub>b</sub>	=	0.900 -

Материал свай

Бетон	B 20 (тяжелый)		
Коэффициент условий работы	γ <sub>b</sub>	=	0.689 -
Арматура	A500		
Соппротивление бетона	γ <sub>b</sub> R <sub>b</sub>	=	7.92 МПа
Соппротивление арматуры	R <sub>s</sub>	=	435 МПа
	R <sub>s c</sub>	=	400 МПа

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

Комбинация нагрузок

Номера нагрузок и коэффициенты

1 (1.10)

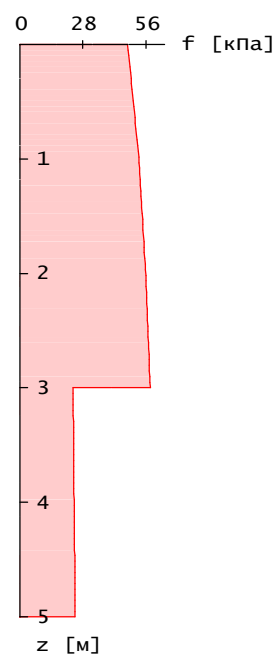
Нагрузка  
на куст свай

N [кН]	$M_x$ [кНм]	$M_y$ [кНм]
396.0	-107.8	-107.8

 Нагрузка на сваю наибольшая сжимающая  $N = 65.1$  кН

 Сопротивление грунта под концом сваи  
при глубине заложения  $R = 0.55$  МПа  
 $h = 8.00$  м

 Коэффициент условий работы  $\gamma_{R,R} = 1.00$  -

 Сопротивление грунта на боковой поверхности сваи  $f$ 

 Сопротивление на  
боковой поверхности

Слой	$z_1$ [м]	$z_2$ [м]	$\gamma_{R,f}$ [-]	$f_1$ [кПа]	$f_2$ [кПа]
1	0.00	3.00	0.70	48.0	58.0
2	3.00	5.00	0.60	23.6	24.6

 Площадь опирания на грунт  $A = 490.9$  см<sup>2</sup>  
Периметр сечения сваи  $u = 78.5$  см

 Коэффициент условий работы сваи при сжатии  
 $\gamma_c = 0.80$  -

 Несущая способность сваи  
 $F_d = F_{dR} + F_{df} = 21.7 + 89.4 = 111.2$  кН

 Условие прочности  $N_0 \gamma_n \gamma_{c,g} / F_d =$ 

$$71.9 * 1.00 * 1.40 / 111.2 = 0.905 < 1.20$$

**Проверка допустимости давления на грунт боковой поверхностью сваи**

 Комбинация нагрузок  $N_x$  [кН]  $N_y$  [кН] Нагрузка (Коэффициент)  
5.5 5.5 1 (1.10)

 Нагрузка на сваю  $N_x = 0.6$  кН  $N_y = 0.6$  кН

Коэффициент постели

Слой	от z [м]	до z [м]	K [кН/м4]	C <sub>z</sub> [кН/м3]	
1	0.00	3.00	6652	0	- 19956
2	3.00	5.00	3868	11604	- 19340

Примечание

Коэффициент постели  $c_z = Kz$

Условная ширина сваи  $b_p = 1.5d + 50 = 87.5$  см

Модуль упругости E = 27.50 ГПа

Жесткость сваи EI = 5.27 МНм<sup>2</sup>

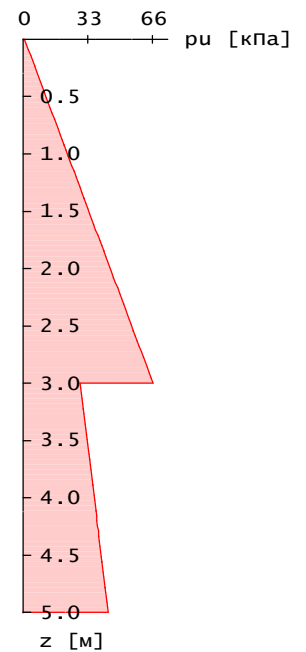
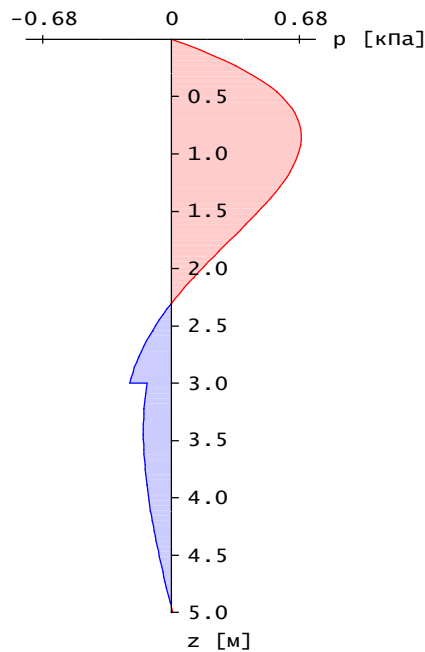
Коэффициент деформации  $\alpha_\varepsilon = 1.020$  1/м

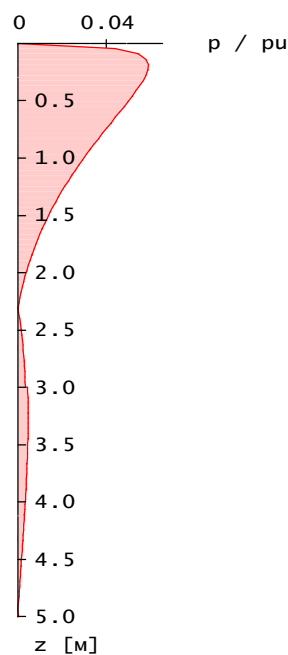
при K = 6652 кН/м<sup>4</sup>

$l\alpha_\varepsilon = 5.10$  -

Давление p

Предельное давление p<sub>и</sub>





Коэффициенты в условии допустимости давления (В.7)  
 $\eta_1 = 1.0$        $\eta_2 = 0.400$        $\xi = 0.3$

$\eta_2$  определяется по формуле (В.8) приложения В при  
 $n = 2.50$  -  
 $M_c = 3.1$  кНм       $M_t = 0.0$  кНм

Условие допустимости       $p / p_u = 0.7 / 19.0 = 0.036 \leq 1$   
 при  $z = 0.85 / \alpha_\varepsilon = 0.83$  м

Примечание      Проверка проведена для глубины, указанной в нормах

**Проверка прочности материала свай**

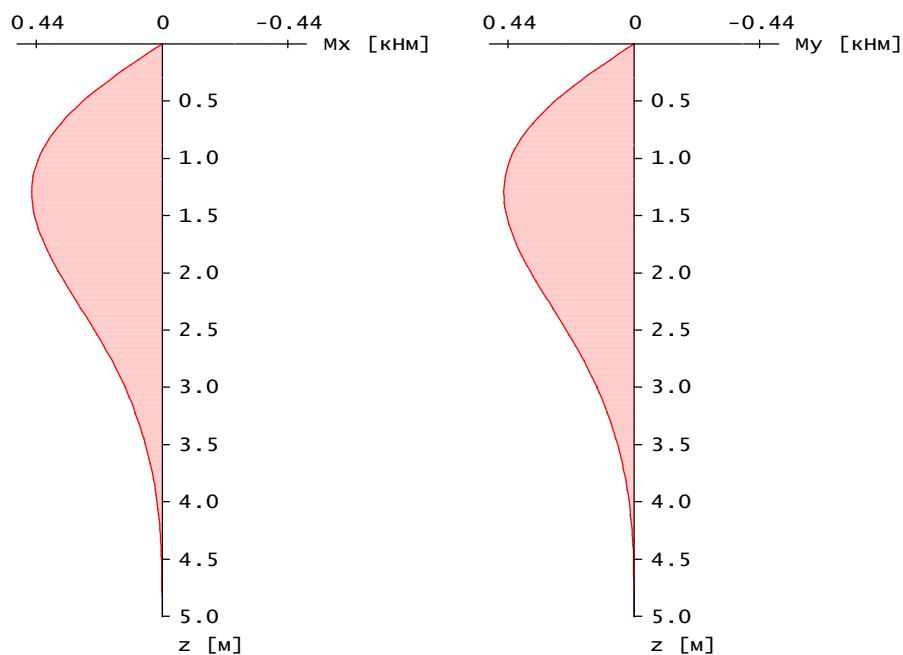
Комбинация нагрузок      **Номера нагрузок и коэффициенты**  
 1 (1.10)

Нагрузка на куст свай	N [кН]	H <sub>x</sub> [кН]	H <sub>y</sub> [кН]	M <sub>x</sub> [кНм]	M <sub>y</sub> [кНм]
	396.0	5.5	5.5	-107.8	-107.8

Нагрузки на сваи       $N_{max} = 65.1$  кН       $N_{min} = 22.9$  кН  
 $H_x = 0.6$  кН       $H_y = 0.6$  кН



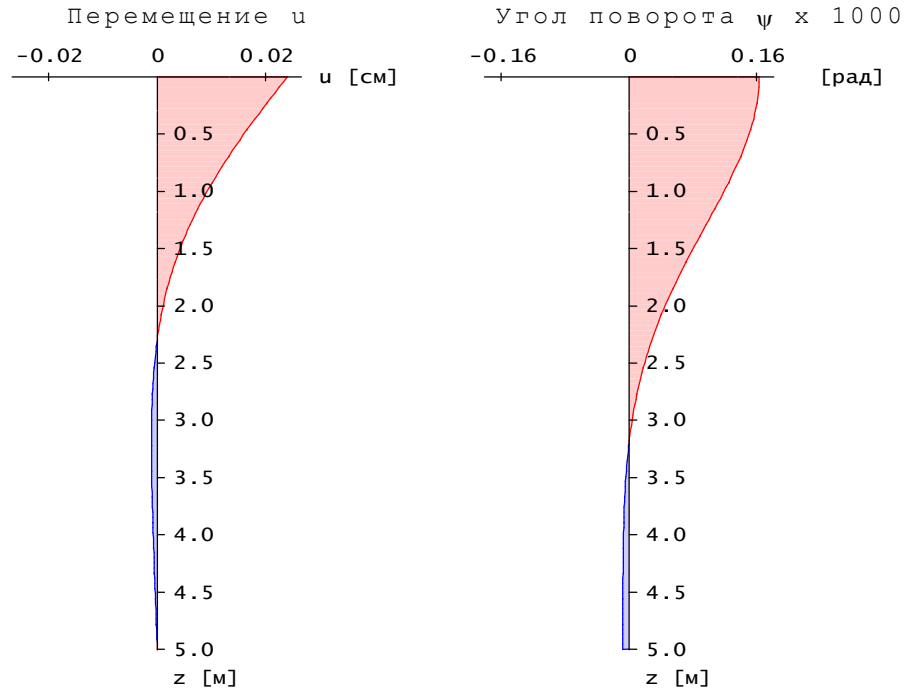
Изгибающие моменты



Сжимающая сила	$N_0 / N_{0u} = 65.1 / 501.6 = 0.130 \leq 1$
Момент $M_x$	$M_x / M_{xu} = 0.5 / 3.5 = 0.130 \leq 1$
Момент $M_y$	$M_y / M_{yu} = 0.5 / 3.5 = 0.130 \leq 1$
	при $z = 1.29$ м

**Проверка допустимости перемещения и угла поворота головы сваи**

Комбинация нагрузок	$N_x$ [кН]	$N_y$ [кН]	Нагрузка (Коэффициент)
	5.0	5.0	1 (1.00)
Нагрузка на сваю	$N_x = 0.6$ кН	$N_y = 0.6$ кН	



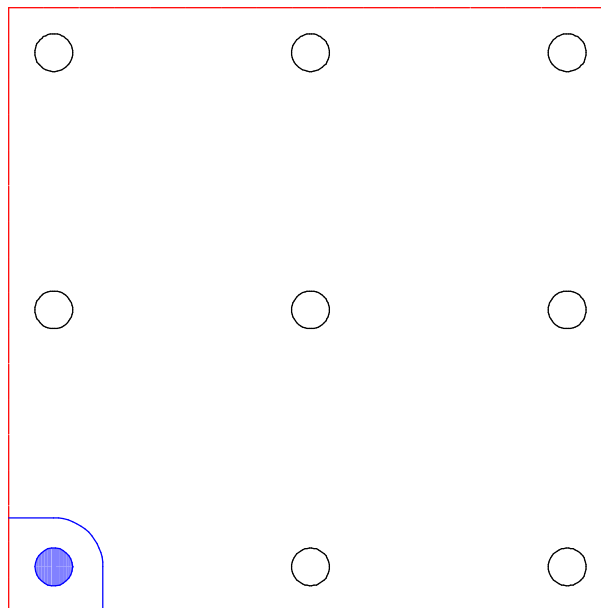
Перемещение  $u_0 / u_u = 0.02 / 3.00 = 0.008 \leq 1$

Угол поворота  $\psi_0 / \psi_u = 0.0002 / 0.0020 = 0.082 \leq 1$

**Проверка трещиностойкости сваи**

Проверка не требуется, так как отсутствует зона растяжения

**Проверка прочности ростверка при продавливании свай**

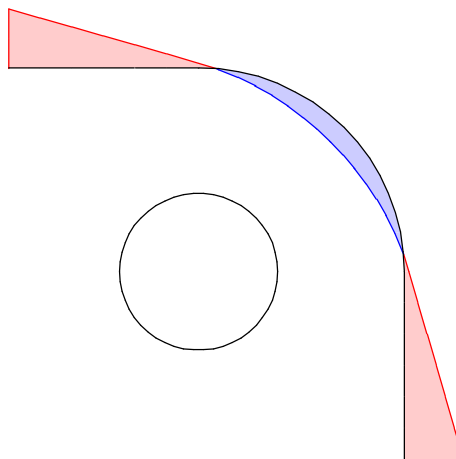


Периметр расчетного контура  $u = 111.0$  см

Продавливающая сила  $F = 65.1$  кН

$$\tau_F = F/uh = 0.147 \text{ МПа}$$

Распределение напряжения  $\tau$  в расчетном сечении



$$\tau_{\min} = -0.239 \text{ МПа} \quad \tau_{\max} = 0.719 \text{ МПа}$$

Условие прочности  $\max|\tau| / \gamma_b R_{bt} = 0.220 / 0.945 = 0.233 \leq 1$

Примечание: Значение  $\max|\tau|$  принимается не более  $1.5\tau_F$

### Проверка допустимости осадок свай в кусте

Комбинация нагрузок Номера нагрузок и коэффициенты  
1 (1.00)

Нагрузка на куст свай	N [кН]	M <sub>x</sub> [кНм]	M <sub>y</sub> [кНм]
	360.0	-98.0	-98.0

Модули сдвига и коэфф. Пуассона	G <sub>1</sub> [МПа]	v <sub>1</sub> [-]	G <sub>2</sub> [МПа]	v <sub>2</sub> [-]
	9.46	0.25	5.65	0.24

Осадка свай	№	x [м]	y [м]	N [кН]	s [см]
	1	0.30	0.30	65.4	0.25
	2	2.00	0.30	55.7	0.26
	3	3.70	0.30	46.1	0.22
	4	0.30	2.00	55.7	0.26
	5	2.00	2.00	46.1	0.27
	6	3.70	2.00	36.5	0.22
	7	0.30	3.70	46.1	0.22
	8	2.00	3.70	36.5	0.22
	9	3.70	3.70	26.9	0.18

Условие допустимости  $s / s_u = 0.27 / 5.0 = 0.053 \leq 1$

**Работоспособность фундамента обеспечена**



Обозн.проект. **Тест всех модулей**

РФ, Москва

Дата **24.03.2021**

**Комплекс СТАТИКА 2021.010**

Стр.

Позиция

Проект

**t515**

**СТАТИКА\_2021**

Расчет выполнен модулем t515 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт

mb-Viewer версия 2021 - Copyright 2020 - mb AEC Software GmbH