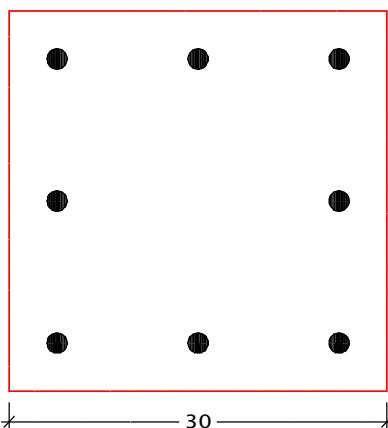


Pos. t513
Свая опоры ЛЭП

	Опора ЛЭП			анкерная
Размеры сваи	Ширина сечения	d	= 30	см
	Длина	l	= 6.00	м
Арматура	Число стержней	n _s	= 8	-
	Диаметр стержней	d _s	= 16	мм
	Защитный слой бетона	аз	= 30	мм



Стержни: 8 Φ 16
Защитный слой:
аз = 30 мм

Свая погружается молотом

Принимается шарнирное сопряжение сваи с ростверком

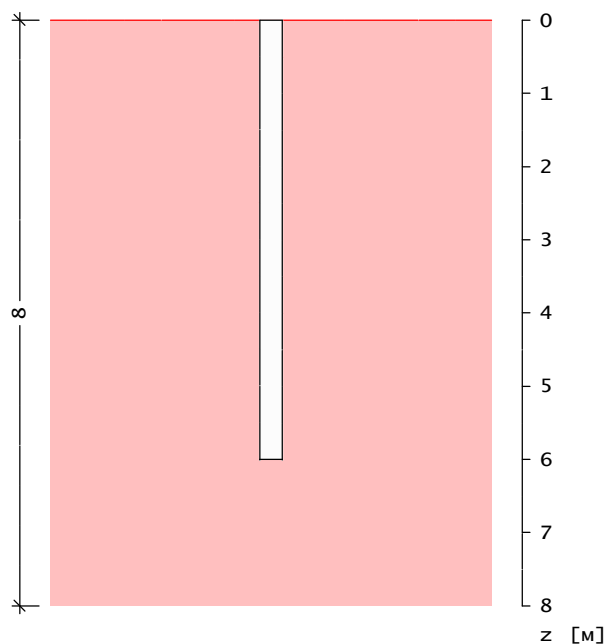
Грунт

	Слой	h [м]	Вид грунта			
	1	8.00	Глина полутвердая			
Удельный вес грунта	Слой	W [%]	e [-]	S _r [-]	γ_s [кН/м ³]	γ [кН/м ³]
	1	15.0	0.66	0.59	26.0	18.0
Консистенция глинистого грунта	Слой	W _p [%]	W _L [%]	I _p [%]	I _L [-]	
	1	10.0	30.0	20.0	0.25	
Коэфф. надежности	$\gamma_g(\sigma)$		$\gamma_g(\varphi)$		$\gamma_g(\gamma)$	
	1.50		1.15		1.10	

Характеристики грунта

Слой	c _{гг} [кПа]	$\varphi_{гг}$ [град]	$\gamma_{гг}$ [кН/м ³]	c _г [кПа]	$\varphi_{г}$ [град]	$\gamma_{г}$ [кН/м ³]	E [МПа]	ν [-]
1	15.0	25.0	18.0	10.0	21.7	16.4	20.0	0.30

Схема геологического разреза


Нагрузки

№	Вид нагрузки	γf	Группа	Знак
1	Постоянная	1.10		

№	N [кН]	H ₁ [кН]	H ₂ [кН]	M ₁ [кНм]	M ₂ [кНм]
1	100.0	20.0		20.0	

Вес сваи	G	=	13.5	кН
Коэффициент надежности	γ_f	=	1.10	-

Расчет

Согласно СП 24.13330.2011, СП 63.13330.2018, СП 20.13330.2016

Бетон	B 25 (тяжелый)			
Коэффициент условий работы	γ_b	=	0.900	-
Арматура	A500			
Сопrotивление бетона	$\gamma_b R_b$	=	13.05	МПа
Сопrotивление арматуры	R_s	=	435	МПа
	R_{sc}	=	400	МПа

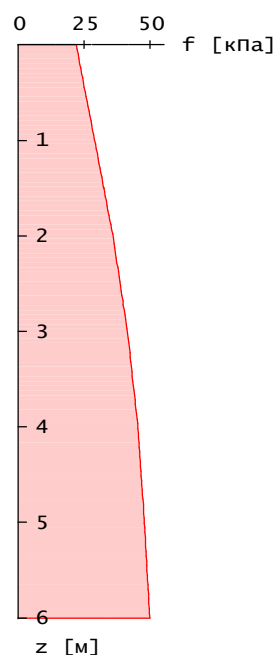
Проверка прочности грунта основания сваи при сжимающей нагрузке

Комбинация нагрузок	N [кН]	Нагрузка (Коэффициент)
	110.0	1 (1.10)

Сопrotивление грунта под концом сваи	R	=	3.60	МПа
--------------------------------------	---	---	------	-----

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

Сопrotивление грунта на боковой поверхности сваи f



Сопротивление на боковой поверхности

Слой	z ₁ [м]	z ₂ [м]	γ _{R, f} [-]	γ _{R, f1} [-]	f ₁ [кПа]	f ₂ [кПа]
1	0.00	6.00	1.00	1.00	22.0	50.0

γ_{R, f1} - дополнительный коэффициент условий работы

Коэффициент условий работы сваи при сжатии

$$\gamma_c = 1.00$$

Несущая способность сваи

$$F_d = F_{dR} + F_{df} = 324.0 + 283.2 = 607.2 \text{ кН}$$

Условие прочности

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

$$124.9 * 1.00 * 1.40 / 607.2 = 0.288 \leq 1$$

Проверка устойчивости сваи при морозном пучении

Глубина сезонного промерзания-оттаивания

$$d_{th} = 1.50 \text{ м}$$

Комбинация нагрузок

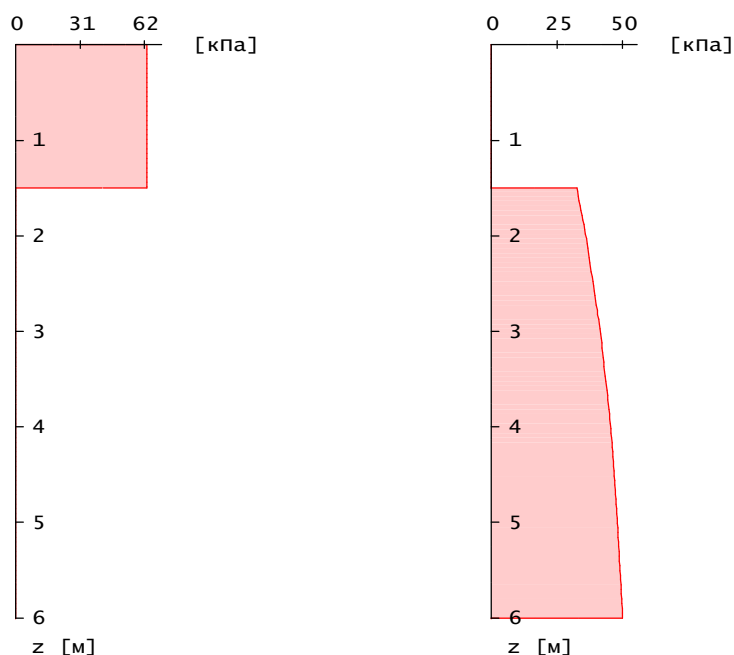
N [кН]	Нагрузка (Коэффициент)
110.0	1 (1.10)

Расчетная нагрузка

$$F = 0.9 * N = 99.0 \text{ кН}$$

Силы пучения τ_{fh}

Удерживающие силы f



Силы пучения и удерживающие силы

Слой	z_1 [м]	z_2 [м]	τ_{fh1} [кПа]	τ_{fh2} [кПа]	f_1 [кПа]	f_2 [кПа]
1	0.00	1.50	63.0	63.0	0.0	0.0
1	1.50	6.00	0.0	0.0	32.5	50.0

 Коэффициент при определении τ_{fh} = 0.900 -

 Суммарная сила пучения $F_{fh} = \tau_{fh} A_{fh} = 113.4$ кН
 Суммарная удерживающая сила $F_{rf} = 234.1$ кН

 Условие устойчивости $1.1 * (F_{fh} - F) / F_{rf} = 0.068 \leq 1$
Проверка допустимости давления на грунт боковой поверхностью сваи

Комбинация нагрузок	N [кН]	M [кНм]	Нагрузка (Коэффициент)
	22.0	22.0	1 (1.10)

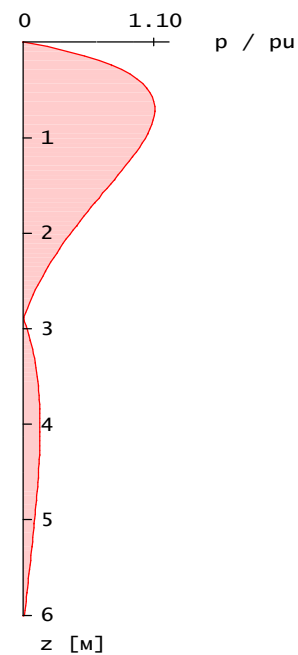
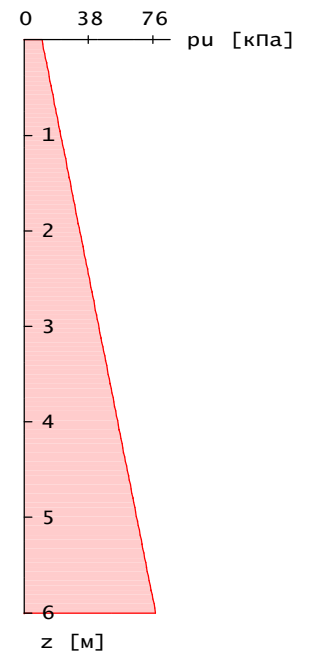
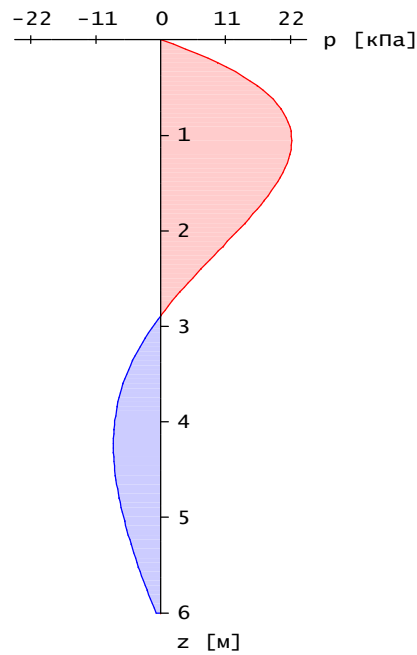
Коэффициент постели	Слой	от z [м]	до z [м]	K [кН/м4]	c_z [кН/м3]
	1	0.00	6.00	5000	0 - 30000

 Примечание Коэффициент постели $c_z = Kz$

 Условная ширина сваи $b_p = 1.5d + 50 = 95.0$ см
 Модуль упругости $E = 30.00$ ГПа
 Жесткость сваи $EI = 20.25$ МНм²

 Коэффициент деформации $\alpha_\epsilon = 0.748$ 1/м
 при K = 5000 кН/м⁴
 $l\alpha_\epsilon = 4.49$ -

 Давление p Предельное давление p_u



Коэффициенты в условии допустимости давления (В.7)
 $\eta_1 = 1.0$ $\eta_2 = 0.400$ $\xi = 0.6$

η_2 определяется по формуле (В.8) приложения В при
 $n = 2.50$ -
 $M_c = 154.0$ кНм $M_t = 0.0$ кНм

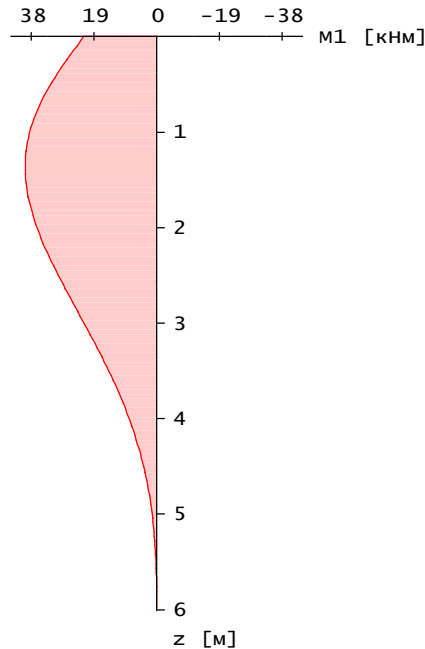
Условие допустимости $p / p_u = 22.2 / 23.1 = 0.959 \leq 1$
 при $z = 0.85 / \alpha_s = 1.14$ м

Примечание Проверка проведена для глубины, указанной в нормах

Проверка прочности материала сваи

Комбинация нагрузок	N [кН]	Нагрузка (Коэффициент)
	110.0	1 (1.10)

Изгибающий момент



Сжимающая сила	$N_0 / N_{0u} = 110.0 / 259.6 = 0.424 \leq 1$
Момент M_1	$M_1 / M_{1u} = 39.8 / 94.0 = 0.424 \leq 1$
	при $z = 1.34$ м

Определение длины анкеровки арматуры в верхнем сечении сваи

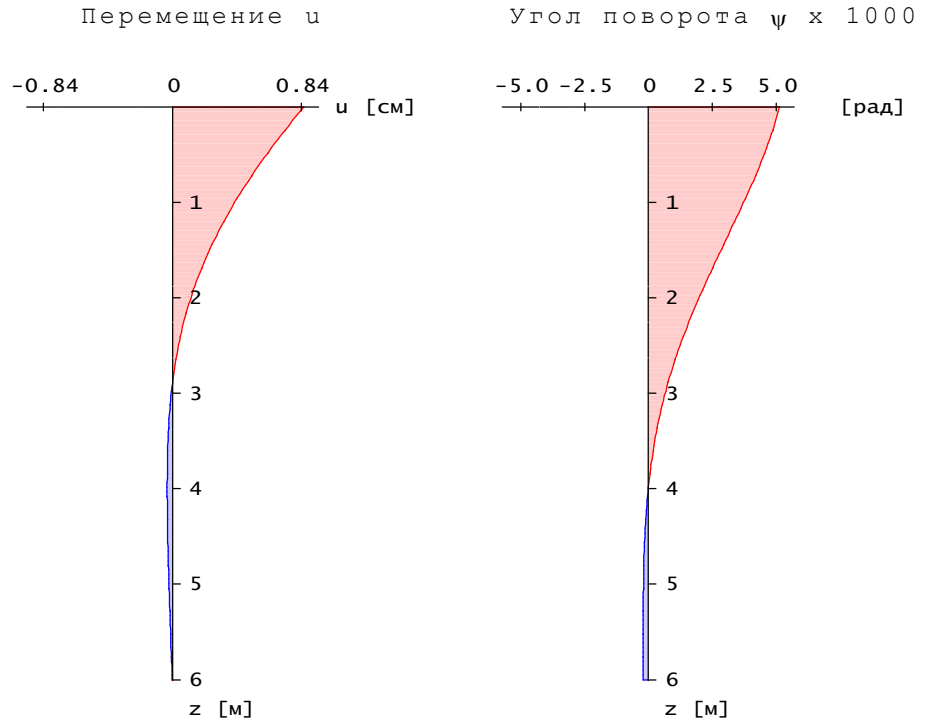
Комбинация нагрузок	N [кН]	Нагрузка (Коэффициент)
	110.0	1 (1.10)

Изгибающие моменты в верхнем сечении сваи			
$M_1 = 22.0$	кНм	$M_2 = 0.0$	кНм
Требуемая площадь арматуры	$A_s = 1.43$	см ²	
Длина анкеровки	$l_{an} = 240$	мм	

Примечание: Значение l_{an} определено для растянутых стержней

Проверка допустимости перемещения и угла поворота головы сваи

Комбинация нагрузок	N [кН]	M [кНм]	Нагрузка (Коэффициент)
	20.0	20.0	1 (1.00)



Перемещение $u_0 / u_u = 0.85 / 3.00 = 0.285 \leq 1$

Угол поворота $\psi_0 / \psi_u = 0.0051 / 0.0100 = 0.514 \leq 1$

Проверка трещиностойкости свай

Комбинация нагрузок	Нагрузка (Коэффициент)					
	1 (1.00)					

Усилия в свае	z [м]	N [кН]	M ₁ [кНм]	M ₂ [кНм]	N _{дл} [кН]	M _{1,дл} [кНм]	M _{2,дл} [кНм]
	1.34	100.0	36.2	0.0	100.0	36.2	0.0

Расчет по образованию трещин	N _{срс} [кН]	M _{1,срс} [кНм]	M _{2,срс} [кНм]	Трещины
	100.0	21.3	0.0	образуются

Непродолж. раскрытие $a_{c1} / a_{c1,u} = 0.147 / 0.300 = 0.489 \leq 1$

Продолж. раскрытие $a_{c2} / a_{c2,u} = 0.147 / 0.200 = 0.734 \leq 1$

Проверка допустимости осадки свай

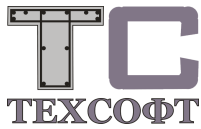
Комбинация нагрузок	N [кН]	Нагрузка (Коэффициент)	
	100.0	1 (1.00)	

Расчетный диаметр свай $d = 33.9$ см

Модули сдвига и коэфф. Пуассона	G ₁ [МПа]	ν ₁ [-]	G ₂ [МПа]	ν ₂ [-]
	7.69	0.30	7.69	0.30

Расчетная нагрузка $N = 113.5$ кН

Коэффициент $\beta = 0.647$ -



Обозн.проект. **Тест всех модулей**

Стр.

РФ, Москва

Позиция

t513

Дата **24.03.2021**

Комплекс СТАТИКА 2021.010

Проект

СТАТИКА_2021

Осадка сваи $s = \beta N / G_1 l = 0.16$ см

Условие допустимости $s / s_u = 0.16 / 5.0 = 0.032 \leq 1$

Работоспособность сваи обеспечена

Расчет выполнен модулем t513 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт