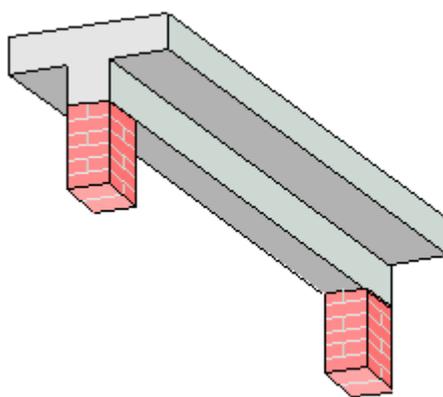


313 – Расчет ж/б балки по огнестойкости

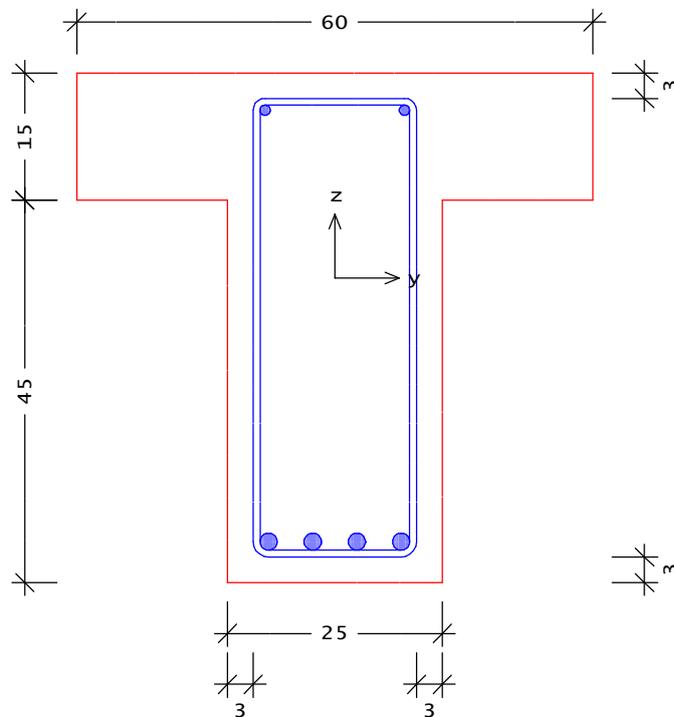


Программа предназначена для расчёта по огнестойкости однопролетной железобетонной балки согласно СП 468.1325800.2019 «Бетонные и железобетонные конструкции. Правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности» и СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

Температурное поле в сечении балки при огневом воздействии определяется путем решения задачи нестационарной теплопроводности с учетом зависимости теплофизических характеристик бетона от температуры. Проводятся проверки прочности при действии изгибающего момента и поперечной силы. Проверка прочности при действии изгибающего момента производится на основе диаграмм деформирования сжатого бетона и арматуры с учетом коэффициентов условий работы, зависящих от температуры. Предусмотрен учет продольной силы. В случае статически неопределимой балки проводится нелинейный расчет усилий, приводящий к перераспределению изгибающего момента.

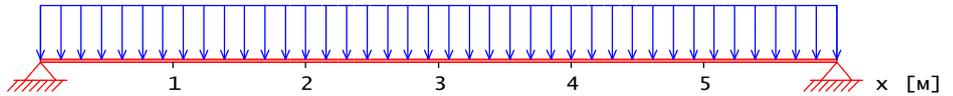
Расчетная схема

	Длина балки	l	=	6.00	м
	Закрепление краев балки				шарнирное
Сечение	Ширина ребра	b	=	25.0	см
	Высота сечения	h	=	60.0	см
	Ширина полки	b_f	=	60.0	см
	Высота полки	h_f	=	15.0	см
	Расстояние до центра тяжести	a_z	=	35.8	см
Верхняя арматура	Диаметр крайних стержней	$d_{s, кр}$	=	12	мм
Нижняя арматура	Диаметр крайних стержней	$d_{s, кр}$	=	20	мм
	Диаметр проежут. стержней	$d_{s, пр}$	=	20	мм
	Число проежут. стержней	$n_{пр}$	=	2	-
Поперечная арматура	Диаметр	d_{sw}	=	8	мм
	Число ветвей	n_w	=	2	-
	Шаг	s_w	=	10	см
	Погонная площадь	A_{sw} / s_w	=	10.05	см ² /м
	Защитный слой сверху	$a_{зв}$	=	30	мм
	снизу	$a_{зн}$	=	30	мм
	сбоку	$a_{зб}$	=	30	мм



Нагрузки

Распределенная нагрузка $q = 20.00$ кН/м



Расчет

Согласно СП 468.1325800.2019, СП 63.13330.2018
Изменение температуры среды при пожаре принимается
согласно ГОСТ 30247.0-94

Бетон *B 25 (тяжелый)*
на силикатном заполнителе
Плотность бетона $\rho = 2350$ кг/м³
Бетон сухой

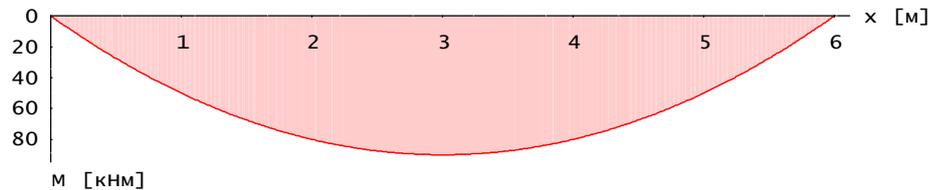
Продольная арматура *A500*
Поперечная арматура *A240*

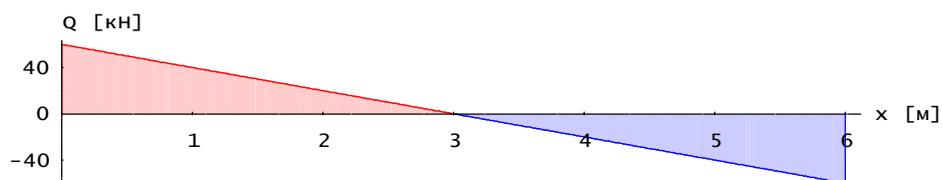
Сопротивления при нормальной температуре
 $R_{bn} = 18.50$ МПа
 $R_{btn} = 1.55$ МПа
 $R_{sn} = 500$ МПа
 $R_{sc} = 400$ МПа
 $R_{sw} = 170$ МПа

Линейный расчет усилий в балке при нормальной температуре

Усилия

x [м]	M [кНм]	Q [кН]
0.00	0.0	60.0
0.50	27.5	50.0
1.00	50.0	40.0
1.50	67.5	30.0
2.00	80.0	20.0
2.50	87.5	10.0
3.00	90.0	0.0
3.50	87.5	-10.0
4.00	80.0	-20.0
4.50	67.5	-30.0
5.00	50.0	-40.0
5.50	27.5	-50.0
6.00	0.0	-60.0





Проверка прочности балки при пожаре

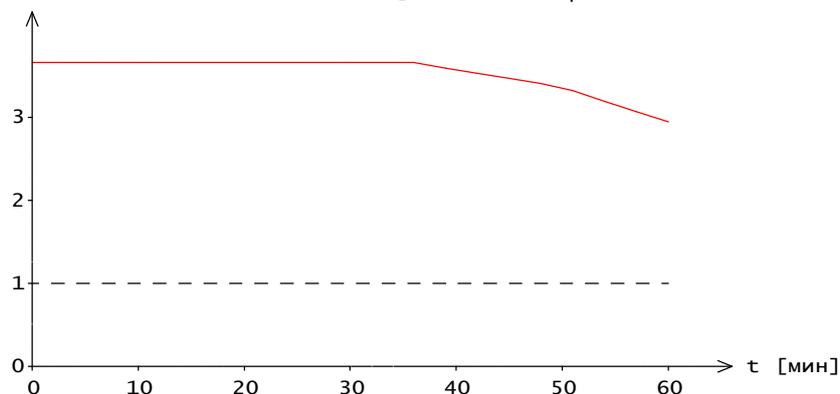
Рассматривается трехсторонний нагрев балки

Расчетный момент M_+ = 90.0 кНм

Коэффициент
запаса прочности

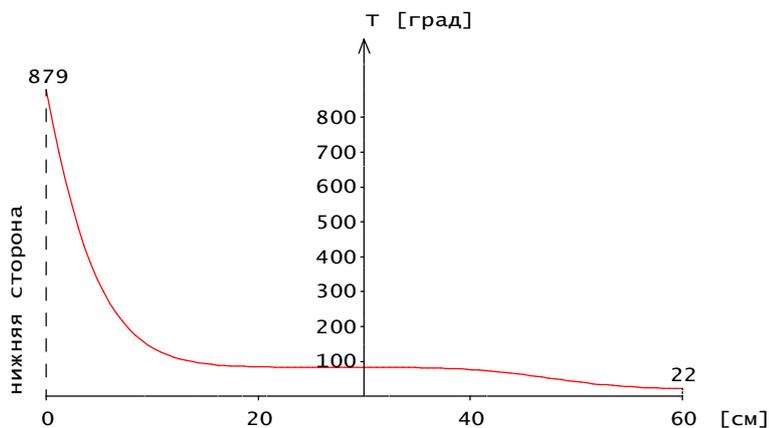
t [мин]	T среды [°C]	γ_u
0	20	3.657
3	502	3.657
6	603	3.657
9	663	3.657
12	705	3.657
15	739	3.657
18	766	3.657
21	789	3.657
24	809	3.657
27	826	3.657
30	842	3.657
33	856	3.657
36	869	3.656
39	881	3.589
42	892	3.525
45	902	3.464
48	912	3.406
51	921	3.322
54	930	3.193
57	938	3.065
60	945	2.942

Коэффициент запаса прочности γ_u

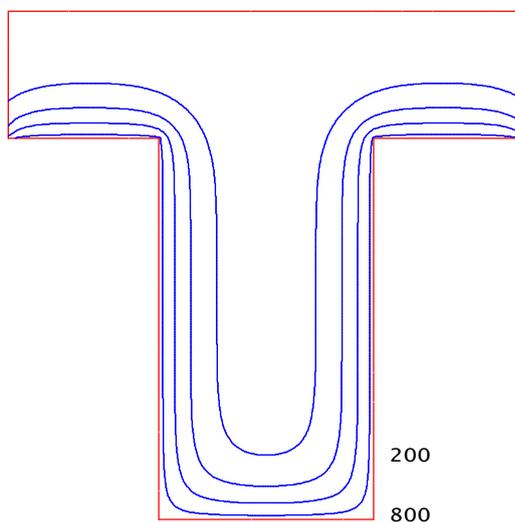


Температурное поле при t = 60 мин

Температура Т на вертикальной оси



Изотермы



Температура
верхней арматуры

y [см]	z [см]	T [°C]
-8.10	19.77	42.2
8.10	19.77	42.2

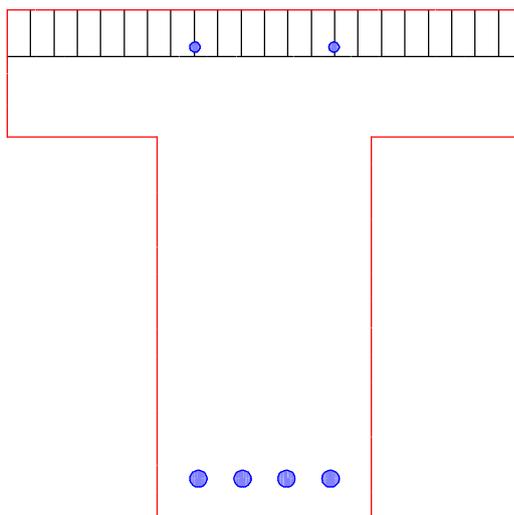
Температура
нижней арматуры

y [см]	z [см]	T [°C]
-7.70	-31.03	473.3
-2.57	-31.03	348.4
2.57	-31.03	348.4
7.70	-31.03	473.3

Проверка прочности при действии изгибающего момента при t = 60 мин

Условие прочности $M_+ / M_{u+} = 90.0 / 264.8 = 0.340 \leq 1$
 $\gamma_u = 2.942$

Сжатая зона при действии $M_{u+} = 264.8$ кНм



Деформации бетона
в углах сечения

Максимальная деформация			Минимальная деформация		
ϵ	σ	T	ϵ	σ	T
[%.]	[МПа]	[°C]	[%.]	[МПа]	[°C]
34.82	0.00	920	-3.52	-18.50	29

Деформации арматуры

Максимальная деформация			Минимальная деформация		
ϵ	σ	T	ϵ	σ	T
[%.]	[МПа]	[°C]	[%.]	[МПа]	[°C]
31.75	333.4	473	-0.71	-140.0	42

Проверка прочности при действии поперечной силы при $t = 60$ мин

Глубина прогрева снизу	$a_{тн}$	=	2.85	см
сбоку	$a_{тб}$	=	2.72	см
Критическая температура	$T_{b, cr}$	=	500	°C

Примечание. Значение $a_{тб}$ определяется на уровне середины высоты ребра

Расчетная ширина ребра	b_t	=	19.6	см
------------------------	-------	---	------	----

Рабочая высота при $M < 0$	h_{0-}	=	52.8	см
при $M > 0$	h_{0+}	=	55.2	см

Температура хомутов	T	=	618.4	°C
Расчетное сопротивление	$R_{swy_{st}}$	=	58	МПа

Условие прочности бетонной полосы между наклонными сечениями

$$Q_{max} / (\varphi_b R_b b_t h_0) = 60.0 / 599.4 = \mathbf{0.100} \leq 1$$

при $h_0 = 55.2$ см

Условие прочности по наклонному сечению в левой приопорной части

$$Q / (Q_b + Q_{sw}) = 30.0 / (125.6 + 0.0) = \mathbf{0.325} \leq 1$$

при $x = 1.50$ м, $s = 110.4$ см, $h_0 = 55.2$ см

Арматура не учитывается согласно СП 63, 8.1.33

Условие прочности по наклонному сечению в правой приопорной части

$$Q / (Q_b + Q_{sw}) = 30.0 / (125.6 + 0.0) = 0.325 \leq 1$$

при $x = 4.50$ м, $c = 110.4$ см, $h_0 = 55.2$ см
Арматура не учитывается согласно СП 63, 8.1.33

Огнестойкость балки обеспечена

Расчет выполнен модулем t313 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт