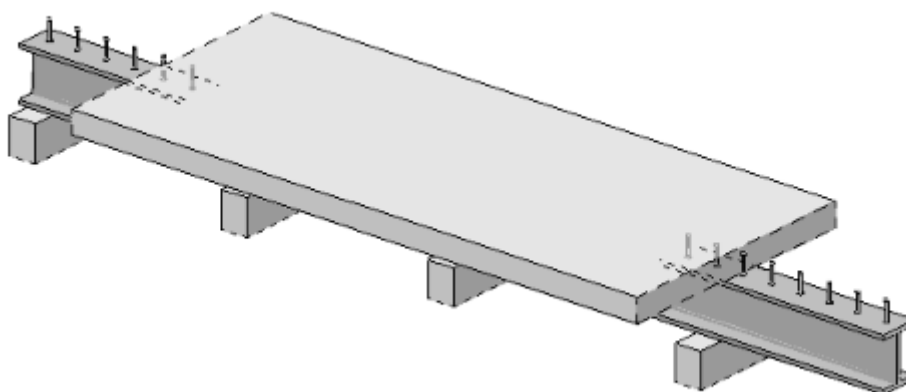


## t310 - Сталежелезобетонная балка



Программа предназначена для проектирования и расчёта многопролетной композитной балки, состоящей из стального двугавра и железобетонной плиты, согласно СП 266.1325800.2016.

Возможно задание шарниров, консолей, стоек, упругих опор, частичного или полного защемления крайних опор.. Могут задаваться распределённые и сосредоточенные нагрузки, а также температурные воздействия и осадки опор.

Расчётные сочетания усилий определяются автоматически, согласно СП 20.13330.2016.

Возможен расчет с перераспределением усилий за счет образования частичных шарниров на промежуточных опорах.

Возможен расчет с учётом сдвига между ж/б плитой и стальной балкой методами механики многослойных конструкций.

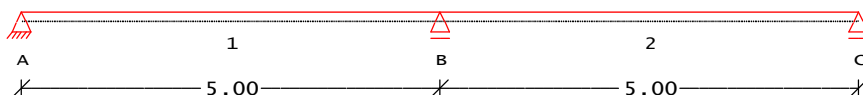
Продольная арматура определяются на основе расчетов по прочности и трещиностойкости.

При конструировании продольной арматуры подбираются диаметры продольных стержней и шаг их расположения в железобетонной плите.

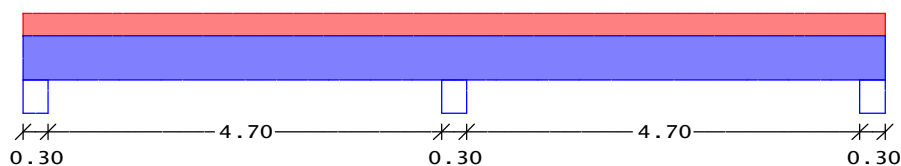
Производится расчет соединения стальной балки с железобетонной плитой с определением количества и шага расположения гибких упоров.

**Расчётная схема**

М = 1 : 90



М = 1 : 90


**Размеры**

Пролёт опора	l [м]	b <sub>п</sub> [см]	h <sub>п</sub> [см]	b <sub>р</sub> [см]	h <sub>р</sub> [см]	EI [кН*м <sup>2</sup> ]
1	5.00	122.2	20.0	0.0	0.0	223514
2	5.00	122.2	20.0	0.0	0.0	223514
A		95.7	20.0	0.0	0.0	209816
B		78.5	20.0	0.0	0.0	198853
C		95.7	20.0	0.0	0.0	209816

**Опоры**

Опора	t [см]	Опора	t [см]
A	30.0	B	30.0
C	30.0		

Модуль упругости бетона E = 30000.0 МПа

**Воздействия**

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

**Характеристики  
воздействий**

№	γ <sub>f</sub>	k <sub>1</sub>	учет С О	группа несоч.	знак	распред по прол
1	1.10					
2	1.30	0.35				неблаг.

учет С - кратковр. нагрузка учитывают в сейсм. РСН  
учет О - кратковр. нагрузка учитывают в особом РСН

**Нагружение**

 Нагружение 1 постоянные нагрузки γ<sub>f</sub> = 1.10

N.	Пролёт опора	a [м]	s [м]	p <sub>л</sub> /P [кН/м, кН, кНм]	p <sub>п</sub> /M
Равномерн.	1	1-2		100.00	

Нагружение 2

 кратковременные нагрузки γ<sub>f</sub> = 1.30

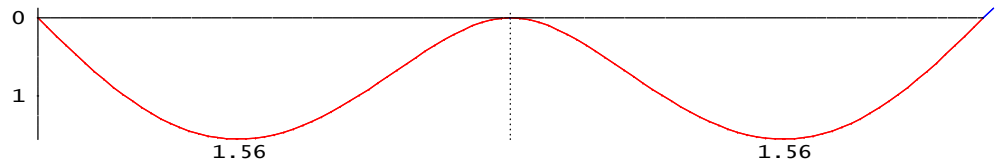
N.	Пролёт опора	a [м]	s [м]	p <sub>л</sub> /P [кН/м, кН, кНм]	p <sub>п</sub> /M
Равномерн.	1	1-2		50.00	

Усилия в сечении

по линейно упругой теории

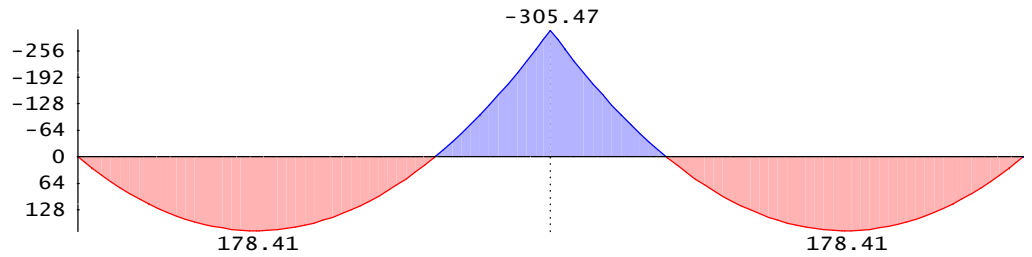
Нагружение 1  
M = 1 : 80

прогибы f<sub>упр</sub> [мм]



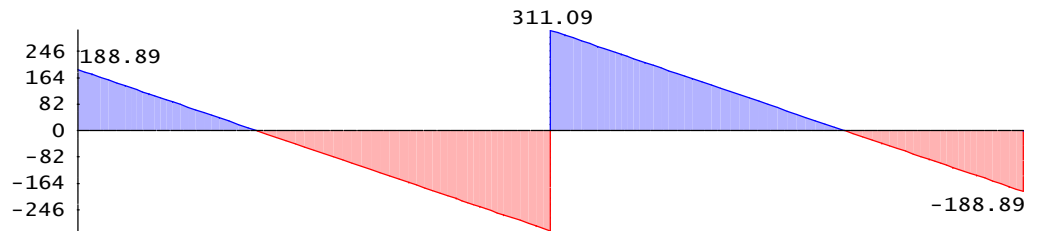
Нагружение 1  
M = 1 : 80

моменты M<sub>упр</sub> [кНм]



Нагружение 1  
M = 1 : 80

поперечные силы Q<sub>упр</sub> [кН]

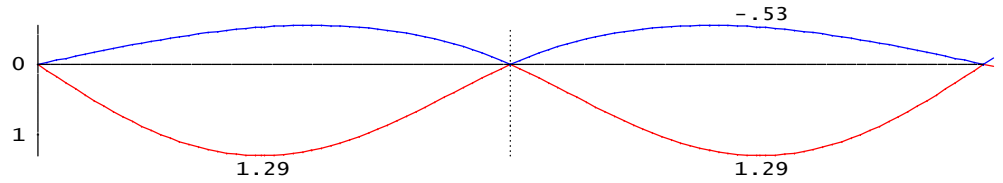


Нагружение 1

Пролёт	x [м]	max M <sub>упр</sub> [кНм]	min M <sub>упр</sub> [кНм]	max Q <sub>упр</sub> [кН]	min Q <sub>упр</sub> [кН]
1	0.00	0.00	0.00	188.90	188.90
	0.15	o 27.21	27.21	173.90	173.90
	1.25	157.94	157.94	63.90	63.90
	1.89	* 178.41	178.41	0.00	0.00
	2.50	159.75	159.75	-61.10	-61.10
	3.75	5.19	5.19	-186.10	-186.10
	4.85	o -259.96	-259.96	-296.10	-296.10
	5.00	-305.50	-305.50	-311.10	-311.10
	5.00	* -305.50	-305.50	-311.10	-311.10
2	0.00	-305.50	-305.50	311.10	311.10
	0.15	o -259.96	-259.96	296.10	296.10
	1.25	5.19	5.19	186.10	186.10
	2.50	159.75	159.75	61.10	61.10
	3.11	* 178.41	178.41	-0.00	-0.00
	3.75	157.94	157.94	-63.90	-63.90
	4.85	o 27.21	27.21	-173.90	-173.90
	5.00	0.00	0.00	-188.90	-188.90

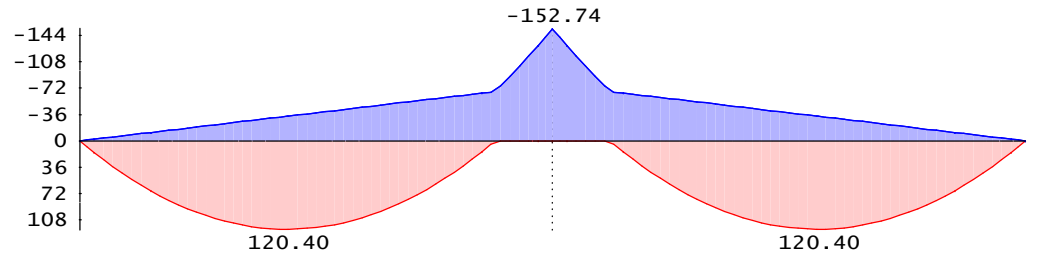
Нагрузка 2  
M = 1 : 80

огibaющая прогибов f<sub>упр</sub> [мм]



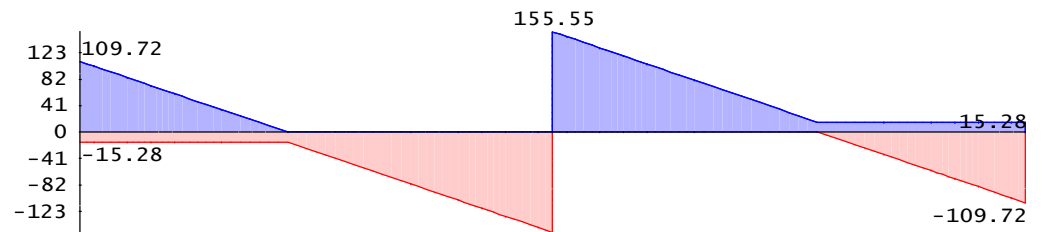
Нагрузка 2  
M = 1 : 80

огibaющая моментов M<sub>упр</sub> [кНм]



Нагрузка 2  
M = 1 : 80

огibaющая поперечных сил Q<sub>упр</sub> [кН]



Нагрузка 2

Пролёт	x [м]	max M <sub>упр</sub> [кНм]	min M <sub>упр</sub> [кНм]	max Q <sub>упр</sub> [кН]	min Q <sub>упр</sub> [кН]
1	0.00	0.00	-0.00	109.72	-15.28
	0.15 o	15.90	-2.29	102.22	-15.28
	1.25	98.06	-19.09	47.22	-15.28
	2.19 *	120.40	-33.52	0.26	-15.54
	2.50	118.06	-38.19	0.00	-30.55
	3.75	59.88	-57.28	0.00	-93.05
	4.85 o	0.00	-129.98	0.00	-148.05
	5.00	0.00	-152.75	0.00	-155.55
2	0.00	0.00	-152.75	155.55	0.00
	0.15 o	0.00	-129.98	148.05	0.00
	1.25	59.88	-57.28	93.05	0.00
	2.50	118.06	-38.19	30.55	0.00
	2.81 *	120.40	-33.52	15.54	-0.26
	3.75	98.06	-19.09	15.28	-47.22
	4.85 o	15.90	-2.29	15.28	-102.22
	5.00	0.00	-0.00	15.28	-109.72

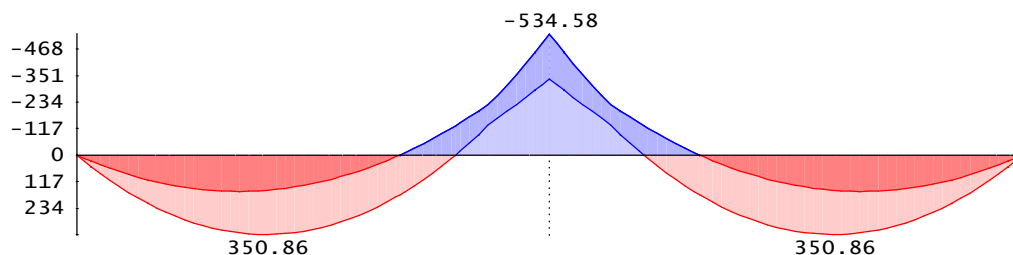
Реакции опор

Нагрузка	опора	max [кН]	min [кН]
1	A	188.90	188.90
	B	622.20	622.20
	C	188.90	188.90
2	A	109.72	-15.28
	B	311.10	0.00
	C	109.72	-15.28

**PCY**

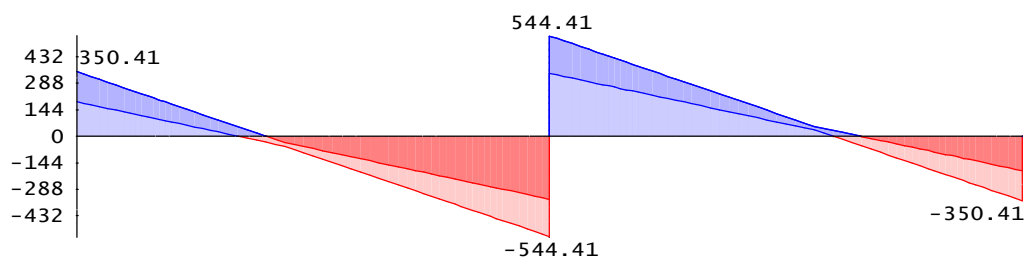
Момент M [кНм]

M = 1 : 80

 Сочетания усилий согласно СП 20.13330.2016  
 основные сочетания усилий


Попер. сила Q [кН] основные сочетания усилий

M = 1 : 80



Пролёт	x [м]	max M <sub>pcy</sub> [кНм]	min M <sub>pcy</sub> [кНм]	max Q <sub>pcy</sub> [кН]	min Q <sub>pcy</sub> [кН]
1	0.00	0.00	0.00	350.43	187.93
	0.15	50.60	26.95	324.18	171.43
	1.25	301.22	148.91	131.68	50.43
	2.00	350.86	155.78	-0.00	-32.34
	2.50	329.20	126.08	-67.21	-106.93
	3.75	83.55	-68.76	-204.71	-325.68
	4.85	-285.96	-454.94	-325.71	-518.18
5.00	-336.05	-534.62	-342.21	-544.42	
2	0.00	-336.05	-534.62	544.42	342.21
	0.15	-285.96	-454.94	518.18	325.71
	1.25	83.55	-68.76	325.68	204.71
	2.50	329.20	126.08	106.93	67.21
	3.00	350.86	155.78	32.34	0.00
	3.75	301.22	148.91	-50.43	-131.68
	4.85	50.60	26.95	-171.43	-324.18
5.00	0.00	0.00	-187.93	-350.43	

Сочетания реакций в опорах

Сочетание	опора	max [кН]	min [кН]
основные PCY	A	350.43	187.93
	B	1088.85	684.42
	C	350.43	187.93

**Расчёт по прочности**

По СП 63.13330.2018 с использованием трехлинейной диаграммы состояния бетона и СП 20.13330.2016.

Бетон В 25 (тяжелый).

Арматурная сталь А500.

Коэффициент условий работы бетона

 $\gamma_b = 0.90$ 

Профиль: сварной двутавр

 $h = 400$  мм

 $b = 200$  мм

 $t = 14$  мм

 $s = 12$  мм

Сталь С 275

Нижняя арматура

Пролёт	х	М	h <sub>0</sub>	d	s/n	A <sub>s</sub>	M <sub>пред</sub>
	[м]	[кНм]	[мм]	[мм]	[мм]	[см <sup>2</sup> ]	[кНм]
1 п	2.00	351	179	12	295	4.5	733
2 п	3.00	351	179	12	295	4.5	733

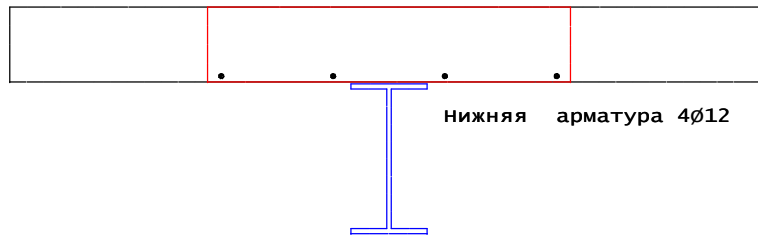
Верхняя арматура

Опора	х	l	М	h <sub>0</sub>	d	s	A <sub>s</sub>	M <sub>пред</sub>
	[м]	[м]	[кНм]	[мм]	[мм]	[мм]	[см <sup>2</sup> ]	[кНм]
В	-1.88	3.75	535	179	12	68	12.4	557

Длина стержней приведена с учетом анкеровки.

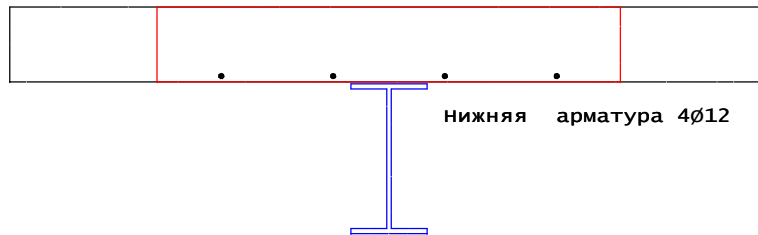
Опора А  
М = 1 : 20

схема армирования сечения



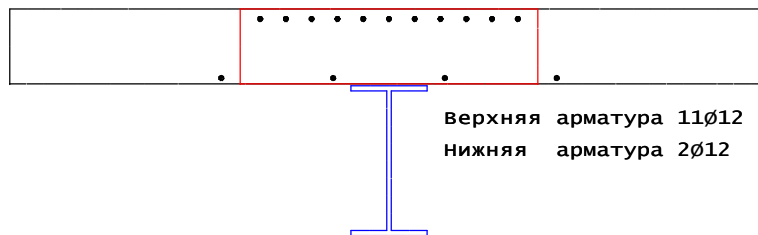
Пролет 1  
М = 1 : 20

схема армирования сечения с координатой х = 2.00



Опора В  
М = 1 : 20

схема армирования сечения



Пролет 2  
 М = 1 : 20

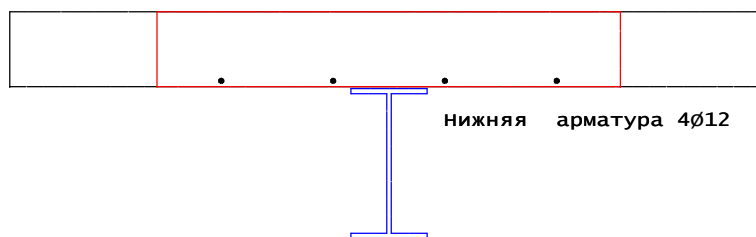
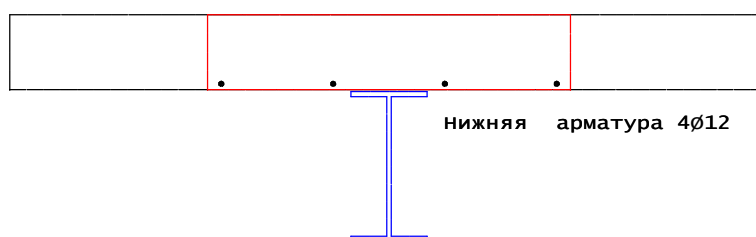
 схема армирования сечения с координатой  $x = 3.00$ 

 Опора С  
 М = 1 : 20

схема армирования сечения



Проверка прочности

Коорд. x [м]	Усилия		Плита		Профиль	Кoeff. использ.	
	$M_y$ [кНм]	$Q_z$ [кН]	M [кНм]	N [кН]	M [кНм]	нор.	кас.
0.00	0.0	350.4	-0.0	0.0	-0.0	0.00	0.52
1.25	301.2	131.7	30.3	661.8	72.4	0.41	0.20
2.00	350.9	-32.3	35.3	770.8	84.3	0.48	0.05
2.50	329.2	-106.9	33.1	723.2	79.1	0.45	0.16
3.75	-68.8	-325.7	-13.3	-76.5	-41.7	0.12	0.49
5.00	-534.6	-544.4	-131.6	-594.9	-317.7	0.96	0.81
-----							
5.00	-534.6	544.4	-131.6	-594.9	-317.7	0.96	0.81
6.25	-68.8	325.7	-13.3	-76.5	-41.7	0.12	0.49
7.50	329.2	106.9	33.1	723.2	79.1	0.45	0.16
8.00	350.9	32.3	35.3	770.8	84.3	0.48	0.05
8.75	301.2	-131.7	30.3	661.8	72.4	0.41	0.20
10.00	0.0	-350.4	-0.0	0.0	-0.0	0.00	0.52

Трещиностойкость

 Предельно допустимая ширина раскрытия трещин принимается из условия обеспечения сохранности арматуры  
 $a_{crs1} = 0.40 \text{ мм}$   $a_{crs2} = 0.30 \text{ мм}$ 

Нормальные трещины

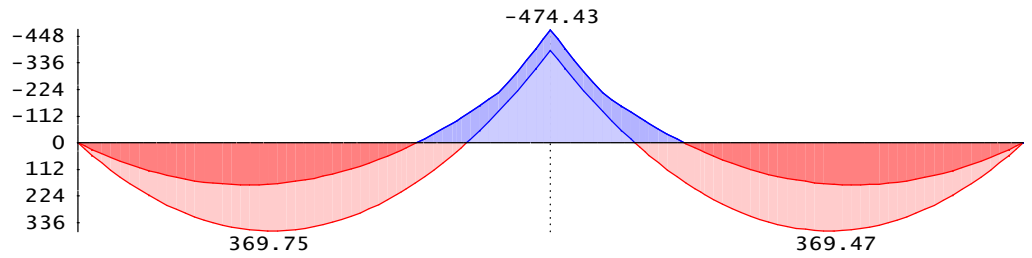
Пролет опора	x [м]	Образование		Продолжительные		Непрод. $a_{crs1}$ [мм]
		M [кНм]	$M_{crs}$ [кНм]	M [кНм]	$a_{crs2}$ [мм]	
1	2.00	297.2	726.5	219.8	0.000	0.000
2	3.00	297.2	726.5	219.8	0.000	0.000
В		458.2	112.4	359.0	0.275	0.347

Усилия и прогибы

с учетом проскальзывания между плитой и профилем

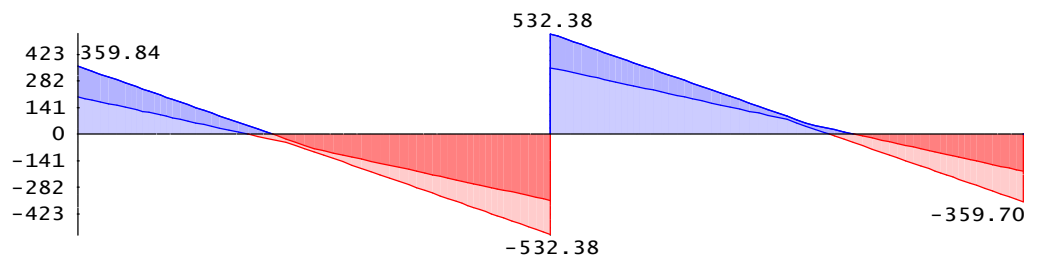
Момент М [кНм]  
М = 1 : 80

основные сочетания усилий



Попер. сила Q [кН]  
М = 1 : 80

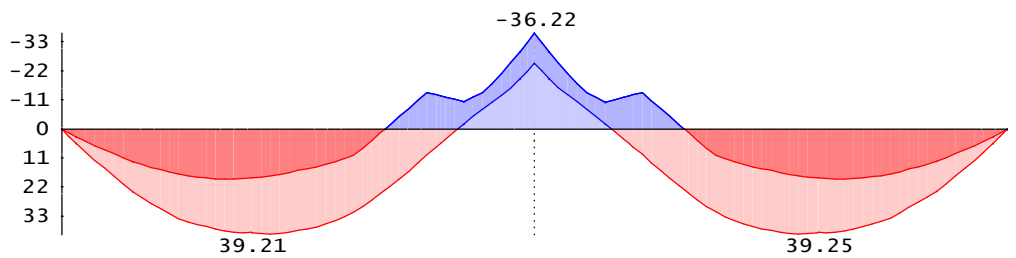
основные сочетания усилий



Пролёт	x [м]	max M <sub>рсу</sub> [кНм]	min M <sub>рсу</sub> [кНм]	max Q <sub>рсу</sub> [кН]	min Q <sub>рсу</sub> [кН]
1	0.00	0.00	0.00	359.86	197.22
	0.15	52.01	28.35	333.61	180.72
	1.25	313.11	160.59	141.11	59.72
	2.00	369.75	174.39	9.43	-23.05
	2.50	352.78	149.31	-77.64	-94.90
	3.75	119.01	-33.85	-215.28	-313.65
2	4.85	-312.89	-396.59	-336.28	-506.15
	5.00	-388.19	-474.47	-352.78	-532.39
	0.00	-388.19	-474.47	532.39	352.64
	0.15	-313.57	-396.59	506.15	336.14
	1.25	118.49	-33.33	313.65	215.14
	2.50	352.43	149.65	94.90	77.64
	3.00	369.47	174.67	22.91	-9.29
	3.75	312.93	160.76	-59.86	-140.97
	4.85	51.99	28.37	-180.86	-333.47
	5.00	0.00	0.00	-197.36	-359.72

Момент в плите [кНм]  
М = 1 : 80

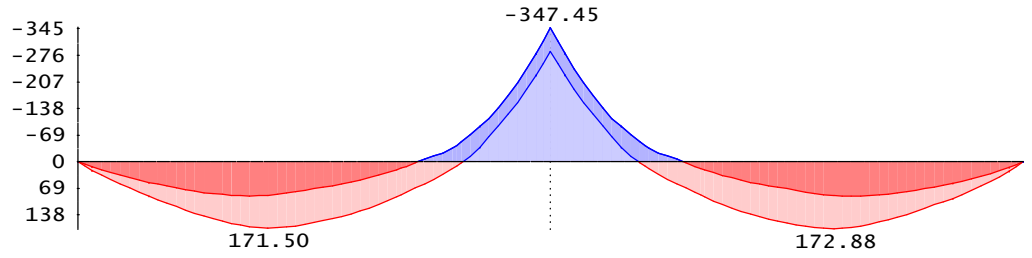
основные сочетания усилий



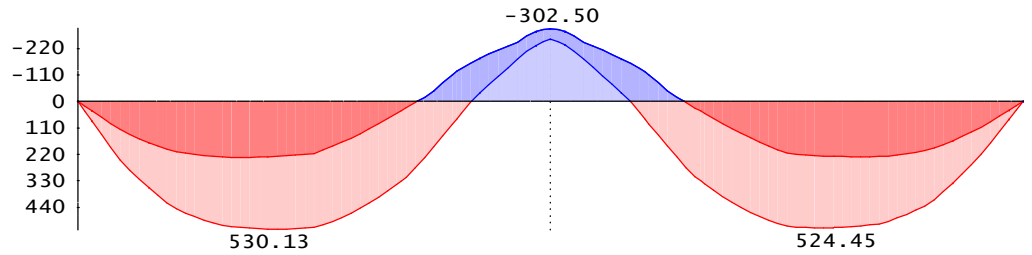
mb-Viewer версия 2021 - Copyright 2020 - mb AEC Software GmbH



Момент в проф. [кНм] основные сочетания усилий  
 М = 1 : 80

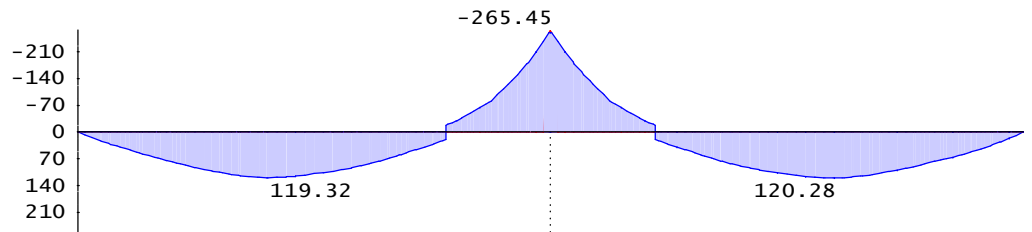


Сила в плите [кН] основные сочетания усилий  
 М = 1 : 80



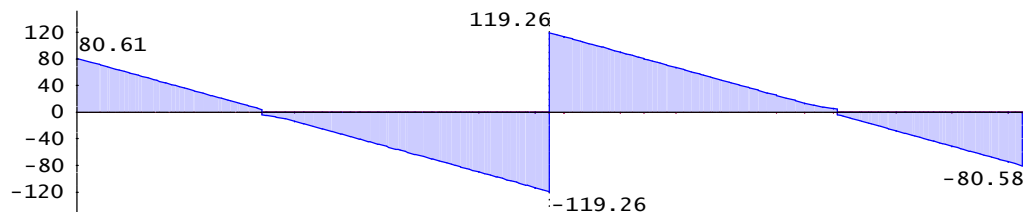
Про- лет	х [м]	плита				профиль	
		Mmax [кНм]	Mmin [кНм]	Nmax [кН]	Nmin [кН]	Mmax [кНм]	Mmin [кНм]
1	0.00	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0	0
	1.25	34.3	17.3	-221.8	-481.1	135	77
	2.00*	39.2	18.5	-230.5	-530.1	171	87
	2.50	38.5	15.7	-216.8	-524.4	157	69
	3.75	13.5	-10.4	39.7	-194.7	47	-15
	5.00	-24.8	-36.2	302.5	257.7	-286	-347
2	0.00	-24.8	-36.2	302.5	257.7	-286	-347
	1.25	13.4	-10.3	39.2	-193.1	47	-15
	2.50	38.5	15.7	-215.4	-519.7	158	69
	3.00*	39.3	18.5	-228.5	-524.4	173	88
	3.75	34.1	17.2	-218.0	-471.6	137	78
	5.00	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0	0

Напряжения нормальные sigma\_x [МПа] - М / ( cх \* beta \* W )  
 М = 1 : 80



Напряжения  
M = 1 : 80

касательные tau\_xy [МПа] - Q / Aw

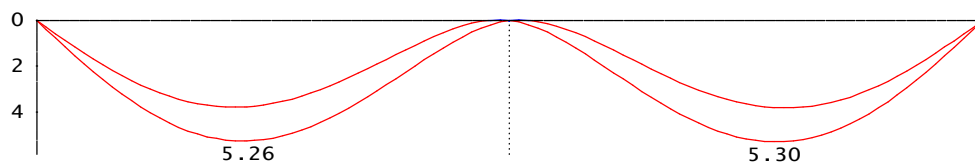


Проверка прочности

Пролет опора	Плита			Профиль			
	M [кНм]	N [кН]	$\eta_p$	M [кНм]	Q [кН]	$\eta_\sigma$	$\eta_\tau$
A	-0.0	0.0	0.00	-0.0	359.9	0.00	0.53
1	39.2	-530.1	0.43	171.5	9.4	0.55	0.03
<b>B</b>	<b>-36.2</b>	<b>302.5</b>	<b>0.69</b>	<b>-347.5</b>	<b>-532.4</b>	<b>1.02</b>	<b>0.79</b>
2	39.3	-524.4	0.43	172.9	-9.3	0.55	0.03
C	0.0	-0.0	0.00	0.0	-359.7	0.00	0.53

**\* ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ \*** Не выполняется условие прочности.

Прогибы [мм]  
M = 1 : 80



Прогибы

Пролет	x [м]	w <sub>0</sub> [мм]	M [кНм]	1000/r [1/м]	w <sub>1</sub> [мм]	w [мм]
1	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
1	1.25	0.00	198.4	2.19	4.16	4.16
1	2.22*	0.00	226.2	2.56	5.26	5.26
1	2.50	0.00	213.6	2.37	5.13	5.13
1	3.75	0.00	44.8	0.39	2.68	2.68
1	5.00	0.00	-307.3	-4.74	0.00	0.00
2	0.00	0.00	-307.4	-4.75	0.00	0.00
2	1.25	0.00	44.7	0.39	2.70	2.70
2	2.50	0.00	213.5	2.35	5.17	5.17
2	2.78*	0.00	226.2	2.58	5.30	5.30
2	3.75	0.00	198.4	2.21	4.19	4.19
2	5.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00

Соединение плиты

со стальным профилем с помощью гибких упоров диаметром 10мм и длиной 120мм по 3 упора в ряду. Расчетное сопротивление стали упоров  $R_y=200\text{МПа}$

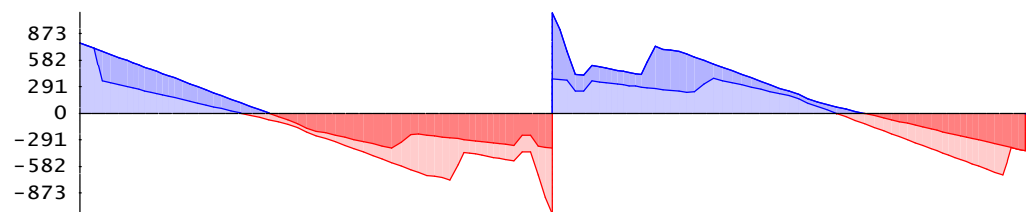
Пролет	x [м]	S [кН/м]	s [мм]	n	P [кН/м]
1	0.00	766.8	40	13	856.8
	0.52	570.0	60	7	571.2
	0.94	409.8	80	3	428.4
	1.18	317.7	100	1	342.7
	1.28	278.3	120	1	285.6
	1.40	231.6	140	1	244.8
	1.54	177.8	180	1	190.4
	1.72	108.6	300	1	114.2
	2.02	75.3	220	1	155.8
	2.24	136.9	160	1	214.2

	2.40	208.5	120	1	285.6
	2.52	251.6	100	2	342.7
	2.72	318.2	80	3	428.4
	2.96	410.1	60	7	571.2
	3.38	571.0	40	16	856.8
	4.02	519.6	60	13	571.2
	4.80	531.9	40	2	856.8
	4.88	775.0	20	6	1713.5
	5.00	361.3	20	5	1713.5
2	0.10	839.8	40	3	856.8
	0.22	473.6	60	1	571.2
	0.28	421.5	60	12	571.2
	1.00	563.2	40	16	856.8
	1.64	563.3	60	6	571.2
	2.00	425.5	80	3	428.4
	2.24	333.6	100	2	342.7
	2.44	262.0	120	1	285.6
	2.56	223.7	140	1	244.8
	2.70	158.0	200	1	171.4
	2.90	94.6	340	1	100.8
	3.24	93.2	200	1	171.4
	3.44	170.1	140	1	244.8
	3.58	223.9	120	1	285.6
	3.70	270.4	100	1	342.7
	3.80	309.8	80	3	428.4
	4.04	402.1	60	7	571.2
	4.46	562.4	40	9	856.8
	4.82	478.9	60	2	571.2

Общее количество гибких упоров 471 штука

Погонная сдвиг. сила  $S$  [кН/м], основные сочетания усилий

$M = 1 : 80$



Несущая способность гибких упоров  $P$  [кН/м]

$M = 1 : 80$

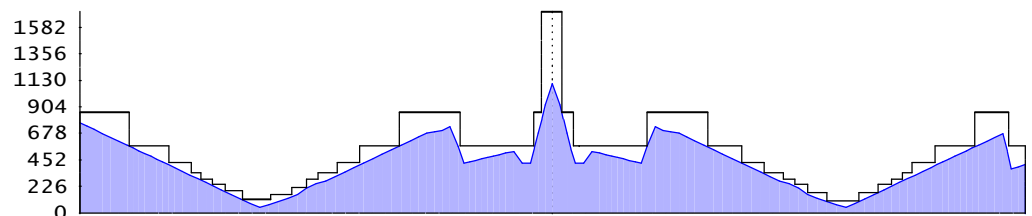
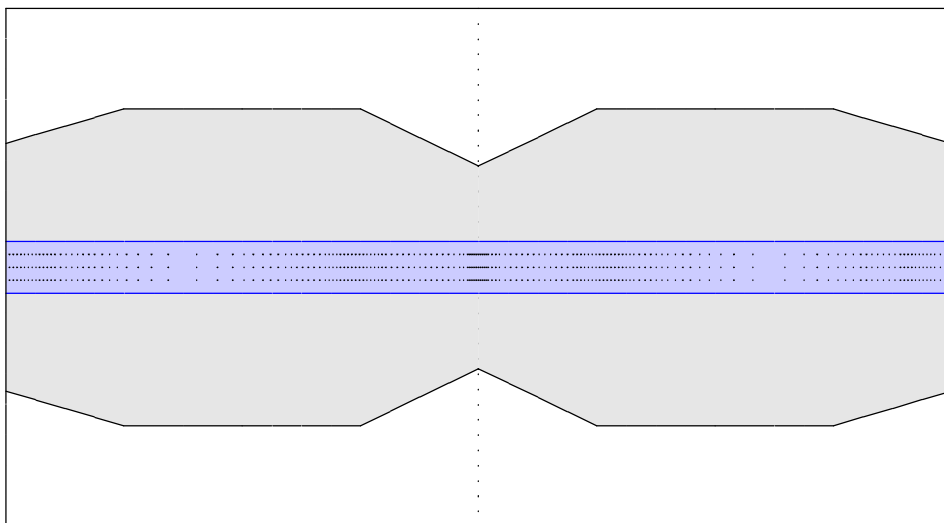


Схема установки  
М = 1 : 80

гибких упоров и эффективная ширина плиты



Расчет выполнен модулем t310 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт