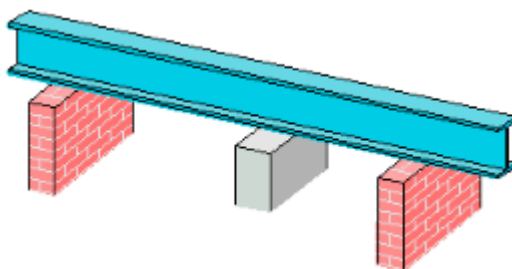


t320 – Стальная балка



Программа предназначена для расчёта многопролетной стальной балки по одному из следующих нормативных документов:

СП 16.13330.2017, СНиП II-23-81*, СП 53-102-2004..

Возможно задание шарниров, консолей, примыкающих стоек, упругих опор, частичного или полного защемления крайних опор.

Могут задаваться распределённые и сосредоточенные нагрузки, а также температурные воздействия и осадки опор. Возможен учёт свободного и/или стеснённого кручения балки при смещённом относительно вертикальной плоскости симметрии положении нагрузки.

Расчётные сочетания усилий определяются автоматически, согласно следующим нормам:

СП 20.13330.2016, СНиП 2.01.07-85.

Реализованы симметричные прокатные и несимметричные сварные сечения из швеллеров, двутавра и короба с возможным заданием дополнительных поясных листов.

Расчет производится по упругой или упруго-пластической схеме с перераспределением усилий.

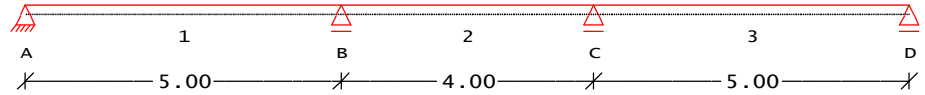
Проводятся расчеты прочности, устойчивости плоской формы изгиба балки, устойчивости стенки с установкой, при необходимости, ребер жесткости.

Для балки из прокатного профиля реализован режим подбора минимально номера профиля, удовлетворяющего условиям прочности и ограничению прогибов.

Для сварного двутавра возможен подбор размеров сечения с устойчивой или с гибкой стенкой.

Расчётная схема

М = 1 :120

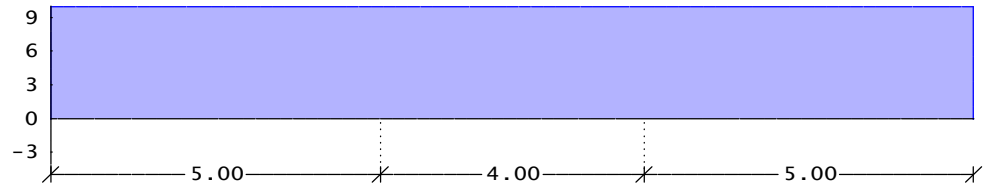


Воздействия

№	Тип воздействия	Описание
1	Постоянное	Собственный вес металлических конструкций
2	Кратковременное	Равномерно распределенная нагрузка - жилые помещения

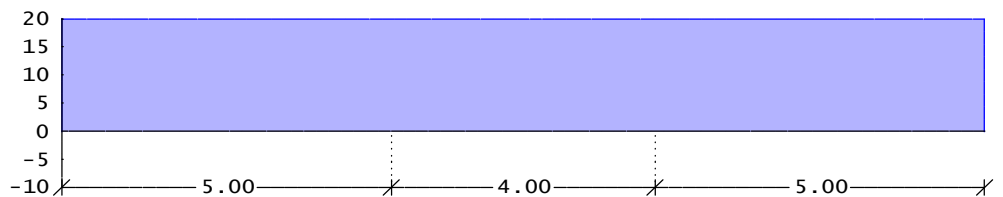
Нагружение

Нагружение 1 постоянные нагрузки $\gamma_f = 1.05$
 М = 1 :115



	№	Пролёт опора	a [м]	s [м]	р _л / Р [кН/м, кН, кНм]	р _п / М
Равномерн.	1	1-3			10.00	

Нагружение 2 кратковременные нагрузки $\gamma_f = 1.30$
 М = 1 :115



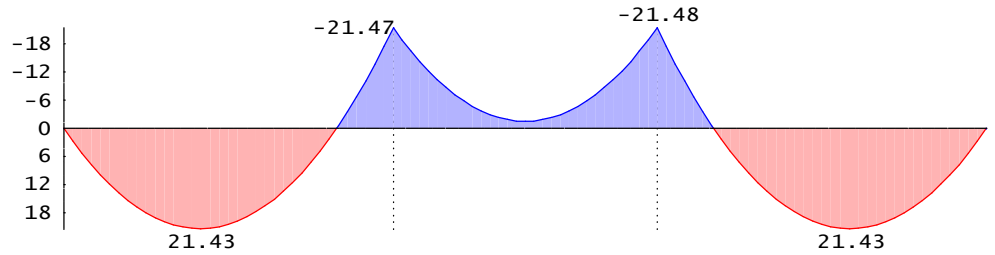
	№	Пролёт опора	a [м]	s [м]	р _л / Р [кН/м, кН, кНм]	р _п / М
Равномерн.	1	1-3			20.00	

Усилия в сечении

по линейно упругой теории

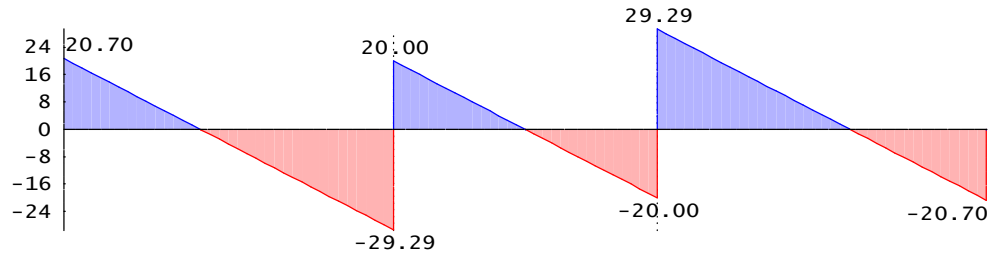
Нагружение 1
M = 1 :115

моменты $M_{y пр}$ [кНм]



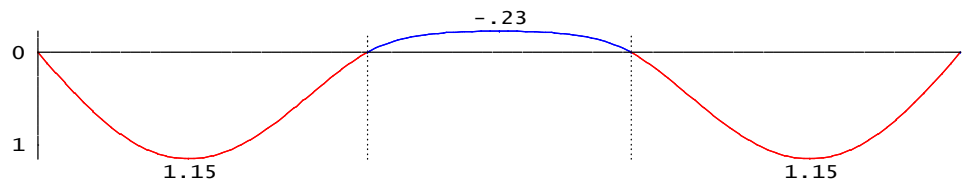
Нагружение 1
M = 1 :115

поперечные силы $Q_{y пр}$ [кН]



Нагружение 1
M = 1 :115

прогибы $f_{y пр}$ [мм]

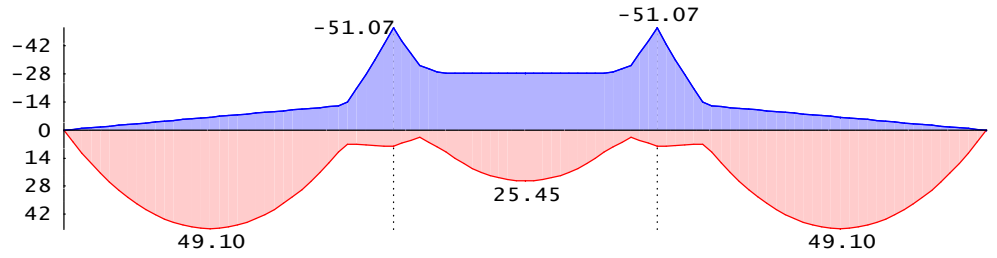


Нагружение 1

Пролет	x [м]	max			min		
		M_1 [кНм]	Q_1 [кН]	w_1 [мм]	M_1 [кНм]	Q_1 [кН]	w_1 [мм]
1	0.00	0.00	20.70	0.00	0.00	20.70	0.00
1	1.25	18.07	8.20	0.88	18.07	8.20	0.88
1	2.07*	21.43	0.00	1.14	21.43	0.00	1.14
1	2.29*	21.18	-2.15	1.15	21.18	-2.15	1.15
1	2.50	20.51	-4.30	1.14	20.51	-4.30	1.14
1	3.75	7.33	-16.80	0.68	7.33	-16.80	0.68
1	5.00	-21.48	-29.30	0.00	-21.48	-29.30	0.00
2	0.00	-21.48	20.00	0.00	-21.48	20.00	0.00
2	1.00	-6.50	10.00	-0.20	-6.50	10.00	-0.20
2	2.00*	-1.48	0.00	-0.23	-1.48	0.00	-0.23
2	3.00	-6.50	-10.00	-0.20	-6.50	-10.00	-0.20
2	4.00	-21.48	-20.00	0.00	-21.48	-20.00	0.00
3	0.00	-21.48	29.30	0.00	-21.48	29.30	0.00
3	1.25	7.33	16.80	0.68	7.33	16.80	0.68
3	2.50	20.51	4.30	1.14	20.51	4.30	1.14
3	2.71*	21.18	2.15	1.15	21.18	2.15	1.15
3	2.93*	21.43	0.00	1.14	21.43	0.00	1.14
3	3.75	18.07	-8.20	0.88	18.07	-8.20	0.88
3	5.00	0.00	-20.70	0.00	0.00	-20.70	0.00

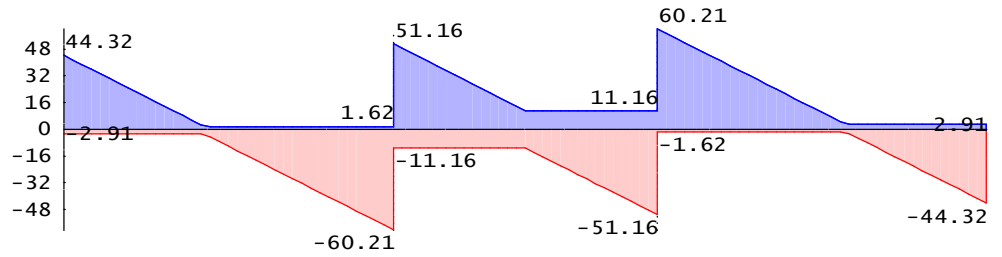
Нагрузка 2
M = 1 :115

огibaющая моментов $M_{y пр}$ [кНм]



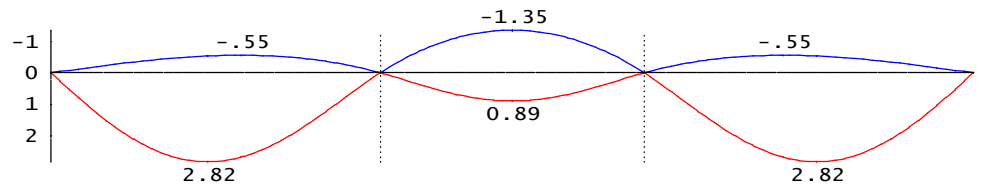
Нагрузка 2
M = 1 :115

огibaющая поперечных сил $Q_{y пр}$ [кН]



Нагрузка 2
M = 1 :115

огibaющая прогибов $f_{y пр}$ [мм]



Нагрузка 2

Пролет	x [м]	max			min		
		M_2 [кНм]	Q_2 [кН]	w_2 [мм]	M_2 [кНм]	Q_2 [кН]	w_2 [мм]
1	0.00	0.00	44.32	0.00	0.00	-2.91	0.00
1	1.25	39.77	19.32	2.10	-3.64	-2.91	-0.34
1	2.22*	49.10	1.67	2.81	-6.45	-4.58	-0.51
1	2.38*	48.82	1.62	2.82	-6.92	-7.78	-0.53
1	2.50	48.30	1.62	2.82	-7.27	-10.21	-0.54
1	2.89*	44.57	1.62	2.68	-8.40	-17.95	-0.55
1	3.75	25.57	1.62	1.83	-10.91	-35.21	-0.47
1	5.00	8.12	1.62	0.00	-51.07	-60.21	0.00
2	0.00	8.12	51.16	0.00	-51.07	-11.16	0.00
2	1.00	15.41	31.16	0.61	-28.41	-11.16	-1.01
2	2.00*	25.45	11.16	0.89	-28.41	-11.16	-1.35
2	3.00	15.41	11.16	0.61	-28.41	-31.16	-1.01
2	4.00	8.12	11.16	0.00	-51.07	-51.16	0.00
3	0.00	8.12	60.21	0.00	-51.07	-1.62	0.00
3	1.25	25.57	35.21	1.83	-10.91	-1.62	-0.47
3	2.11*	44.57	17.95	2.68	-8.40	-1.62	-0.55
3	2.50	48.30	10.21	2.82	-7.27	-1.62	-0.54
3	2.62*	48.82	7.78	2.82	-6.92	-1.62	-0.53
3	2.78*	49.10	4.58	2.81	-6.45	-1.67	-0.51
3	3.75	39.77	2.91	2.10	-3.64	-19.32	-0.34
3	5.00	0.00	2.91	0.00	0.00	-44.32	0.00

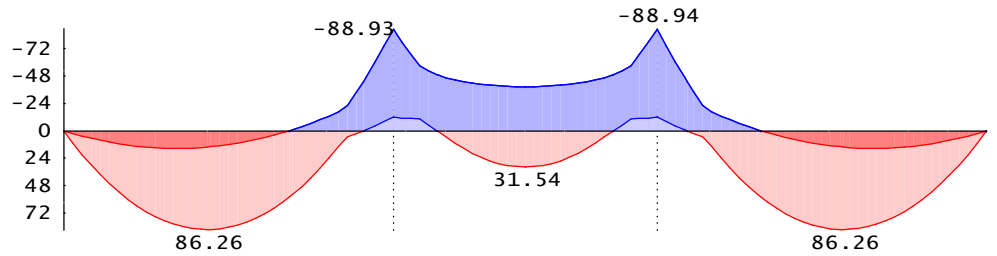
Реакции опор

Нагружение	опора	max		min	
		[кН]		[кН]	
1	A	20.70	20.70	20.70	20.70
	B	49.30	49.30	49.30	49.30
	C	49.30	49.30	49.30	49.30
	D	20.70	20.70	20.70	20.70
2	A	44.32	-2.91	-2.91	-2.91
	B	111.37	-12.78	-12.78	-12.78
	C	111.37	-12.78	-12.78	-12.78
	D	44.32	-2.91	-2.91	-2.91

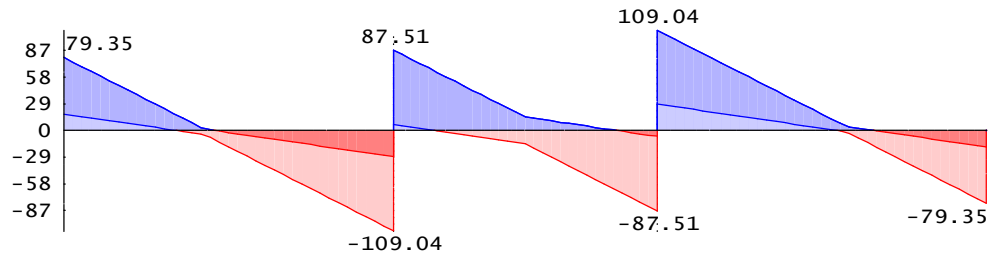
PCY

Момент M [кНм]
M = 1 :115

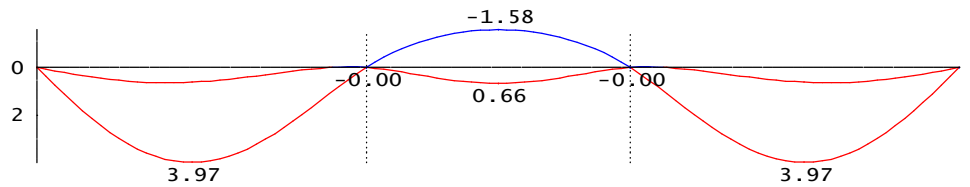
Сочетания усилий согласно СП 20.13330.2016
основные сочетания усилий



Попер. сила Q [кН] основные сочетания усилий
M = 1 :115



Прогибы [мм] основные сочетания усилий
M = 1 :115



Расчетные сочетания усилий и перемещений

Пролет	x [м]	max			min		
		M _{PCY} [кНм]	Q _{PCY} [кН]	w _{PCY} [мм]	M _{PCY} [кНм]	Q _{PCY} [кН]	w _{PCY} [мм]
1	0.00	0.00	79.35	0.00	0.00	17.96	0.00
1	1.25	70.68	33.73	2.98	14.24	4.83	0.54
1	2.17*	86.26	1.49	3.94	14.23	-6.36	0.64
1	2.35*	85.67	-0.83	3.97	13.20	-12.33	0.62
1	2.50	84.32	-2.40	3.95	12.08	-17.79	0.60
1	3.75	40.93	-15.52	2.52	-6.49	-63.41	0.21
1	5.00	-12.00	-28.65	0.00	-88.94	-109.04	0.00
2	0.00	-12.00	-28.65	0.00	-88.94	-109.04	0.00
2	1.00	13.21	51.01	0.41	-43.76	-4.01	-1.21
2	2.00*	31.54	14.51	0.66	-38.48	-14.51	-1.58
2	3.00	13.21	4.01	0.41	-43.76	-51.01	-1.21
2	4.00	-12.00	-6.49	0.00	-88.94	-87.51	0.00

3	0.00	-12.00	-6.49	0.00	-88.94	-87.51	0.00
3	1.25	40.93	63.41	2.52	-6.49	15.52	0.21
3	2.50	84.32	17.79	3.95	12.08	2.40	0.60
3	2.65*	85.67	12.33	3.97	13.20	0.83	0.62
3	2.83*	86.26	6.36	3.94	14.23	-1.49	0.64
3	3.75	70.68	-4.83	2.98	14.24	-33.73	0.54
3	5.00	0.00	-17.96	0.00	0.00	-79.35	0.00

Сочетания
реакций в опорах

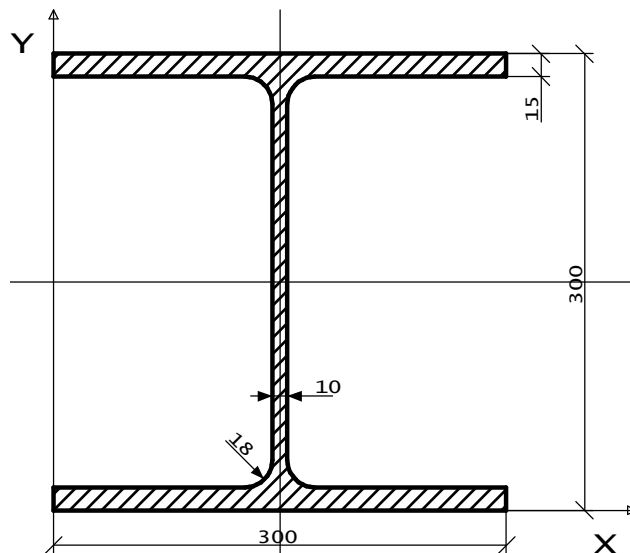
Сочетание	опора	max [кН]	min [кН]
основные РСУ	A	79.35	17.96
	B	196.55	35.14
	C	196.55	35.14
	D	79.35	17.96

Сечение балки

Профиль 30К2

M = 1 : 5

двутавр колонный, СТО АСЧМ 20-93



Параметры сечения

высота	h = 300 мм	ширина	b = 300 мм
толщ.полки	t = 15.0 мм	толщ.стенки	tw = 10.0 мм
площадь	A = 120 см ²	мом.инерции	I _x = 2.041e4 см ⁴
ст.момент	S _x = 751 см ³	мом.инерции	I _y = 6755 см ⁴
св.круч.	I _t = 86.7 см ⁴	сект.момент	I _ω = 1.355e6 см ⁶
		момент сопротивления	W = 1361 см ³

Материал балки

сталь С 255, С255 ГОСТ 27772-2015

мод.упруг. E = 206 ГПа мод.сдвига G = 79.2 ГПа

сопр.изг. R_y = 240 МПа сопр.сдвигу R_s = 139 МПа

Результаты расчета

Критические РСУ

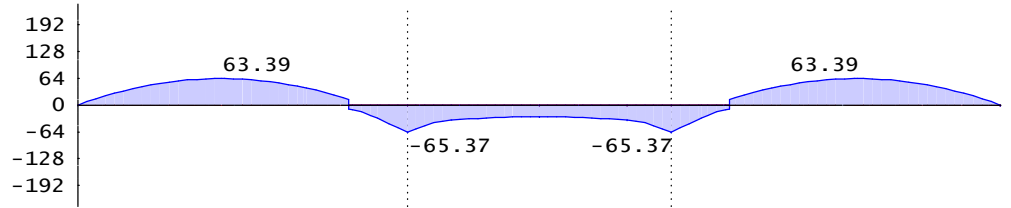
балки 1 класса по СП 16.13330.2017, gamma_c=1.00

N	нагр	коэф.	пролеты	N	нагр	коэф.	пролеты
1	1	1.05	123	2	1	1.05	123
	2	1.30	12		2	1.30	23
3	1	1.05	123				
	2	1.30	13				

Расчет на прочность макс. момент M = 88.9кНм в опоре B при РСУ N 1
условие (41) M / (W * R_y * γ_c) = 0.27 условие выполнено

Напряжения
M = 1 :115

нормальные sigma_x [МПа]

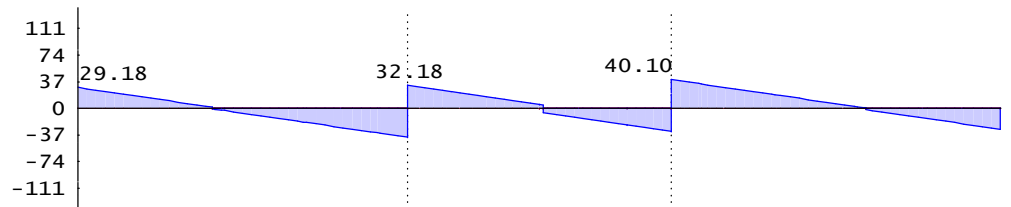


условие (42)

макс.попер.сила Q = 109кН в опоре В при РСУ N 1
 $Q*S / (I*t_w * R_s * \gamma_c) = 0.29$ условие выполнено

Напряжения
M = 1 :115

касательные tau_xy [МПа]

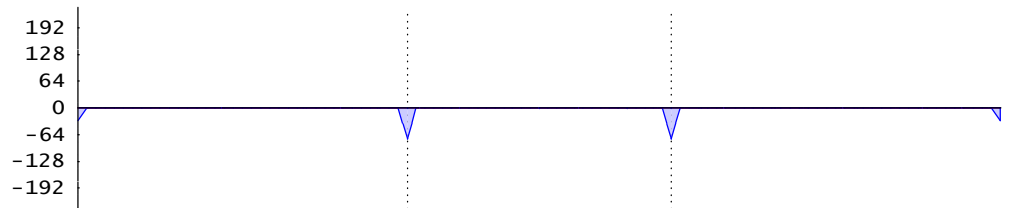


условие (46)

макс.лок.нагр. Q = 739кН/м в опоре С при РСУ N 2
 $\sigma_{loc} / (R_y * \gamma_c) = 0.31$ условие выполнено

Напряжения
M = 1 :115

локальные sigma_loc [МПа]

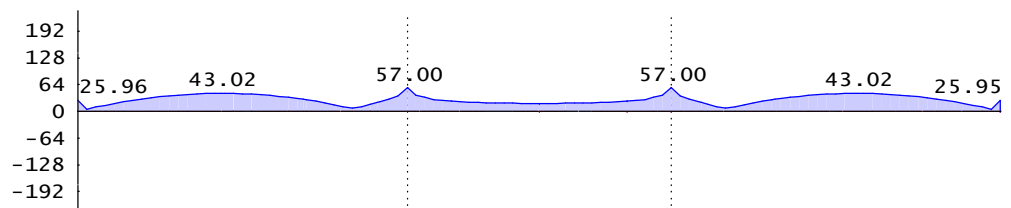


условие (44)

макс.эквивалентн. напряжения в опоре С при РСУ N 2
sigma_x = -51МПа sigma_y = -74МПа tau_xy = 36МПа
 $\sigma_{экв} * 0.87 / (R_y * \gamma_c) = 0.24$ условие выполнено

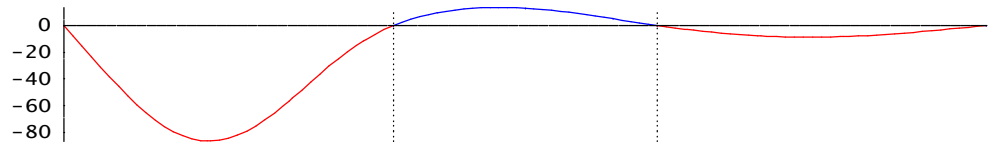
Напряжения
M = 1 :115

эквивалентные sigma_экв [МПа]



Устойчивость балки наиболее опасное РСУ N 3 макс.момент $M = 86.3$ кНм
 условие (69) коэффиц. $\psi = 2.37$ коэф.устойч. $\varphi_b = 1.00$
 $M / (\varphi_b * W_c * R_y * \gamma_c) = 0.26$ условие выполнено

Форма потери устойчивости [условные единицы]
 $M = 1 : 115$



Расчет выполнен модулем t320 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт