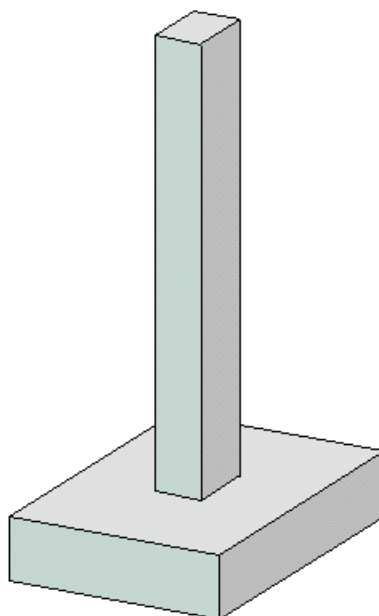


## 407 – Расчет ж/б колонны по огнестойкости



Программа предназначена для расчёта по огнестойкости одноярусной железобетонной колонны согласно СП 468.1325800.2019 «Бетонные и железобетонные конструкции. Правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности» и СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

Усилия в колонне определяются при помощи линейного или нелинейного расчета по деформированной или недеформированной схеме. Температурное поле в сечении колонны при огневом воздействии определяется путем решения задачи нестационарной теплопроводности с учетом зависимости теплофизических характеристик бетона от температуры. Проверка прочности при действии продольной силы и изгибающих моментов производится на основе диаграмм деформирования сжатого бетона и арматуры с учетом коэффициентов условий работы, зависящих от температуры.

**Расчетная схема**

 Длина колонны  $l = 3.00$  м

**Закрепления**

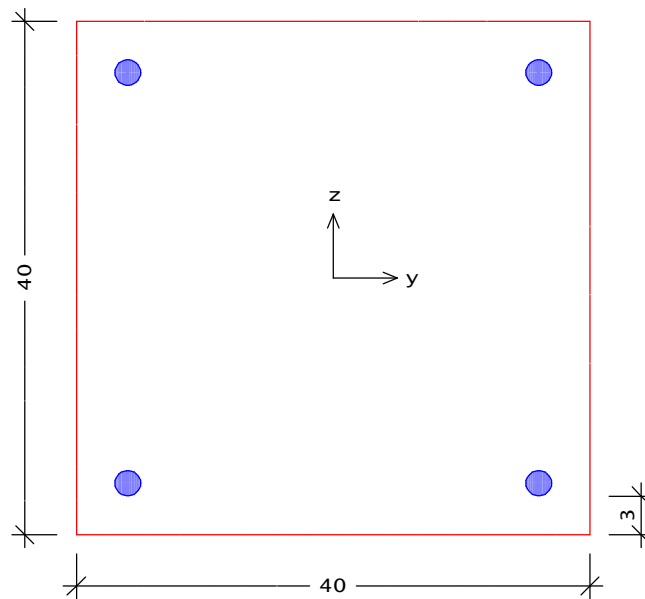
	В плоскости Y	В плоскости Z
Вверху	шарнирное	шарнирное
Внизу	шарнирное	шарнирное

**Сечение**

Ширина	$b = 40.0$	см
Высота	$h = 40.0$	см

**Арматура**

Диаметр стержней	$d_s = 20$	мм
Толщина защитного слоя	$a_s = 30$	мм


**Нагрузки**

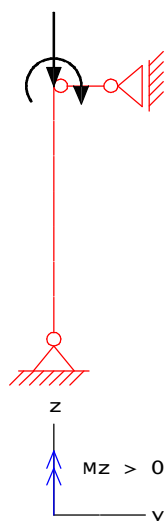
Относительно центральных осей бетонного сечения

 Вертикальная сила  $V = 1000.0$  кН

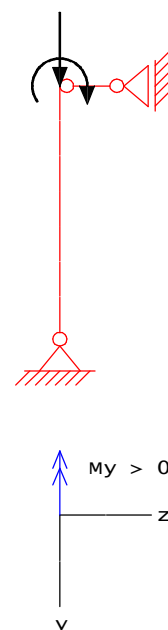
**Горизонтальные силы и моменты**

	$H_y$ [кН]	$H_z$ [кН]	$M_y$ [кНм]	$M_z$ [кНм]
Вверху			50.0	50.0

В плоскости Y



В плоскости Z



### Расчет

Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018

Применяется метод расчета согласно СП 468, 8.6

Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон на силикатном заполнителе  
Плотность бетона  $\rho = 2350$  кг/м<sup>3</sup>  
Бетон сухой

В 25 (тяжелый)

Продольная арматура А500

Соппротивления при нормальной температуре  
 $R_{b n} = 18.50$  МПа  
 $R_{s n} = 500$  МПа  
 $R_{s c} = 400$  МПа

Модули упругости при нормальной температуре  
 $E_b = 30.0$  ГПа  
 $E_s = 200.0$  ГПа

Расчет усилий по деформированной схеме проводится для плоскостей Y и Z

### **Линейный расчет усилий в колонне при нормальной температуре**

Жесткости приведенного сечения  $D_y = 70.4$  МНм<sup>2</sup>  
 $D_z = 70.4$  МНм<sup>2</sup>

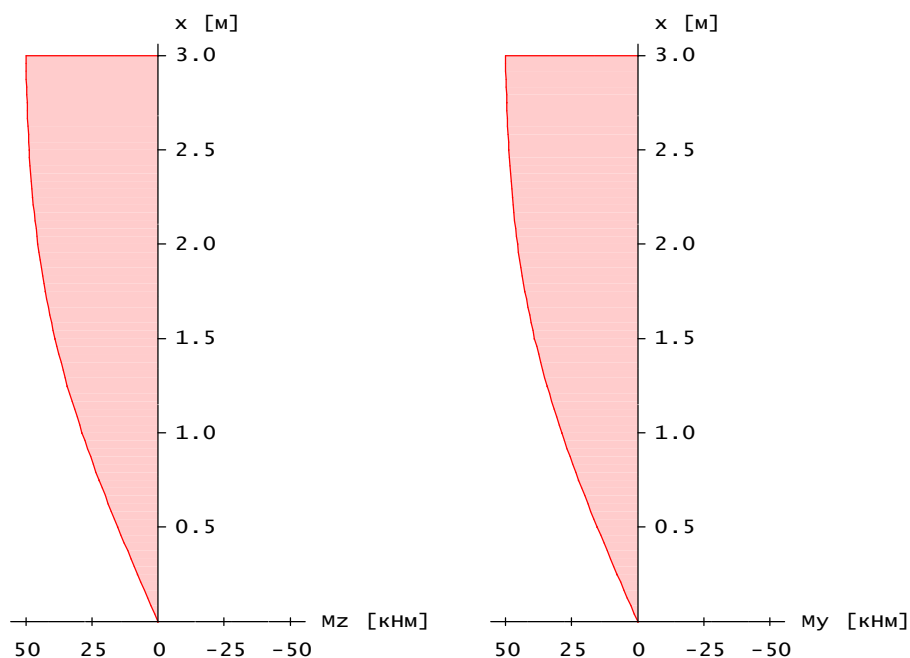
Начальные прогибы, суммарные прогибы и моменты

x [м]	$w_{y0}$ [см]	$w_{z0}$ [см]	$w_y$ [см]	$w_z$ [см]	$M_y$ [кНм]	$M_z$ [кНм]
3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.0	50.0
2.75	-0.35	-0.35	-0.37	-0.37	49.5	49.5
2.50	-0.67	-0.67	-0.70	-0.70	48.7	48.7
2.25	-0.94	-0.94	-0.99	-0.99	47.4	47.4
2.00	-1.15	-1.15	-1.21	-1.21	45.5	45.5
1.75	-1.29	-1.29	-1.35	-1.35	42.7	42.7
1.50	-1.33	-1.33	-1.39	-1.39	39.0	39.0
1.25	-1.29	-1.29	-1.34	-1.34	34.3	34.3
1.00	-1.15	-1.15	-1.20	-1.20	28.7	28.7
0.75	-0.94	-0.94	-0.98	-0.98	22.3	22.3
0.50	-0.67	-0.67	-0.69	-0.69	15.3	15.3
0.25	-0.35	-0.35	-0.36	-0.36	7.8	7.8
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

Моменты

в плоскости Y

в плоскости Z



### Проверка прочности колонны при пожаре

Нагрев всесторонний

Расчетные усилия

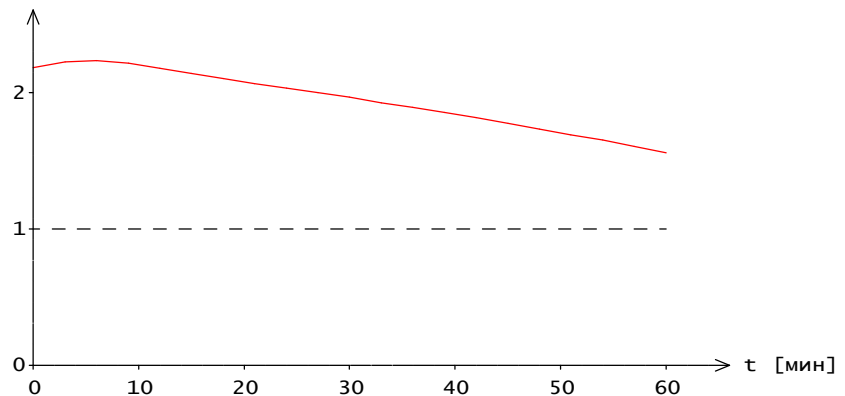
N [кН]	$M_y$ [кНм]	$M_z$ [кНм]
1000.0	50.0	50.0

Коэффициент  
запаса прочности

t [мин]	T среды [°C]	$\gamma_u$
0	20	2.185
3	50.2	2.228
6	60.3	2.235
9	66.3	2.216
12	70.5	2.181
15	73.9	2.143
18	76.6	2.106

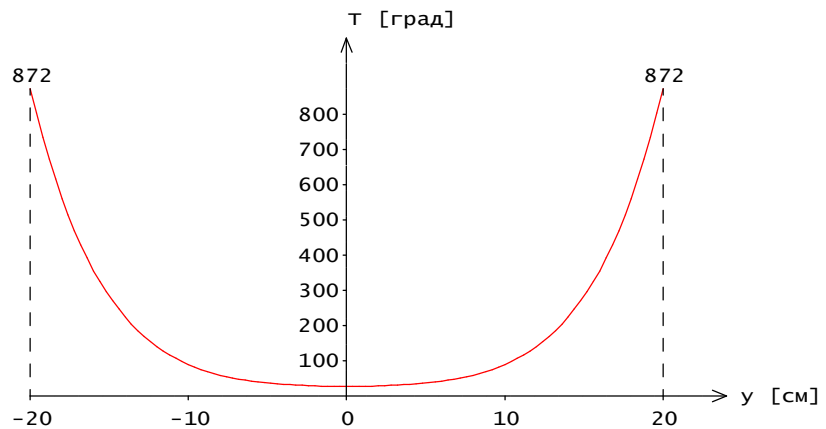
21	789	2.066
24	809	2.032
27	826	2.002
30	842	1.969
33	856	1.929
36	869	1.891
39	881	1.857
42	892	1.820
45	902	1.776
48	912	1.733
51	921	1.692
54	930	1.652
57	938	1.605
60	945	1.561

Коэффициент запаса прочности  $\gamma_u$

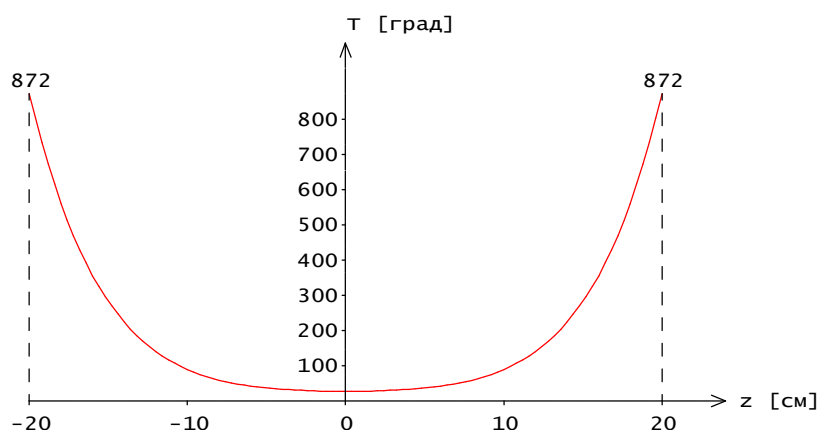


**Температурное поле при  $t = 60$  мин**

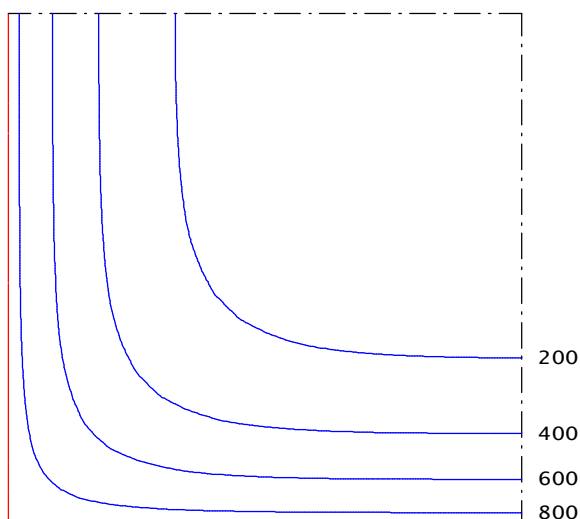
Температура  $T$  на оси  $y$



Температура Т на оси z



Изотермы


**Нелинейный расчет усилий в колонне при t = 60 мин**

 Погрешность расчета  $\varepsilon = 0.06 \%$ 

Начальные прогибы, суммарные прогибы и моменты

x [м]	w <sub>y 0</sub> [см]	w <sub>z 0</sub> [см]	w <sub>y</sub> [см]	w <sub>z</sub> [см]	M <sub>y</sub> [кНм]	M <sub>z</sub> [кНм]
3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.0	50.0
2.75	-0.35	-0.35	-0.50	-0.50	50.8	50.8
2.50	-0.67	-0.67	-0.94	-0.94	51.1	51.1
2.25	-0.94	-0.94	-1.30	-1.30	50.5	50.5
2.00	-1.15	-1.15	-1.57	-1.57	49.0	49.0
1.75	-1.29	-1.29	-1.73	-1.73	46.4	46.4
1.50	-1.33	-1.33	-1.77	-1.77	42.7	42.7
1.25	-1.29	-1.29	-1.69	-1.69	37.7	37.7
1.00	-1.15	-1.15	-1.51	-1.51	31.7	31.7
0.75	-0.94	-0.94	-1.22	-1.22	24.7	24.7
0.50	-0.67	-0.67	-0.86	-0.86	16.9	16.9
0.25	-0.35	-0.35	-0.44	-0.44	8.6	8.6

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

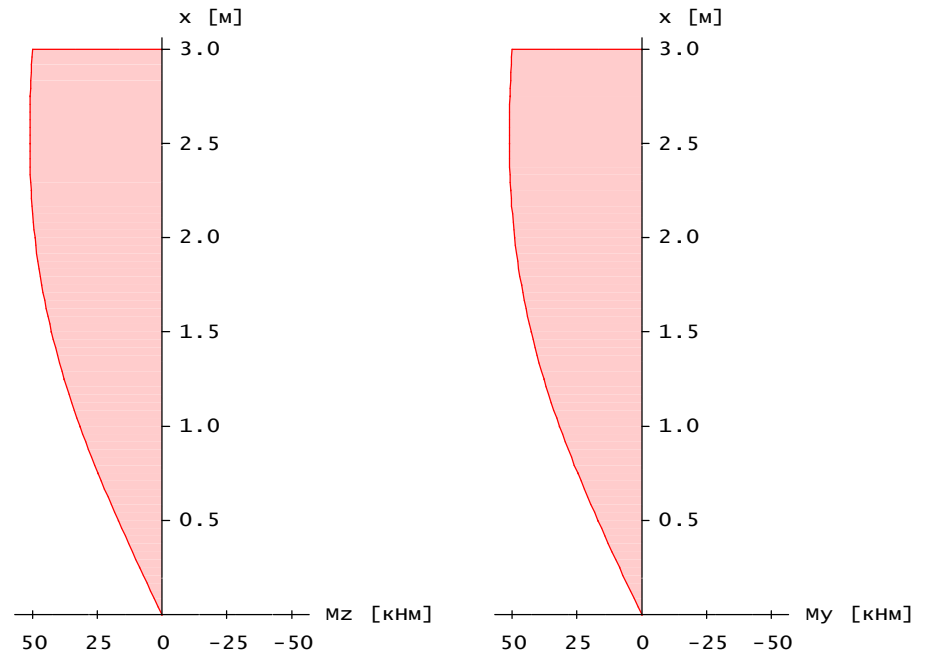
0.0

0.0

Моменты

в плоскости Y

в плоскости Z



Расчетные усилия

N [кН]	$M_y$ [кНм]	$M_z$ [кНм]
1000.0	51.1	51.1

**Проверка прочности**

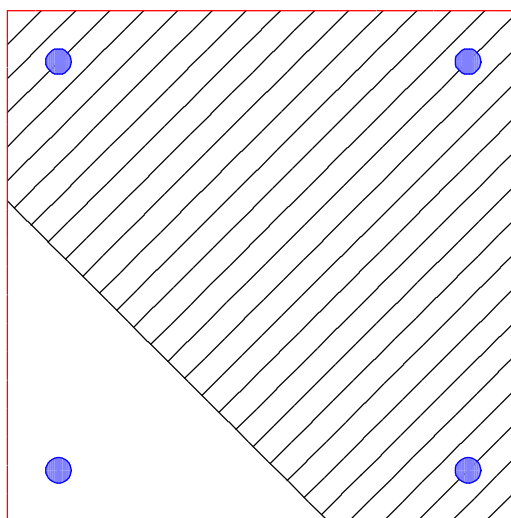
Предельные усилия  $N_u = \gamma_u N$ ,  $M_{yu} = \gamma_u M_y$ ,  $M_{zu} = \gamma_u M_z$

N [кН]	$M_y$ [кНм]	$M_z$ [кНм]	$N_u$ [кН]	$M_{yu}$ [кНм]	$M_{zu}$ [кНм]	$\gamma_u$
1000.0	51.1	51.1	1543.2	78.8	78.8	<b>1.543</b>

Нейтральная линия

$y_1$ [см]	$z_1$ [см]	$y_2$ [см]	$z_2$ [см]
-20.00	5.09	5.09	-20.00

Сжатая зона при действии предельных усилий



Кривизны  $\kappa_y / \kappa_z = -0.01372 / -0.01372 \quad 1/m$

Деформация

$\varepsilon(y, z) = -0.1372z - 0.1372y - 2.046, \text{ ‰}$

Деформации бетона на контуре сечения

Максимальная деформация			Минимальная деформация		
$\varepsilon$ [‰]	$\sigma$ [МПа]	T [°C]	$\varepsilon$ [‰]	$\sigma$ [МПа]	T [°C]
3.44	0.00	918	-7.54	-0.60	918

Предельная деформация бетона

y [см]	z [см]	T [°C]	$\varepsilon_{b2}$ [‰]	d [м]	$\varepsilon_{b2}/d$ [1/м]
8.33	8.33	94	-4.33	0.223	-0.01940

y, z - координаты точки, в которой достигается предельная деформация с учетом температуры  
d - расстояние от нейтральной линии до точки (y, z)

Деформации арматуры

Максимальная деформация			Минимальная деформация		
$\varepsilon$ [‰]	$\sigma$ [МПа]	T [°C]	$\varepsilon$ [‰]	$\sigma$ [МПа]	T [°C]
2.34	261.8	533	-6.44	-209.4	533

Усилия

	N [кН]	$M_y$ [кНм]	$M_z$ [кНм]
в бетоне	1428.02	55.11	55.11
в арматуре	115.14	23.69	23.69
суммарные	1543.17	78.79	78.79

**Огнестойкость колонны обеспечена**

Расчет выполнен модулем t407 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт