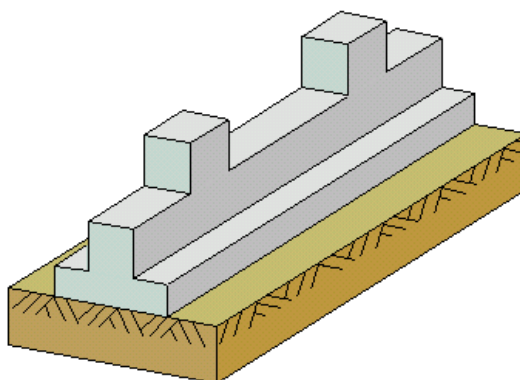


520 - Ленточный фундамент



Программа предназначена для проектирования ленточного фундамента под колонны согласно следующим нормам:

СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»,

СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры»,

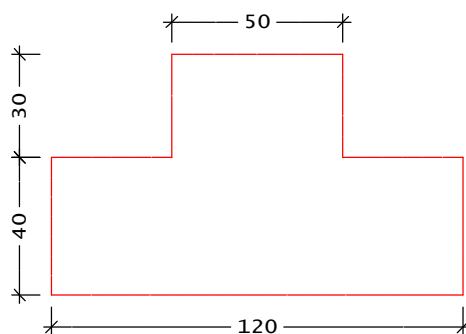
СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции».

Реактивное давление грунта рассчитывается с учетом совместного деформирования фундамента и основания. Учитывается возможность отрыва частей фундамента от основания. Определяется требуемая площадь арматуры и производится конструирование арматуры в сечении. Проводится расчет фундамента по трещиностойкости. Предусмотрен нелинейный расчет осадки фундамента с учетом неупругих свойств железобетона и наличия трещин.

Фундамент

l	b	h	b _ф	h _{ф1}	h _{ф2}
[м]	[см]	[см]	[см]	[см]	[см]
10.00	50	70	120	40	40

Сечение



Глубина заложения фундамента

от уровня планировки

 $d = 3.00 \text{ м}$

от поверхности рельефа

 $d_n = 3.00 \text{ м}$

Конструктивная схема сооружения является гибкой

Колонны

№	x _к	h _к
	[м]	[см]
1	2.00	40
2	5.00	40
3	8.00	40

Грунт

Удельный вес грунта выше уровня подошвы фундамента

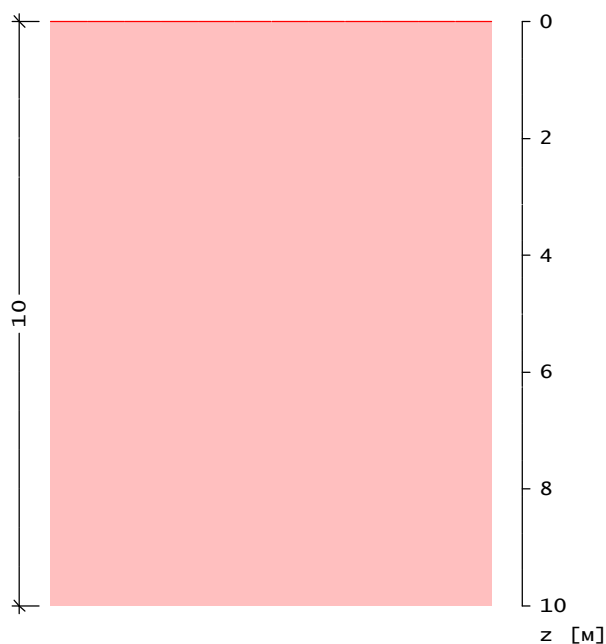
 $\gamma_0 = 18.0 \text{ кН/м}^3$

Слой	Название	h	Вид грунта	γ_s	γ	W	I _L
		[м]		[кН/м ³]	[кН/м ³]	[%]	[-]
1		10.00	Глина	26.0	18.0	3.0	0.25

 Характеристики
грунта

Слой	c _{гг}	φ _{гг}	E	E _e
	[кПа]	[град]	[МПа]	[МПа]
1	15.0	25.0	20.0	100.0

Схема геологического разреза

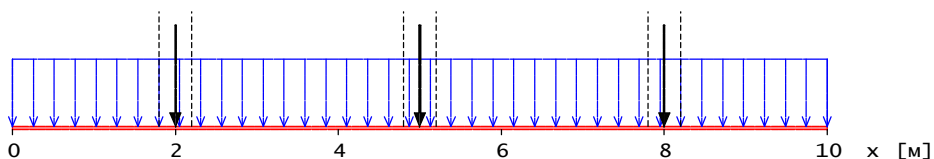

Нагрузки

№	Вид нагрузки	γ_f	Группа	Знак
1	Постоянная	1.10		

Силы и моменты

Нагрузка	Колонна	V [кН]	M [кНм]
1	1	1000.0	
	2	1000.0	
	3	1000.0	

Нагрузка	от x [м]	до x [м]	q [кН/м]
1	0.00	10.00	20.00

Нагрузка 1

Расчет

СП 63.13330.2018, СП 20.13330.2016, СП 22.13330.2016

Расчетная модель

 Балка на упругом основании с переменным коэффициентом постели $k(x)$
 При определении $k(x)$ учитывается вся толща грунта

Материалы

Бетон	B 20 (тяжелый)
Продольная арматура	A500
Поперечная арматура	A400
Коэффициент условий работы	$\gamma_b = 0.900$
Для бетона применяется	трехлинейная диаграмма
Для арматуры применяется	двухлинейная диаграмма
Расчетные сопротивления	$\gamma_b R_b = 10.35$ МПа

$$\begin{aligned} \gamma_b R_{bt} &= 0.81 \text{ МПа} \\ R_s &= 435 \text{ МПа} \\ R_{sc} &= 400 \text{ МПа} \\ R_{sw} &= 280 \text{ МПа} \end{aligned}$$

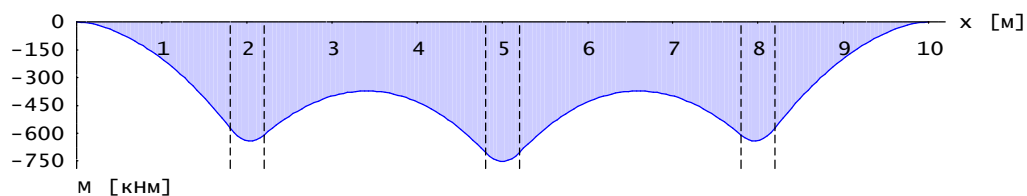
Комбинации нагрузок	К	Номер нагрузки (Коэффициент)
	1	1 (1.10)

Изгибная жесткость с учетом арматуры	$A_{св}$ [см ²]	$A_{сн}$ [см ²]	EI_c [МНм ²]	$EI_{прив}$ [МНм ²]
	3.35	32.47	591.94	633.21

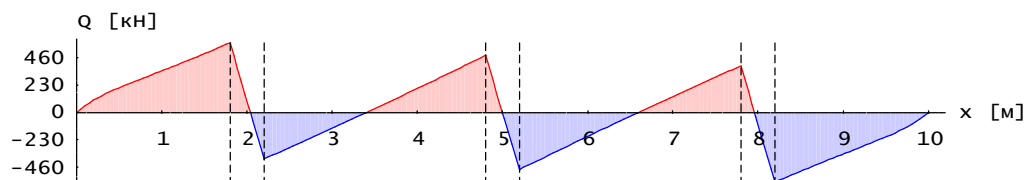
Расчет для комбинации нагрузок К = 1

К 1 Усилия, осадка, давление	x [м]	M [кНм]	Q [кН]	w [см]	p [кПа]
	0.00	0.0	0.0	1.94	496.4
	0.45	-48.7	193.2	2.08	279.5
	0.90	-164.7	322.1	2.22	255.4
	1.35	-338.4	451.1	2.36	261.9
	1.80	-571.2	585.0	2.48	271.8
	2.20	-609.8	-391.3	2.57	280.0
	2.85	-422.7	-183.2	2.69	290.2
	3.50	-373.2	32.0	2.79	298.4
	4.15	-465.6	253.3	2.85	305.9
	4.80	-703.6	479.7	2.89	310.7
	5.20	-703.6	-479.7	2.89	310.7
	5.85	-465.6	-253.3	2.85	305.9
	6.50	-373.2	-32.0	2.79	298.4
	7.15	-422.7	183.2	2.69	290.2
	7.80	-609.8	391.3	2.57	280.0
	8.20	-571.2	-585.0	2.48	271.8
	8.65	-338.4	-451.1	2.36	261.9
	9.10	-164.7	-322.1	2.22	255.4
	9.55	-48.7	-193.2	2.08	279.5
	10.00	0.0	0.0	1.94	496.4

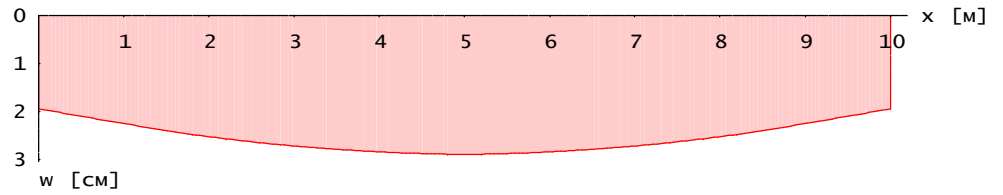
Изгибающий момент



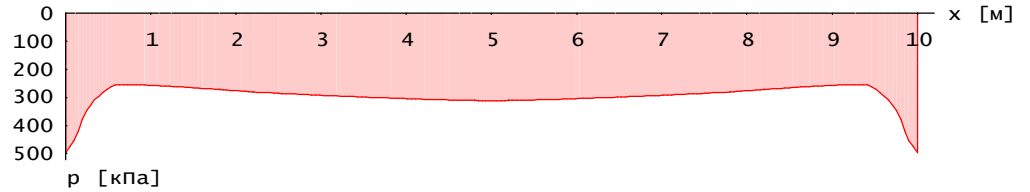
Поперечная сила



Осадка



Давление



Требуемая продольная арматура

a_b [см]	a_n [см]	A_{sb} [см ²]	A_{sn} [см ²]	μ_{sb} [%]	μ_{sn} [%]
3.10	6.10	3.35	32.59	*0.10	1.02

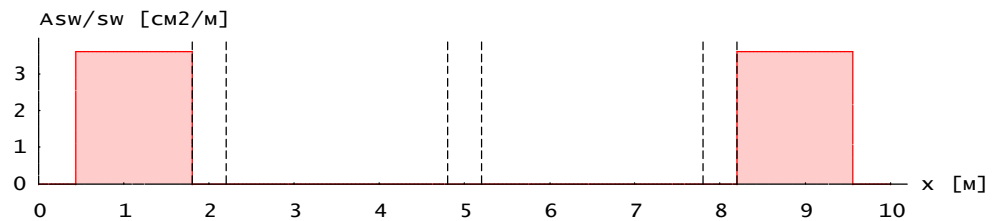
* Минимальная площадь арматуры

Требуемая поперечная арматура

x [м]	Q [кН]	Q _{max} [кН]	S _{w, max} [см]	A _{sw} /S _w [см ² /м]
0.44	189.6	992.0	87.2	3.62
1.80*	585.0	992.0	28.3	3.62
8.20*	585.0	992.0	28.3	3.62
9.56	189.6	992.0	87.2	3.62

* сечение по грани колонны

S_{w, max} - расчетный верхний предел для шага хомутов



Конструирование

Данные для подбора продольной арматуры

Место	d _{min} [мм]	d _{max} [мм]	n _{max}	a _{min} [мм]
Вверху	12	28	15	25
Внизу	12	28	15	25

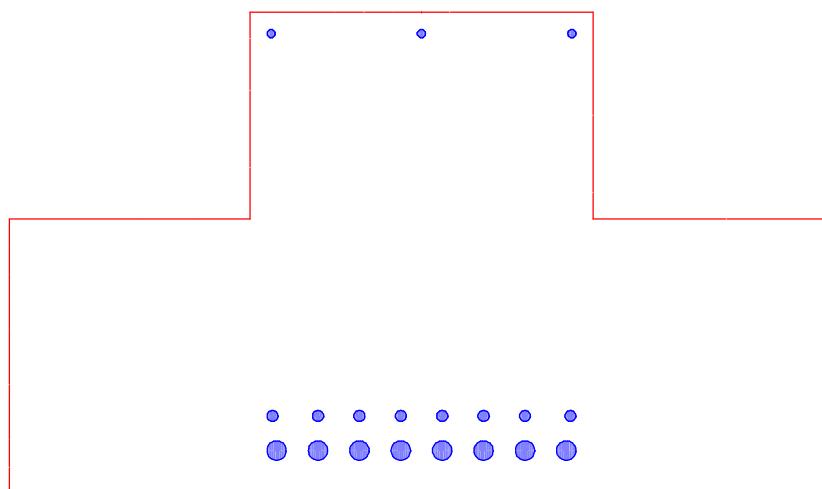
Арматура подобрана по ограничению ширины трещин

Размещение стержней

Место	Ряд	n	d _s [мм]	a _s [мм]
Вверху		3	12	25
Внизу	1-й	8	28	50
	2-й	8	16	

Подобранная
продольная арматура

$A_{св}$ [см ²]	$A_{сн}$ [см ²]	$\mu_{св}$ [%]	$\mu_{сн}$ [%]
3.39	65.35	0.10	2.10



Стержни:

 вверху 3 ϕ 12
внизу 1-й ряд 8 ϕ 28
2-й ряд 8 ϕ 16

Защитный слой:

аз в = 25 мм

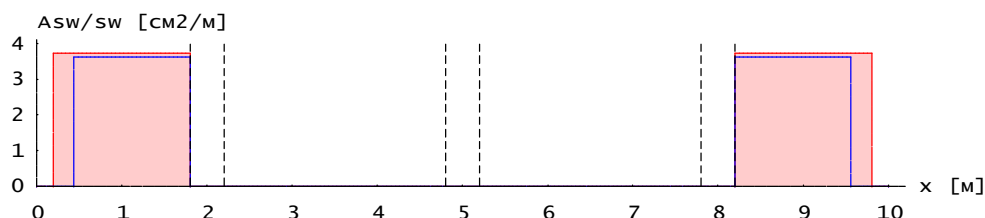
аз н = 50 мм

 Данные для подбора
поперечной арматуры

$d_{св}$ [мм]	Число ветвей	$s_{w, max}$ [см]	Δs_w [см]	s_1 [см]
8	2	30	5	$s_w / 2$

 Размещение
хомутов

Колонна	Место	Участок	Длина [м]	Число хомутов	s_w [см]	$A_{св} / s_w$ [см ² /м]
1	Слева		1.485	6	27	3.72
3	Справа		1.485	6	27	3.72



Трещиностойкость

Расчет по образованию и раскрытию трещин

 Предельная ширина
раскрытия трещин

Непродолжительное раскрытие

$$a_{с1, u} = 0.30 \text{ мм}$$

Продолжительное раскрытие

$$a_{с2, u} = 0.20 \text{ мм}$$

Комбинации нагрузок

К	Номер нагрузки (Коэффициент)
1	1 (1.00)

 Изгибная жесткость
с учетом арматуры

$A_{св}$ [см ²]	$A_{сн}$ [см ²]	EI_c [МНм ²]	$EI_{прив}$ [МНм ²]
3.39	65.35	591.94	654.85

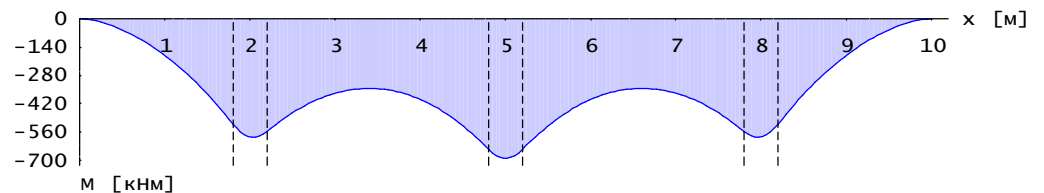
Расчет для комбинации нагрузок K = 1

 К 1 Момент, осадка,
давление

x [м]	M [кНм]	w [см]	p [кПа]
0.00	0.0	1.78	455.8
0.45	-44.7	1.90	255.5
0.90	-151.0	2.02	232.9

1.35	-309.9	2.14	238.4
1.80	-522.6	2.25	247.0
2.20	-558.6	2.34	254.2
2.85	-389.9	2.45	263.3
3.50	-346.1	2.53	270.6
4.15	-430.9	2.59	277.2
4.80	-647.6	2.62	281.5
5.20	-647.6	2.62	281.5
5.85	-430.9	2.59	277.2
6.50	-346.1	2.53	270.6
7.15	-389.9	2.45	263.3
7.80	-558.6	2.34	254.2
8.20	-522.6	2.25	247.0
8.65	-309.9	2.14	238.4
9.10	-151.0	2.02	232.9
9.55	-44.7	1.90	255.5
10.00	0.0	1.78	455.8

Изгибающий момент



К 1 Ширина раскрытия трещин

x [м]	M [кНМ]	M ₁ [кНМ]	M _{срс} [кНМ]	a _{срс1} [мм]	a _{срс2} [мм]
0.45	-44.7	-44.7	-240.5	0.000	0.000
0.90	-151.0	-151.0	-240.5	0.000	0.000
1.35	-309.9	-309.9	-240.5	0.047	0.047
1.80	-522.6	-522.6	-240.5	0.138	0.138
2.20	-558.6	-558.6	-240.5	0.155	0.155
2.85	-389.9	-389.9	-240.5	0.079	0.079
3.50	-346.1	-346.1	-240.5	0.061	0.061
4.15	-430.9	-430.9	-240.5	0.097	0.097
4.80	-647.6	-647.6	-240.5	0.197	0.197
5.20	-647.6	-647.6	-240.5	0.197	0.197
5.85	-430.9	-430.9	-240.5	0.097	0.097
6.50	-346.1	-346.1	-240.5	0.061	0.061
7.15	-389.9	-389.9	-240.5	0.079	0.079
7.80	-558.6	-558.6	-240.5	0.155	0.155
8.20	-522.6	-522.6	-240.5	0.138	0.138
8.65	-309.9	-309.9	-240.5	0.047	0.047
9.10	-151.0	-151.0	-240.5	0.000	0.000
9.55	-44.7	-44.7	-240.5	0.000	0.000

Осадка

Расчет осадки основания по формуле (5.16)

Вертикальная нагрузка $V_{max} = 3200$ кН
 Среднее давление на грунт $p = 266.7$ кПа

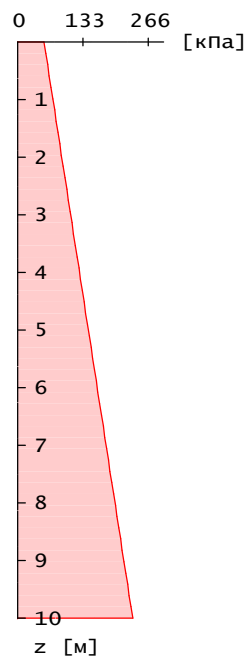
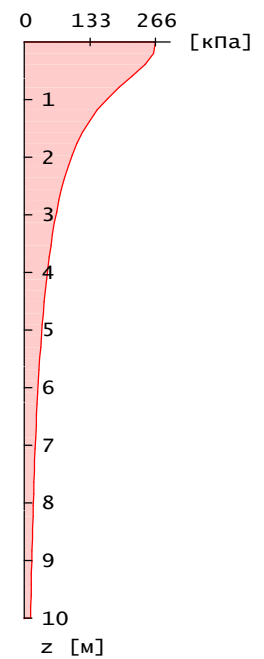
Расчетное сопротивление грунта основания $R = 462.1$ кПа

Примечание. Значение R увеличено на 20% по 5.6.24

Проверка допустимости давления на грунт
 $p / R = 266.7 / 462.1 = 0.577 \leq 1$

Напряжения в грунте

z [м]	$\sigma_{z g}$ [кПа]	$\sigma_{z \gamma}$ [кПа]	$\sigma_{z p}$ [кПа]	$\sigma_{z p} / \sigma_{z g}$
0.00	54.0	54.0	266.7	4.938
1.00	72.0	33.8	166.7	2.315
2.00	90.0	19.3	95.5	1.062
3.00	108.0	13.0	64.2	0.595
4.00	126.0	9.5	46.8	0.372
5.00	144.0	7.2	35.7	0.248
6.00	162.0	5.7	28.0	0.173
7.00	180.0	4.5	22.4	0.124
8.00	198.0	3.7	18.3	0.092
9.00	216.0	3.1	15.1	0.070
10.00	234.0	2.6	12.7	0.054

 $\sigma_{z g}$

 $\sigma_{z p}$


Глубина сжимаемой толщи $H_c = 3.35$ м

Напряжение при $z = H_c$ $\sigma_{z p} = 57.1$ кПа

$\sigma_{z p} / \sigma_{z g} = 0.500$ -

Осадка основания $s = 1.51$ см

$s / s_u = 1.51 / 8.00 = 0.189 \leq 1$

Расчет выполнен модулем t520 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт