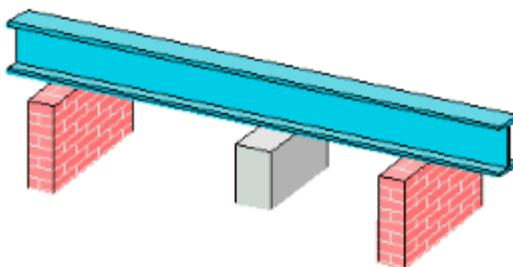


t325 – Стальная балка переменного сечения



Программа предназначена для расчёта многопролетной стальной балки переменного сечения по СП 16.13330.2017.

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 СП 20.13330.2016.

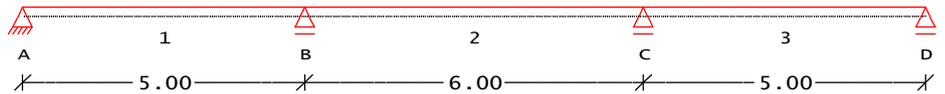
Реализованы симметричные прокатные и несимметричные сварные двутавровые сечения с постоянной и/или кусочно-линейно меняющейся высотой профиля.

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

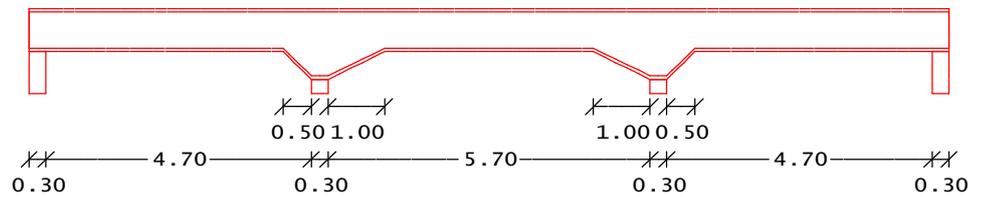
Проводятся расчеты прочности, устойчивости плоской формы изгиба балки, устойчивости стенки с установкой, при необходимости, ребер жесткости.

Расчётная схема

М = 1 :135



М = 1 :135



Опоры

Опора	t [см]	Вут слева [м]	справа [м]	высота [см]
A	30.0			
B	30.0	0.5	1.0	50.0
C	30.0	1.0	0.5	50.0
D	30.0			

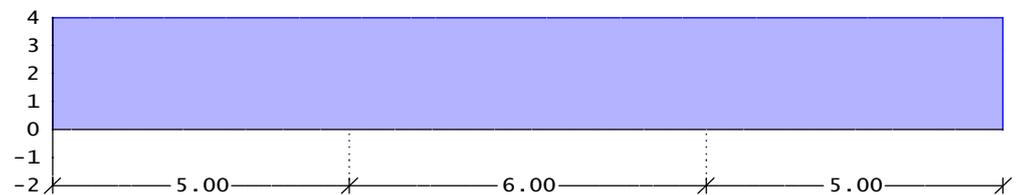
Воздействия

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

Нагружение

Нагружение 1 постоянные нагрузки $\gamma_f = 1.05$

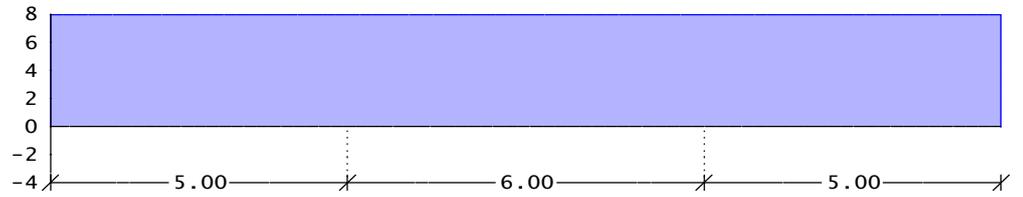
М = 1 :128



Н.	Пролёт опора	a [м]	s [м]	р _л / Р [кН/м, кН, кНМ]	р _п / М
Равномерн.	1	1-3		4.00	

Нагружение 2
M = 1 :128

кратковременные нагрузки $\gamma_f = 1.20$



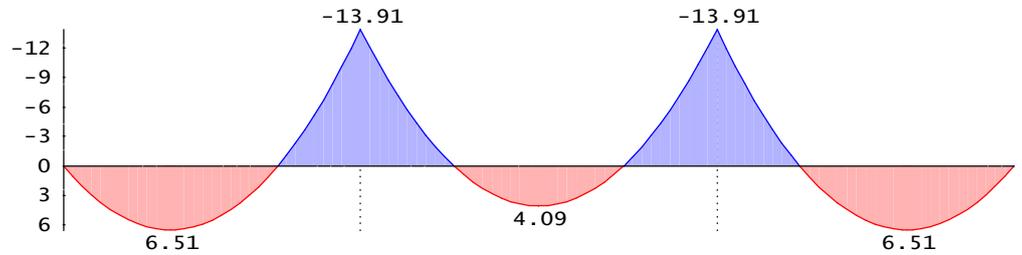
N.	Пролёт опора	a [м]	s [м]	p_l / P [кН/м, кН, кНм]	p_n / M
Равномерн.	1 1-3			8.00	

Усилия в сечении

по линейно упругой теории

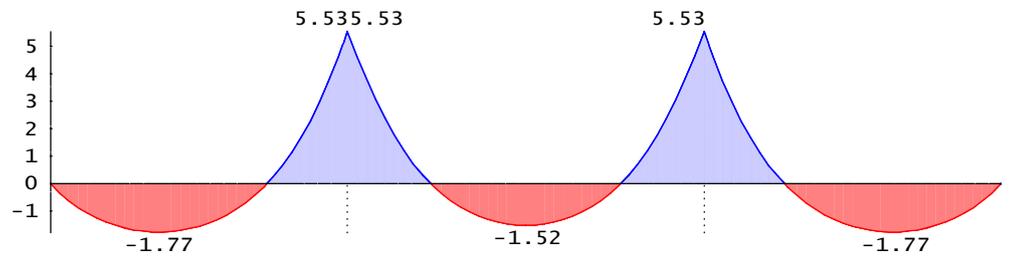
Нагружение 1
M = 1 :128

моменты $M_{y пр}$ [кНм]



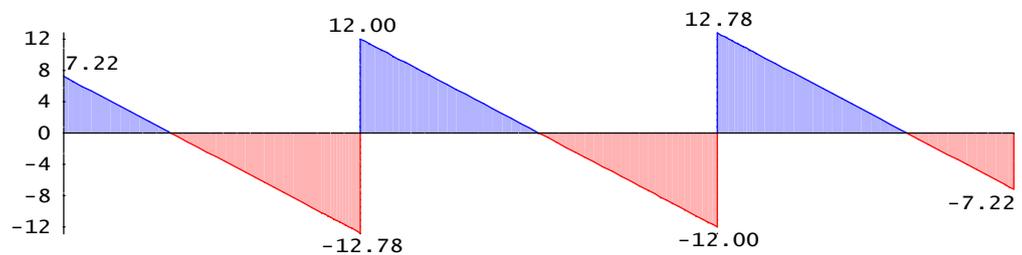
Нагружение 1
M = 1 :128

Бимоменты B, соответств. моментам $M_{y пр}$ [0.1кНм²]



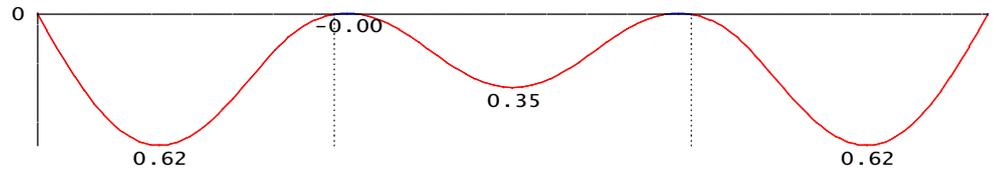
Нагружение 1
M = 1 :128

поперечные силы $Q_{y пр}$ [кН]



Нагружение 1
M = 1 :128

прогибы $f_{y пр}$ [мм]

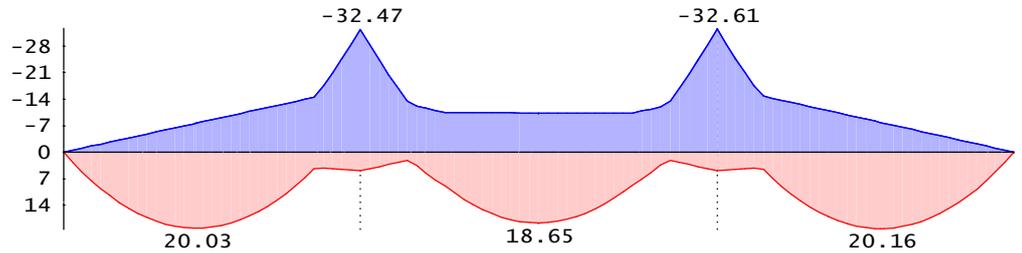


Нагружение 1

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	7.22	0.00	0.00	7.22	0.00
1	1.80*	6.51	0.00	0.61	6.51	0.00	0.61
1	2.05*	6.39	-0.96	0.62	6.39	-0.96	0.62
1	5.00	-13.91	-12.78	0.00	-13.91	-12.78	0.00
2	0.00	-13.91	-12.78	0.00	-13.91	-12.78	0.00
2	0.21*	-11.51	11.17	-0.00	-11.51	11.17	-0.00
2	3.00*	4.09	-0.00	0.35	4.09	-0.00	0.35
2	5.79*	-11.51	-11.17	-0.00	-11.51	-11.17	-0.00
2	6.00	-13.91	-12.00	0.00	-13.91	-12.00	0.00
3	0.00	-13.91	12.78	0.00	-13.91	12.78	0.00
3	2.95*	6.39	0.96	0.62	6.39	0.96	0.62
3	3.20*	6.51	-0.00	0.61	6.51	-0.00	0.61
3	5.00	0.00	-7.22	0.00	0.00	-7.22	0.00

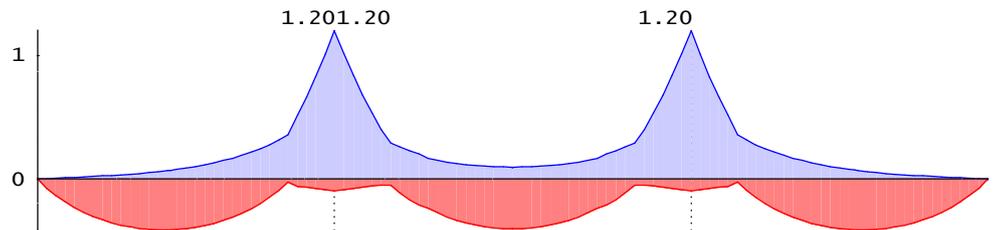
Нагружение 2
M = 1 :128

огibaющая моментов $M_{y пр}$ [кНм]

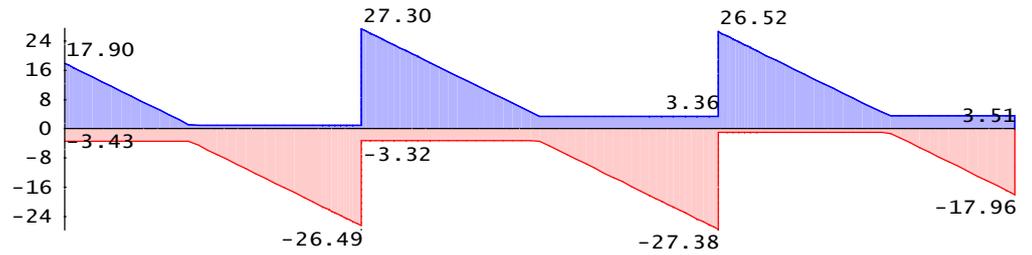


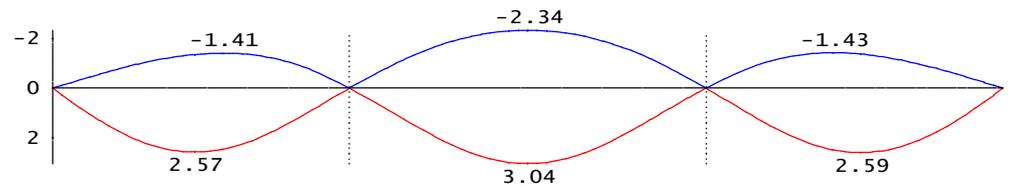
Нагружение 2
M = 1 :128

Бимоменты B, соответствующие моментам $M_{y пр}$ [кНм²]



Нагружение 2
 М = 1 :128

 огибающая поперечных сил $Q_{y\text{пр}}$ [кН]

 Нагружение 2
 М = 1 :128

 огибающая прогибов $f_{y\text{пр}}$ [мм]


Нагружение 2

Пролет	х [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	17.90	0.00	0.00	-3.43	0.00
1	2.24*	20.03	0.98	2.56	-7.68	-4.41	-1.32
1	2.39*	19.91	0.96	2.57	-8.21	-5.64	-1.36
1	2.87*	18.43	0.96	2.45	-9.84	-9.42	-1.41
1	5.00	4.82	0.96	0.00	-32.48	-26.50	0.00
2	0.00	4.82	27.30	0.00	-32.48	-3.32	0.00
2	2.99*	18.65	3.42	3.03	-10.35	-3.38	-2.34
2	3.00*	18.65	3.40	3.04	-10.35	-3.38	-2.34
2	3.00*	18.65	3.36	3.04	-10.35	-3.40	-2.34
2	6.00	4.87	3.36	0.00	-32.61	-27.38	0.00
3	0.00	4.87	26.52	0.00	-32.61	-0.97	0.00
3	2.14*	18.64	9.37	2.48	-10.02	-0.97	-1.43
3	2.60*	20.04	5.70	2.59	-8.41	-0.97	-1.38
3	2.76*	20.16	4.49	2.58	-7.88	-0.98	-1.34
3	5.00	0.00	3.51	0.00	0.00	-17.96	0.00

Реакции опор

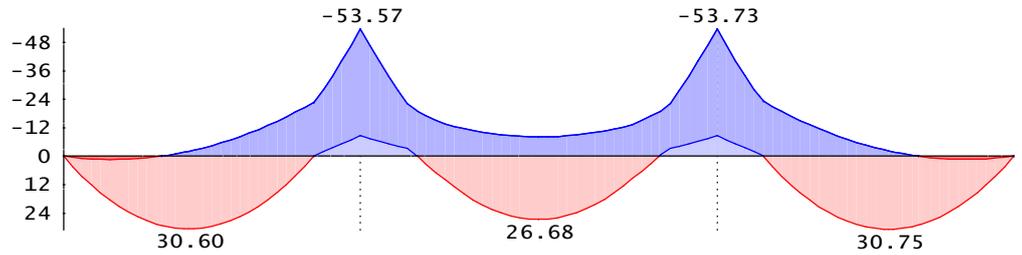
Нагружение	опора	max		min	
		[кН]		[кН]	
1	A	7.22	7.22		
	B	24.78	24.78		
	C	24.78	24.78		
	D	7.22	7.22		
2	A	17.90	-3.43		
	B	53.80	-4.28		
	C	53.90	-4.34		
	D	17.96	-3.51		

PCU

Сочетания усилий согласно СП 20.13330.2016

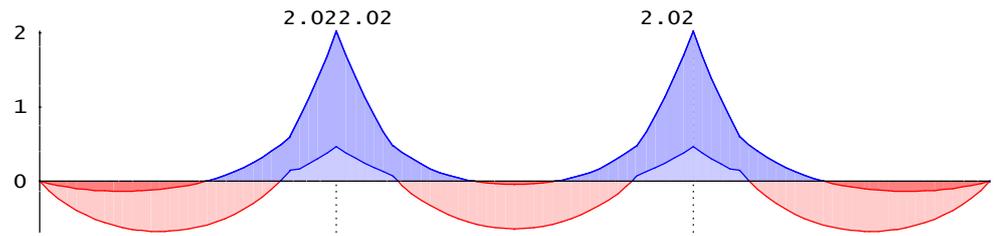
Момент М [кНм]
М = 1 :128

основные сочетания усилий



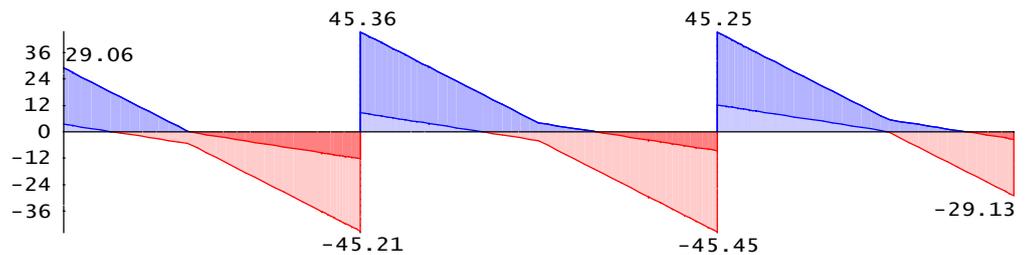
Бимомент B_w
М = 1 :128

соответствующий моментам М основных РСУ [кНм²]



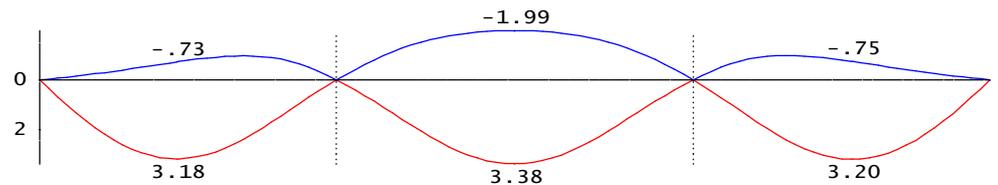
Попер. сила Q [кН]
М = 1 :128

основные сочетания усилий



Прогибы [мм]
М = 1 :128

основные сочетания усилий



Расчетные сочетания усилий и перемещений

Пролет	х [м]	max			min		
		M_{PCU} [кНм]	Q_{PCU} [кН]	w_{PCU} [мм]	M_{PCU} [кНм]	Q_{PCU} [кН]	w_{PCU} [мм]
1	0.00	0.00	29.06	0.00	0.00	3.46	0.00
1	2.11*	30.60	0.14	3.14	-2.02	-5.52	-0.66
1	2.31*	30.28	-0.97	3.18	-3.22	-8.10	-0.73
1	5.00	-8.82	-12.26	0.00	-53.57	-45.21	0.00
2	0.00	-8.82	-12.26	0.00	-53.57	-45.21	0.00
2	2.99*	26.68	4.11	3.38	-8.12	-4.03	-1.99
2	3.00*	26.68	4.08	3.38	-8.12	-4.04	-1.99
2	6.00	-8.76	-8.56	0.00	-53.74	-45.46	0.00
3	0.00	-8.76	-8.56	0.00	-53.74	-45.46	0.00
3	2.69*	30.44	8.18	3.20	-3.45	0.97	-0.75
3	2.89*	30.75	5.67	3.17	-2.24	-0.17	-0.68
3	5.00	0.00	-3.37	0.00	0.00	-29.13	0.00

Сочетания
реакций в опорах

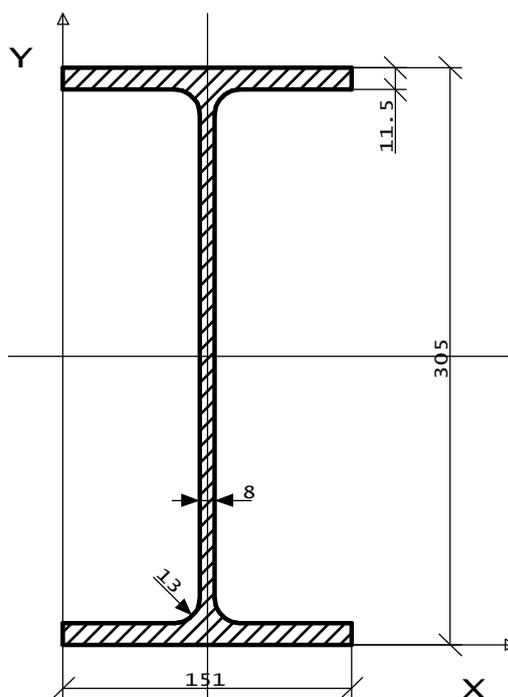
Сочетание	опора	max [кН]	min [кН]
основные РСУ	A	29.06	3.46
	B	90.58	20.88
	C	90.70	20.81
	D	29.13	3.37

Сечение балки

Профиль 30Б3

М = 1 : 4

двутавр балочный, ГОСТ Р 57837-2017



Параметры сечения

высота	$h = 305\text{мм}$	ширина	$b = 151\text{мм}$
толщ.полки	$t = 11.5\text{мм}$	толщ.стенки	$t_w = 8.0\text{мм}$
площадь	$A = 58.7\text{см}^2$	мом.инерции	$I_x = 9255\text{см}^4$
ст.момент	$S_x = 344\text{см}^3$	мом.инерции	$I_y = 661.9\text{см}^4$
св.круч.	$I_t = 23.0\text{см}^4$	сект.момент	$I_\omega = 1.405e5\text{см}^6$
мом.сопр.	$W = 607\text{см}^3$	сект.плещ.	$\omega = 114.3\text{см}^2$

Материал балки

сталь С 275, С275 ГОСТ 27772-88

мод.упруг.	$E = 206\text{ ГПа}$	мод.сдвига	$G = 79.2\text{ ГПа}$
сопр.изг.	$R_y = 270\text{ МПа}$	сопр.сдвигу	$R_s = 157\text{ МПа}$

Результаты расчета

Критические РСУ

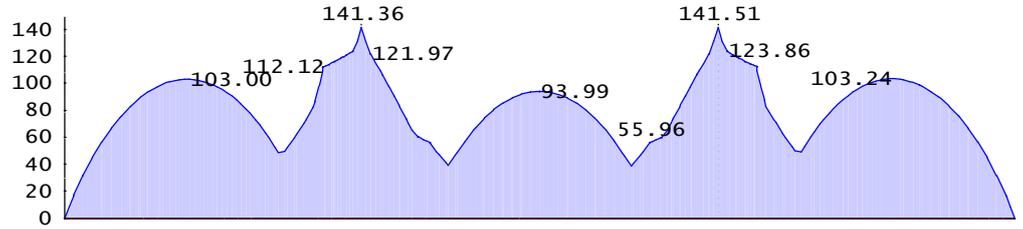
 балки 1 класса по СП 16.13330.2017, $\gamma_c = 1.00$

N	нагр	коэф.	пролеты	N	нагр	коэф.	пролеты
1	1	1.05	123	2	1	1.05	123
	2	1.20	23	2	2	1.20	13

Расчет на прочность макс. момент $M = 53.7\text{кНм}$ в опоре С при РСУ N 1
условие (43) $(V \cdot \omega / I_\omega + M / W) / (R_y \cdot \gamma_c) = 0.52$ условие выполнено

Напряжения
M = 1 :128

нормальные sigma_x [МПа]

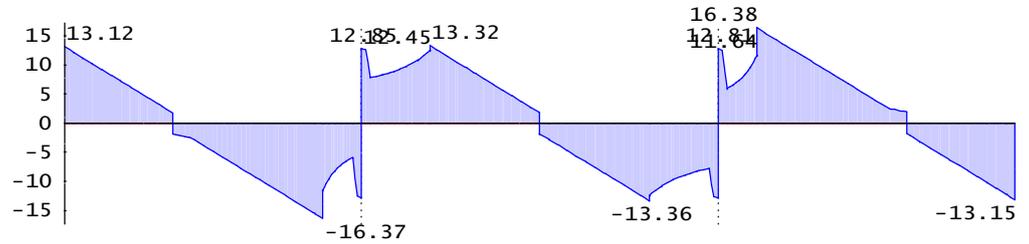


условие (42)

макс.поп.сила $Q = 36.3\text{кН}$ достигается в пролете 3
при РСУ N 1 в сечении с координатой $x = 0.65\text{м}$
 $Q*S/(I*t_w*R_s*\gamma_c) = 0.10$ условие выполнено

Напряжения
M = 1 :128

касательные tau_xy [МПа]

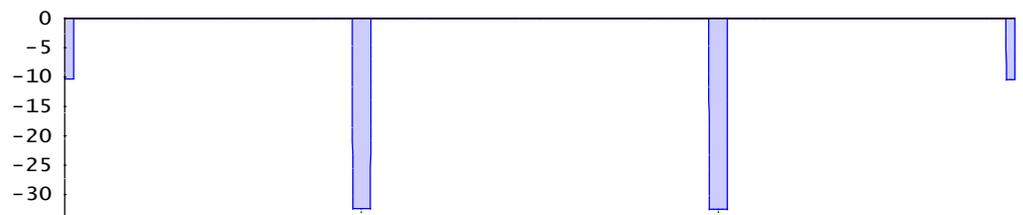


условие (46)

макс.лок.нагр. $Q = 260\text{кН/м}$ в опоре С при РСУ N 1
 $\sigma_{loc}/(R_y*\gamma_c) = 0.12$ условие выполнено

Напряжения
M = 1 :128

локальные sigma_loc [МПа]

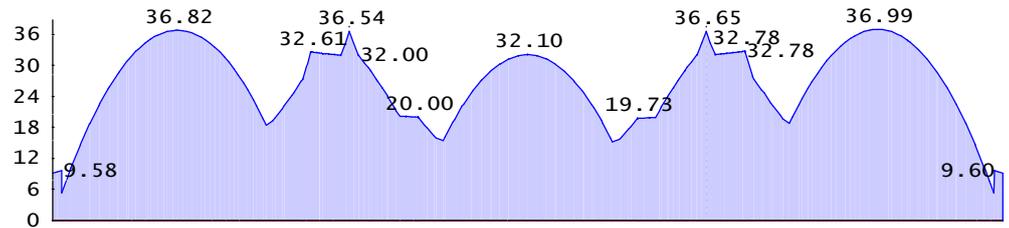


условие (44)

макс. эквивал. напряжения достигаются в пролете 3
при РСУ N 2 в сечении с координатой $x = 2.89\text{м}$
 $\sigma_x = -43\text{МПа}$ $\sigma_y = -0\text{МПа}$ $\tau_{xy} = -0\text{МПа}$
 $\sigma_{экв}*0.87/(R_y*\gamma_c) = 0.14$ условие выполнено

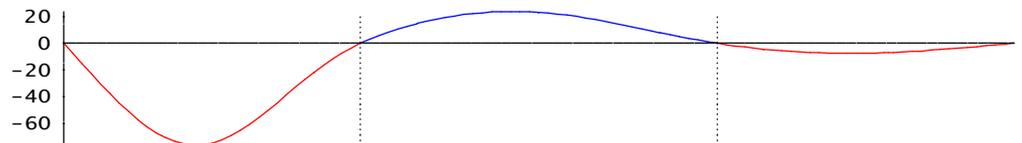
Напряжения
M = 1 :128

эквивалентные sigma_эkv [МПа]



Устойчивость балки наиболее опасное РСУ N 1 макс.момент M = 53.7кНм
критический момент M = 180кНм
коэффиц. $\psi = 6.84$ коэф.устойч. $\varphi_b = 0.88$
условие (70) $(M / (\varphi_b * W_c) + B / W_\omega) / (R_y * \gamma_c) = 0.98$ условие выполнено

Форма потери устойчивости [условные единицы]
M = 1 :128



Расчет выполнен модулем t325 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт