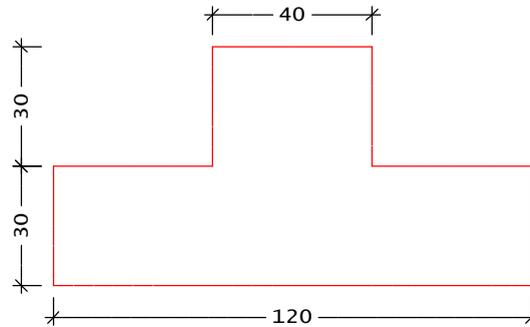


**Pos. 522**
**Ленточный фундамент под колонны (MSZ EN 1992)**
**Фундамент**

l	b	h	b <sub>ф</sub>	h <sub>ф1</sub>	h <sub>ф2</sub>
[м]	[см]	[см]	[см]	[см]	[см]
10.00	40	60	120	30	30

Сечение



Колонны

№	x <sub>к</sub>	h <sub>к</sub>
	[м]	[см]
1	3.00	40
2	7.00	40

Глубина заложения фундамента

 от уровня планировки  $d = 3.00$  м

 от поверхности рельефа  $d_n = 3.00$  м

**Грунт**

Удельный вес грунта выше уровня подошвы фундамента

 $\gamma_0 = 18.0$  кН/м<sup>3</sup>

Слой	h	$\gamma_s$	e	$\gamma$	c	$\phi$	E
	[м]	[кН/м <sup>3</sup> ]	[-]	[кН/м <sup>3</sup> ]	[кПа]	[град]	[МПа]
1	10.00	26.0	0.60	18.0	5.0	35.0	25.0

**Воздействия**

№	Тип воздействия	Описание
1	Постоянное	Постоянное воздействие постоянное -

 Коэффициент упр. надежностью  $K_{FI} = 1.0$  -

При комбинировании применяется формула (6.10)

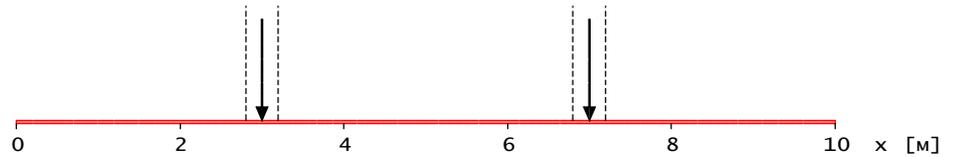
Коэффициенты

№	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Группа	Знак
1	1.35	1.00					

Вертикальные силы и моменты

№	Колонна	V	M
		[кН]	[кНм]
1	1	500.0	
	2	500.0	

Воздействие 1


**Расчет**

согласно MSZ EN 1992-1-1, MSZ EN 1997-1

Расчетная модель

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

Материалы

Бетон	C20/25		
Продольная арматура	S500		
Предел текучести арматуры	$f_{yk}$	= 500	МПа
Предел прочности арматуры	$f_{tk}$	= 525	МПа
Поперечная арматура	S500		
Предел текучести арматуры	$f_{yk}$	= 500	МПа

Выбранные комбинации

К	Номер воздействия (Коэффициент)
1	1 (1.35)

Изгибная жесткость с учетом арматуры

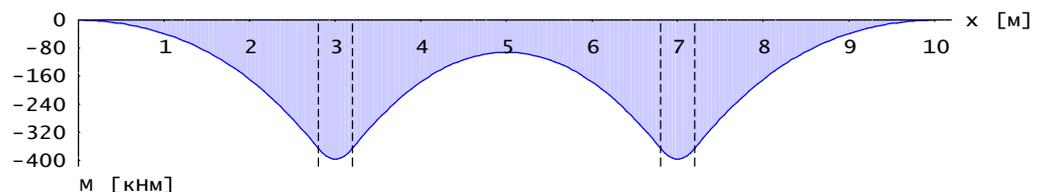
$A_{св}$ [см <sup>2</sup> ]	$A_{сн}$ [см <sup>2</sup> ]	$EI_c$ [МНм <sup>2</sup> ]	$EI_{прив}$ [МНм <sup>2</sup> ]
0.00	17.97	351.00	360.34

**Расчет для комбинации воздействий К = 1**

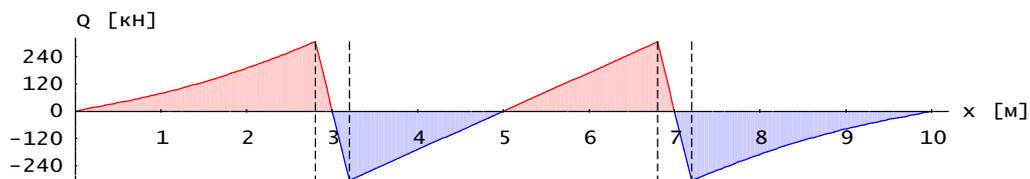
К 1 Усилия, осадка, давление

x [м]	M [кНм]	Q [кН]	w [см]	p [кПа]
0.00	0.0	0.0	0.36	65.9
0.70	-18.5	52.8	0.51	67.5
1.40	-77.3	118.2	0.67	89.5
2.10	-188.6	203.1	0.81	112.3
2.80	-365.8	305.9	0.92	131.3
3.20	-366.1	-304.1	0.97	137.7
4.10	-160.3	-152.5	1.02	141.4
5.00	-91.7	0.0	1.03	141.3
5.90	-160.3	152.5	1.02	141.4
6.80	-366.1	304.1	0.97	137.7
7.20	-365.8	-305.9	0.92	131.3
7.90	-188.6	-203.1	0.81	112.3
8.60	-77.3	-118.2	0.67	89.5
9.30	-18.5	-52.8	0.51	67.5
10.00	0.0	0.0	0.36	65.9

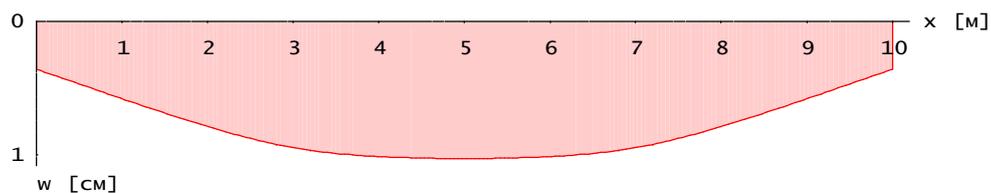
Изгибающий момент



Поперечная сила



Осадка



Давление



К 1 Условие (6.5)

$$V_{Ed} / V_{Rd, max} = 305.9 / 792.3 = \mathbf{0.386} \leq 1$$

при  $x = 2.80$  м

Требуемая продольная арматура

$a_v$ [см]	$a_n$ [см]	$A_{sv}$ [см <sup>2</sup> ]	$A_{sn}$ [см <sup>2</sup> ]	$\rho_{sv}$ [%]	$\rho_{sn}$ [%]
	6.18		18.05		0.84

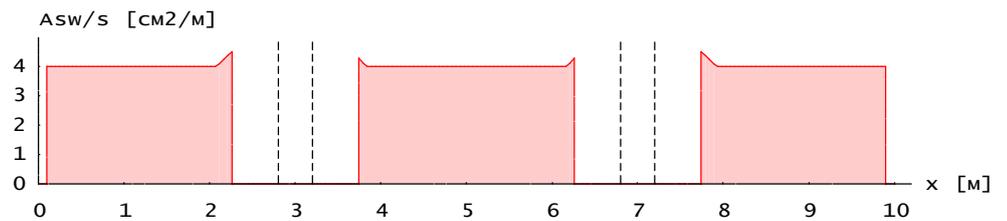
Требуемая арматура в полке

Свес [см]	$p_{cp}$ [кПа]	M [кНм/м]	$a_n$ [см]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]
40.0	112.5	9.0	3.60	0.76

Требуемая поперечная арматура

x [м]	$V_{Ed}$ [кН]	$V_{Rd,c}$ [кН]	z [см]	$\cot\theta$ [-]	$V_{Rd,s}$ [кН]	$V_{Rd,max}$ [кН]	$A_{sv}/s$ [см <sup>2</sup> /м]	$\rho_w$ [%]
0.10	8.0	106.4					4.00	0.10
2.26	225.1	106.4	45.97	2.50	225.1	466.7	4.50	0.11
3.74	213.2	106.4	45.96	2.50	213.2	466.5	4.27	0.11
6.26	213.2	106.4	45.96	2.50	213.2	466.5	4.27	0.11
7.74	225.1	106.4	45.97	2.50	225.1	466.7	4.50	0.11
9.90	8.0	106.4					4.00	0.10

Расчет проведен для сечений не ближе  $d$  от колонны  
( $d$  - рабочая высота сечения)



Расчет свеса полки на поперечную силу

d [см]	$\rho_{ср}$ [кПа]	Q [кН/м]	$V_{Rd,c}$ [кН/м]	$Q/V_{Rd,c}$
26.4	112.5	15.3	178.7	<b>0.086</b>

d - расстояние от ребра до расчетного сечения

При расчете свеса  $V_{Rd,c}$  определяется по формуле (6.2а) с учетом указаний 6.2.2(6)

### Конструирование

Данные для подбора продольной арматуры

Место	$d_{min}$ [мм]	$d_{max}$ [мм]	$n_{max}$	$a_{min}$ [мм]
Вверху	10	18	5	20
Внизу	10	18	5	20

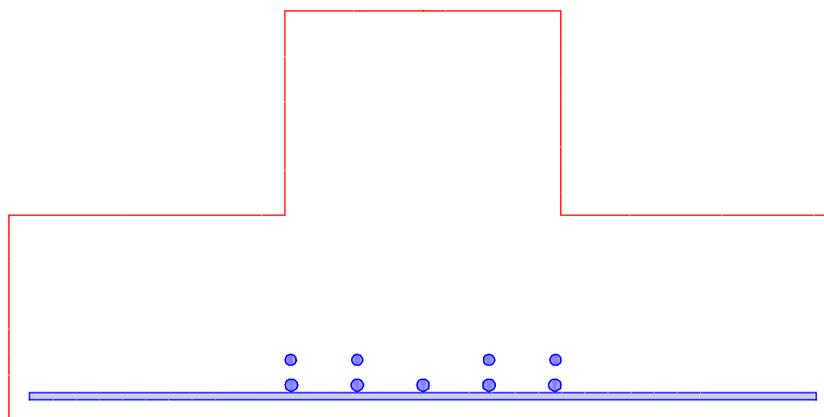
**Арматура подобрана по ограничению ширины трещин**

Размещение стержней

Место	Ряд	n	$d_s$ [мм]	$C_{nom}$ [мм]
Внизу	1-й	<b>5</b>	<b>18</b>	42
	2-й	<b>4</b>	<b>16</b>	

Подобранная продольная арматура

$A_{св}$ [см <sup>2</sup> ]	$A_{сн}$ [см <sup>2</sup> ]	$\rho_{св}$ [%]	$\rho_{сн}$ [%]
	20.77		0.97



Стержни:

1-й ряд 5  $\Phi$ 18

2-й ряд 4  $\Phi$ 16

Защитный слой:

спот n = 30 мм

Подобранная арматура в полке

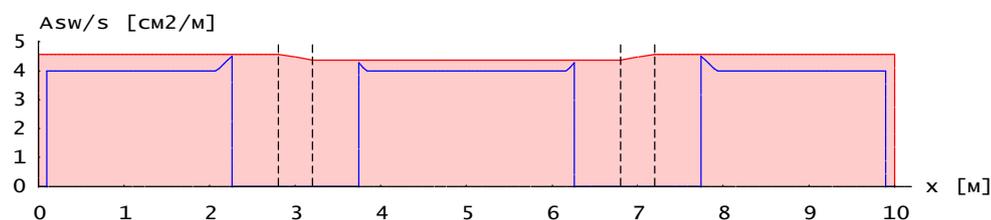
$d_s$ [мм]	s [см]	$A_s$ [см <sup>2</sup> /м]	$\rho_s$ [%]	$C_{nom}$ [мм]
<b>12</b>	<b>25</b>	4.52	0.17	30

Данные для подбора поперечной арматуры

$d_{sw}$ [мм]	Число ветвей	$s_{max}$ [см]	$\Delta s$ [см]	$s_1$ [см]
8	2	30	5	s/2

Размещение хомутов

Колонна	Место	Участок	Длина [м]	Число хомутов	s [см]	$A_{sw}/s$ [см <sup>2</sup> /м]
1	Слева		2.750	13	22	4.57
	Справа		1.725	8	23	4.37
2	Слева		1.725	8	23	4.37
	Справа		2.750	13	22	4.57



### Трещиностойкость

Расчет по образованию и раскрытию трещин

 Предельная ширина трещин  $w_{max} = 0.40$  мм

Постоян. комбинации

К	Номер воздействия (Коэффициент)
1	1 (1.00)

Изгибная жесткость с учетом арматуры

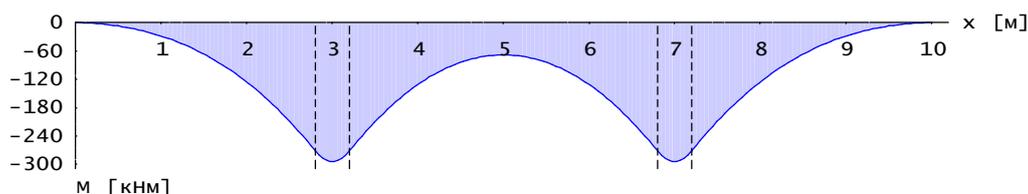
$A_{sv}$ [см <sup>2</sup> ]	$A_{sh}$ [см <sup>2</sup> ]	$EI_c$ [МНм <sup>2</sup> ]	$EI_{прив}$ [МНм <sup>2</sup> ]
0.00	20.77	351.00	361.29

### Расчет для комбинации воздействий K = 1

K 1 Момент, осадка, давление

x [м]	M [кНм]	w [см]	p [кПа]
0.00	0.0	0.27	48.9
0.70	-13.8	0.38	50.0
1.40	-57.3	0.49	66.3
2.10	-139.9	0.60	83.1
2.80	-271.2	0.68	97.2
3.20	-271.4	0.72	102.0
4.10	-119.0	0.75	104.7
5.00	-68.2	0.76	104.6
5.90	-119.0	0.75	104.7
6.80	-271.4	0.72	102.0
7.20	-271.2	0.68	97.2
7.90	-139.9	0.60	83.1
8.60	-57.3	0.49	66.3
9.30	-13.8	0.38	50.0
10.00	0.0	0.27	48.9

Изгибающий момент



К 1 Ширина трещин

x [м]	M [кНм]	M <sub>c</sub> [кНм]	w <sub>k</sub> [мм]
0.70	-13.8	-103.6	0.000
1.40	-57.3	-103.6	0.000
2.10	-139.9	-103.6	0.160
2.80	-271.2	-103.6	0.381
3.20	-271.4	-103.6	0.381
4.10	-119.0	-103.6	0.136
5.00	-68.2	-103.6	0.000
5.90	-119.0	-103.6	0.136
6.80	-271.4	-103.6	0.381
7.20	-271.2	-103.6	0.381
7.90	-139.9	-103.6	0.160
8.60	-57.3	-103.6	0.000
9.30	-13.8	-103.6	0.000

 К 1 Ширина трещин  
в свесах полки

p <sub>ср</sub> [кПа]	M [кНм/м]	M <sub>c</sub> [кНм/м]	w <sub>k</sub> [мм]
83.3	6.7	30.3	0.000

**Прочность грунта**

Проверка несущей способности грунта

Применяется проектный принцип 3

Выбранная комбинация

 Номер воздействия (Коэффициент)  
1 (1.35)

 Вертикальная нагрузка V = 1350 кН  
Среднее давление на грунт p = 112.5 кПа

 Определение несущей способности грунта согласно  
EN 1997-1, Приложение D

 Данные  
для формулы (D.2)

B'	c	q	γ	tgφ
[м]	[кПа]	[кПа]	[кН/м <sup>3</sup> ]	[-]
1.20	4.0	54.0	18.0	0.560

Коэффициенты

s <sub>c</sub>	s <sub>q</sub>	s <sub>γ</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>
1.000	1.000	1.000	28.42	16.92	17.84

 Предельное давление p<sub>u</sub> = 1220 кПа

Условие прочности

$$p / p_u = 112.5 / 1220.1 = 0.092 \leq 1$$

**Осадка**

Проверка допустимости осадки и крена колонн

Норматив. комбинации

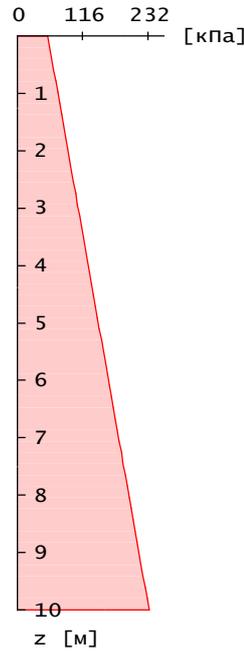
 K  
1  
Номер воздействия (Коэффициент)  
1 (1.00)

**Расчет для комбинации воздействий K = 1**

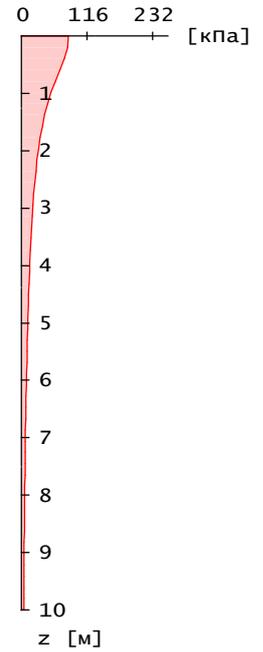
 Вертикальная нагрузка V = 1000 кН  
Среднее давление на грунт p = 83.3 кПа

Напряжения в грунте

$\sigma_{z g}$



$\sigma_{z p}$



Глубина сжимаемой толщи  $H_c = 2.86$  м

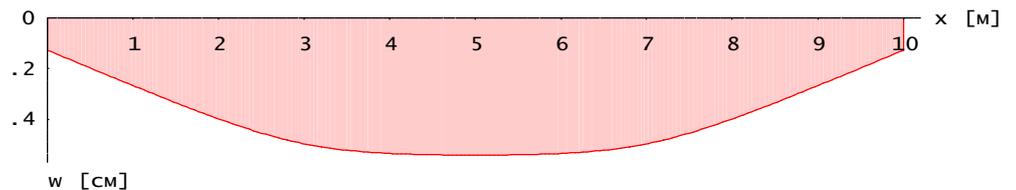
Напряжение при  $z = H_c$   $\sigma_{z p} = 21.1$  кПа

$\sigma_{z p} / \sigma_{z g} = 0.200$  -

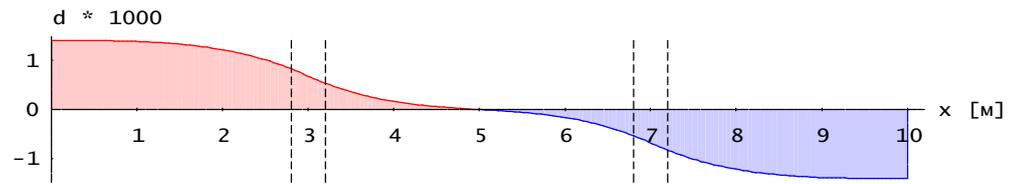
К 1 Осадка, крен, давление

x [м]	w [см]	d [-]	p [кПа]
0.00	0.13	0.00140	31.7
0.70	0.23	0.00139	44.8
1.40	0.32	0.00134	64.5
2.10	0.41	0.00118	83.7
2.80	0.48	0.00082	99.4
3.20	0.51	0.00053	104.7
4.10	0.54	0.00014	108.2
5.00	0.54	0.00000	108.3
5.90	0.54	-0.00014	108.2
6.80	0.51	-0.00053	104.7
7.20	0.48	-0.00082	99.4
7.90	0.41	-0.00118	83.7
8.60	0.32	-0.00134	64.5
9.30	0.23	-0.00139	44.8
10.00	0.13	-0.00140	31.7

Осадка



Поворот



Осадка и крен колонн

К	Колонна	Осадка [см]	Крен [-]
1	1	<b>0.50</b>	<b>0.00068</b>
	2	<b>0.50</b>	<b>0.00068</b>

Расчет выполнен модулем t522 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт