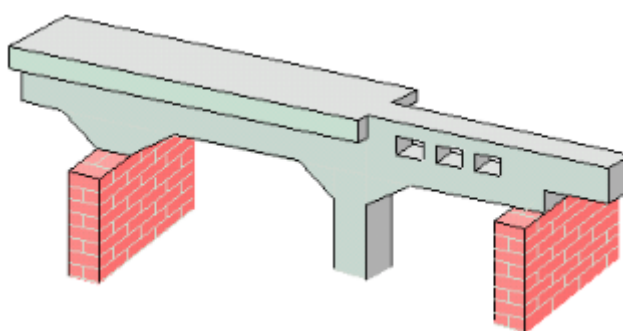


t301 - Железобетонная балка

с учетом продольной силы и крутящего момента



Программа предназначена для проектирования и расчёта многопролетной железобетонной балки по одному из следующих нормативных документов:

СНиП 2.03.01-84*, СП 52-101-03, СНБ 5.03.01-02.

Возможно задание шарниров, втулов, консолей. Предусмотрен расчёт балки как части ребристой плиты. Могут задаваться распределённые и сосредоточенные нагрузки, а также температурные воздействия и осадки опор. Для ветровых нагрузок задаются статическая и пульсационные составляющие, а для сейсмических – нагрузки от различных форм колебаний. Учитываются продольные усилия и крутящие моменты, которые задаются в виде внутренних силовых факторов.

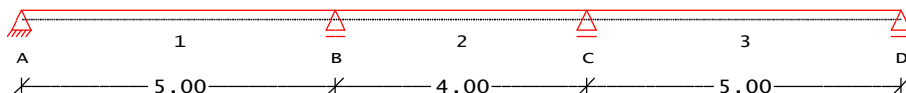
Расчётные сочетания усилий определяются автоматически, согласно следующим нормам:

СНиП 2.01.07-85, СНБ 5.03.01-02.

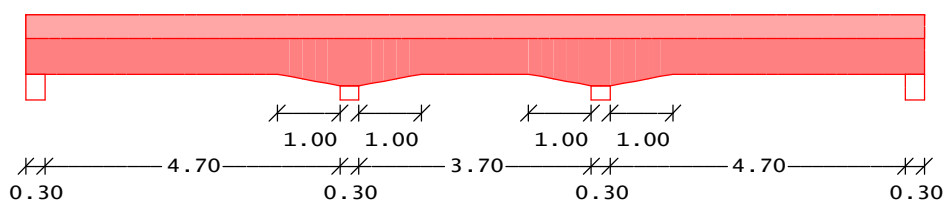
Продольная и поперечная арматура определяются на основе расчетов по предельным состояниям первой и второй групп. При конструировании продольной арматуры подбираются диаметры продольных стержней и определяются места их обрыва с учётом длин анкеровки. При конструировании поперечной арматуры определяется расположение хомутов.

Расчётная схема

М = 1 :120



М = 1 :120



Размеры

Пролёт	l [м]	x [м]	bf [см]	hf [см]	b [см]	h [см]	I [см ⁴]
1	5.00	0.00	230.0	20.0	30.0	50.0	691288
		3.85	230.0	20.0	30.0	50.0	691288
		5.00	230.0	20.0	30.0	60.0	1169885
2	4.00	0.00	230.0	20.0	30.0	60.0	1169885
		1.15	230.0	20.0	30.0	50.0	691288
		2.85	230.0	20.0	30.0	50.0	691288
		4.00	230.0	20.0	30.0	60.0	1169885
3	5.00	0.00	230.0	20.0	30.0	60.0	1169885
		1.15	230.0	20.0	30.0	50.0	691288
		5.00	230.0	20.0	30.0	50.0	691288

Опоры

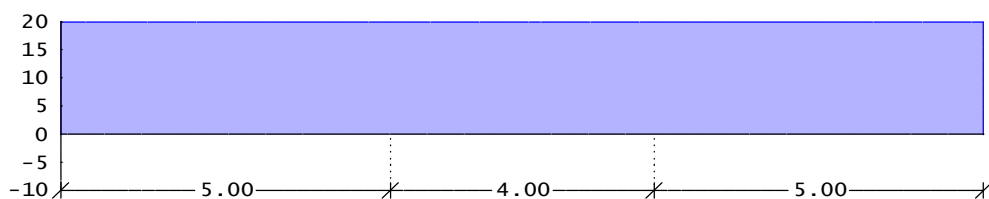
Опора	t [см]	Опора	t [см]
A	30.0	B	30.0
C	30.0	D	30.0

Модуль упругости бетона E = 30000.0 МПа

Нагружение

Нагружение 1
М = 1 :115

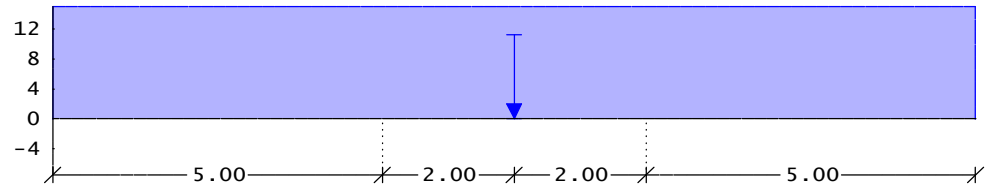
постоянные нагрузки $\gamma f = 1.10$



N.	Пролёт	a [м]	s [м]	рл/Р [кН/м, кН, кНм]	рп/М
Равномерн.	1	1-3		20.00	

Нагружение 2
M = 1 :115

Ветровая № 0, среднее значение $\gamma f = 1.25$



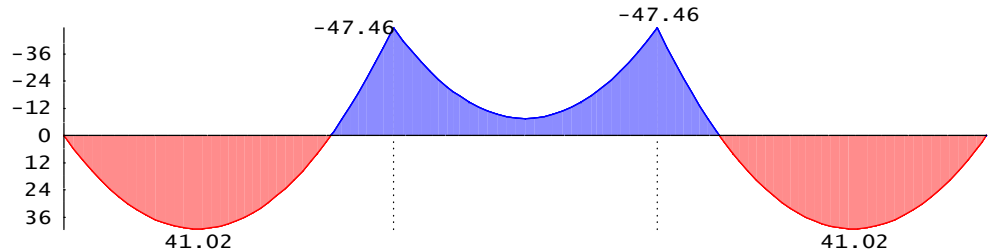
	N.	Пролёт опора	a [м]	s [м]	рл/Р [кН/м, кН, кНм]	рп/М
Равномерн.	1	1-3			15.00	
Сосредот.	1	2	2.00		100.00	

Усилия в сечении

по линейно упругой теории

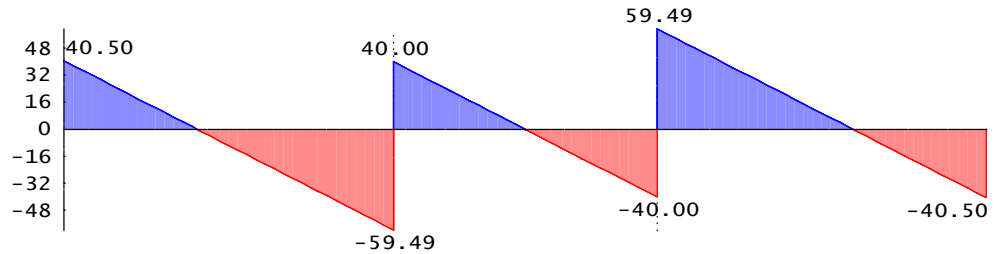
Нагружение 1
M = 1 :115

моменты M_{упр} [кНм]



Нагружение 1
M = 1 :115

поперечные силы Q_{упр} [кН]



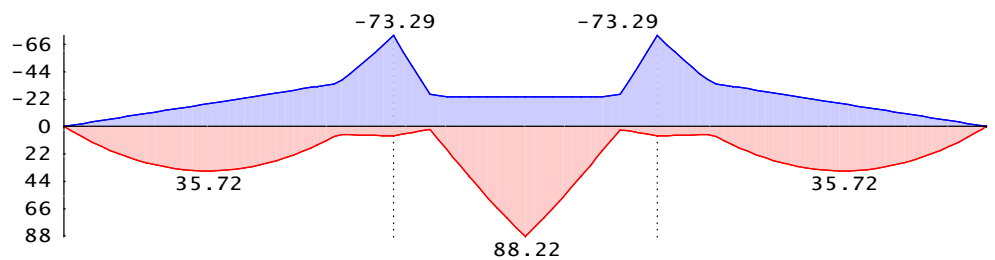
Нагружение 1

Пролёт	x [м]	max M _{упр} [кНм]	min M _{упр} [кНм]	max Q _{упр} [кН]	min Q _{упр} [кН]	
1	0.00	0.00	0.00	40.51	40.51	
	0.15	o	5.85	37.51	37.51	
	0.65	h0	22.10	27.51	27.51	
	1.25		35.01	15.51	15.51	
	2.03	*	41.02	41.02	-0.00	-0.00
	2.50		38.77	38.77	-9.49	-9.49
	3.75		11.27	11.27	-34.49	-34.49
	4.25	h0	-8.47	-8.47	-44.49	-44.49
	4.85	o	-38.77	-38.77	-56.49	-56.49
	5.00		-47.47	-47.47	-59.49	-59.49
2	0.00		-47.47	40.00	40.00	
	0.15	o	-41.69	37.00	37.00	
	0.75	h0	-23.09	25.00	25.00	
	1.00		-17.47	20.00	20.00	
	1.80	*	-7.87	4.00	4.00	
	2.00		-7.47	0.00	0.00	

	3.00		-17.47	-17.47	-20.00	-20.00
	3.25	h0	-23.09	-23.09	-25.00	-25.00
	3.85	o	-41.69	-41.69	-37.00	-37.00
	4.00		-47.47	-47.47	-40.00	-40.00
3	0.00		-47.47	-47.47	59.49	59.49
	0.15	o	-38.77	-38.77	56.49	56.49
	0.75	h0	-8.47	-8.47	44.49	44.49
	1.25		11.27	11.27	34.49	34.49
	2.50		38.77	38.77	9.49	9.49
	2.97	*	41.02	41.02	0.00	0.00
	3.75		35.01	35.01	-15.51	-15.51
	4.35	h0	22.10	22.10	-27.51	-27.51
	4.85	o	5.85	5.85	-37.51	-37.51
	5.00		0.00	0.00	-40.51	-40.51

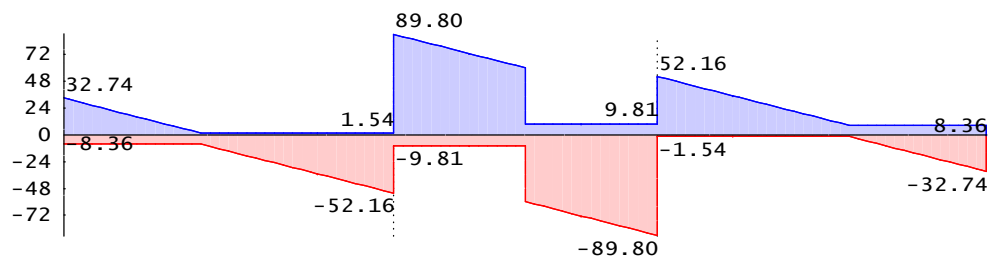
Нагружение 2
M = 1 :115

огibaющая моментов M_{упр} [кНм]



Нагружение 2
M = 1 :115

огibaющая поперечных сил Q_{упр} [кН]



Нагружение 2

Пролёт	x [м]		max M _{упр} [кНм]	min M _{упр} [кНм]	max Q _{упр} [кН]	min Q _{упр} [кН]
1	0.00		0.00	-0.00	32.74	-8.36
	0.15	o	4.74	-1.25	30.49	-8.36
	0.65	h0	18.11	-5.43	22.99	-8.36
	1.25		29.20	-10.44	13.99	-8.36
	2.18	*	35.72	-18.24	1.54	-9.90
	2.50		34.97	-20.89	1.54	-14.66
	3.75		17.30	-31.33	1.54	-33.41
	4.25	h0	6.55	-38.40	1.54	-40.91
	4.85	o	7.48	-65.64	1.54	-49.91
	5.00		7.71	-73.30	1.54	-52.16
2	0.00		7.71	-73.30	89.81	-9.81
	0.15	o	6.24	-60.00	87.56	-9.81
	0.75	h0	14.35	-24.16	78.56	-9.81
	1.00		30.72	-23.81	74.81	-9.81
	2.00	*	88.22	-23.81	59.81	-9.81
	3.00		30.72	-23.81	9.81	-74.81
	3.25	h0	14.35	-24.16	9.81	-78.56
	3.85	o	6.24	-60.00	9.81	-87.56
	4.00		7.71	-73.30	9.81	-89.81
3	0.00		7.71	-73.30	52.16	-1.54
	0.15	o	7.48	-65.64	49.91	-1.54

0.75	h0	6.55	-38.40	40.91	-1.54
1.25		17.30	-31.33	33.41	-1.54
2.50		34.97	-20.89	14.66	-1.54
2.82	*	35.72	-18.24	9.90	-1.54
3.75		29.20	-10.44	8.36	-13.99
4.35	h0	18.11	-5.43	8.36	-22.99
4.85	o	4.74	-1.25	8.36	-30.49
5.00		0.00	-0.00	8.36	-32.74

Реакции опор

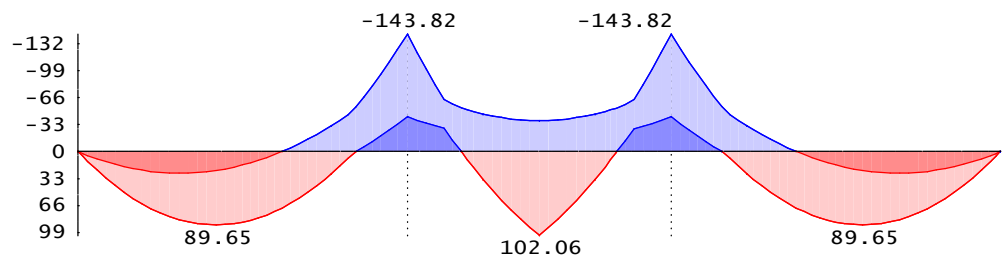
Нагружение	опора	max [кН]	min [кН]
1	A	40.51	40.51
	B	99.49	99.49
	C	99.49	99.49
	D	40.51	40.51
2	A	32.74	-8.36
	B	141.97	-11.35
	C	141.97	-11.35
	D	32.74	-8.36

PCY

Момент M [кНм]

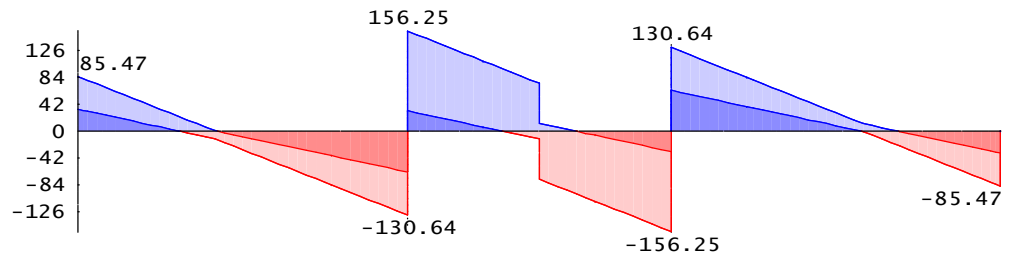
M = 1 :115

Сочетания усилий согласно СНиП 2.01.07-85
основные сочетания усилий



Попер. сила Q [кН] основные сочетания усилий

M = 1 :115



Пролёт	x [м]	max Mpcy [кНм]	min Mpcy [кНм]	max Qpcy [кН]	min Qpcy [кН]	
1	0.00	0.00	0.00	85.48	34.11	
	0.15	o	12.36	4.87	79.37	30.81
	0.65	h0	46.86	17.48	58.99	19.81
	1.25		75.01	25.45	34.54	6.61
	2.10	*	89.65	23.15	0.34	-12.37
	2.50		86.35	16.53	-8.52	-28.77
	3.75		34.02	-26.77	-36.02	-79.70
	4.25	h0	-1.16	-57.37	-47.02	-100.08
	4.85	o	-33.30	-124.70	-60.22	-124.53
	5.00		-42.58	-143.84	45.27	-50.26
2	0.00	-42.58	-143.84	47.47	-48.64	
	0.15	o	-38.07	-120.86	150.15	28.44
	0.75	h0	-7.35	-55.86	125.70	15.24
	1.00		19.19	-48.98	115.51	9.74

	2.00	*	102.06	-37.98	74.76	-12.26
	3.00		19.19	-48.98	-9.74	-115.51
	3.25	h0	-7.33	-55.88	-15.24	-125.70
	3.85	o	-38.07	-120.86	-28.44	-150.15
	4.00		-42.58	-143.84	48.64	-47.47
3	0.00		-42.58	-143.84	50.26	-45.27
	0.15	o	-33.30	-124.70	124.53	60.22
	0.75	h0	-1.16	-57.36	100.08	47.02
	1.25		34.02	-26.77	79.70	36.02
	2.50		86.35	16.53	28.77	8.52
	2.90	*	89.65	23.15	12.37	-0.34
	3.75		75.01	25.45	-6.61	-34.54
	4.35	h0	46.86	17.48	-19.81	-58.99
	4.85	o	12.36	4.87	-30.81	-79.37
	5.00		0.00	0.00	-34.11	-85.48

 Сочетания
реакций в опорах

Сочетание	опора	max [кН]	min [кН]
основные РСУ	A	85.48	34.11
	B	286.90	95.26
	C	286.90	95.26
	D	85.48	34.11

Существенные РСУ

N	наг. коэф.	наг. коэф.	наг. коэф.	наг. коэф.	наг. коэф.
1	1	1.10			
2	1	1.10	2	1.25	
3	1	1.10	2	1.25	
4	1	1.10	2	1.25	
5	1	1.10	2	1.25	
6	1	1.10	2	1.25	
7	1	1.10	2	1.25	

Нагруженные пролеты

РСУ	нагружение	1	2	3
2	2	*****		*****
3	2			*****
4	2		*****	*****
5	2		*****	
6	2	*****		
7	2	*****		

Расчёт по прочности

По СП 52-101-03 с использованием трехлинейной диаграммы состояния бетона и условия (3.2-56) СП 52-101-03 для расчета поперечной арматуры.
Бетон В 25 (тяжелый)

Арматурная сталь : продольная/хомуты А500/А240.

Защитный слой

Пролёт	аз н [мм]	аз в [мм]	аз б [мм]	а н [см]	а в [см]
1	23	23	15	2.9	2.9
2	23	23	15	2.9	2.9
3	23	23	15	2.9	2.9

Пролёт 1

x [м]	max M [кНм]	min M [кНм]	Asн(I) [см ²]	Asв(I) [см ²]	Asн [см ²]	Asв [см ²]	
0.00	0.0	0.0	1.41	0.00	1.41	0.00	
0.15	o	12.4	4.9	1.41	0.00	1.41	0.00
1.25		75.0	25.5	3.69	0.00	3.69	0.00
2.10	*	89.7	23.2	4.42	0.00	4.42	0.00
2.50		86.4	16.5	4.26	0.00	4.26	0.00
3.75		34.0	-26.8	1.67	1.41	1.67	1.41
4.85	o	-33.3	-124.7	0.00	5.31	0.00	5.31

5.00 -42.6 -143.8 0.00 6.18 0.00 6.18

x		c	Q	Qb	Qsw	Asw/s расч.	Asw/s макс.
[м]		[см]	[кН]	[кН]	[кН]	[см ² /м]	[см ² /м]
0.00							
0.15	o	141.3	21.8	66.8			
0.62	h0	141.3	2.9	66.8			
1.25		86.3	0.0	109.3			
2.50		94.9	0.0	99.4			
3.75		141.3	0.0	66.8			
4.28	h0	154.2	0.0	72.8			
4.85	o	171.3	0.0	80.9			
5.00							

Пролёт 2

x		max M	min M	AsH (I)	AsB (I)	AsH	AsB
[м]		[кНм]	[кНм]	[см ²]	[см ²]	[см ²]	[см ²]
0.00		-42.6	-143.8	0.00	6.18	0.00	6.18
0.15	o	-38.1	-120.9	0.00	5.13	0.00	5.13
1.00		19.2	-49.0	1.46	2.39	1.46	2.39
2.00	*	102.1	-38.0	5.04	1.91	5.04	1.91
3.00		19.2	-49.0	1.46	2.39	1.46	2.39
3.85	o	-38.1	-120.9	0.00	5.13	0.00	5.13
4.00		-42.6	-143.8	0.00	6.18	0.00	6.18

x		c	Q	Qb	Qsw	Asw/s расч.	Asw/s макс.
[м]		[см]	[кН]	[кН]	[кН]	[см ² /м]	[см ² /м]
0.00							
0.15	o	171.3	80.3	80.9			
0.72	h0	154.2	6.5	72.8			
1.00		145.8	2.2	68.9			
2.00		55.7	0.0	169.3			
3.00		145.8	0.0	68.9			
3.28	h0	154.2	0.0	72.8			
3.85	o	171.3	0.0	80.9			
4.00							

Пролёт 3

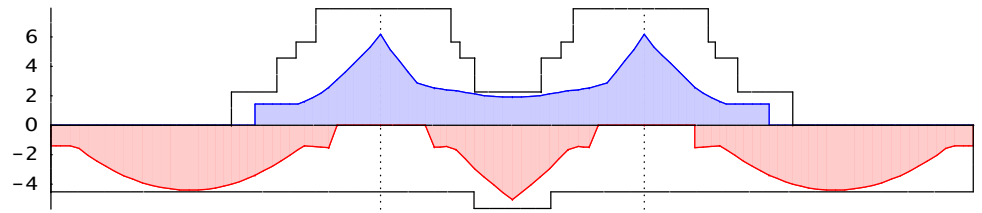
x		max M	min M	AsH (I)	AsB (I)	AsH	AsB
[м]		[кНм]	[кНм]	[см ²]	[см ²]	[см ²]	[см ²]
0.00		-42.6	-143.8	0.00	6.18	0.00	6.18
0.15	o	-33.3	-124.7	0.00	5.31	0.00	5.31
1.25		34.0	-26.8	1.67	1.41	1.67	1.41
2.50		86.4	16.5	4.26	0.00	4.26	0.00
2.90	*	89.7	23.2	4.42	0.00	4.42	0.00
3.75		75.0	25.5	3.69	0.00	3.69	0.00
4.85	o	12.4	4.9	1.41	0.00	1.41	0.00
5.00		0.0	0.0	1.41	0.00	1.41	0.00

x		c	Q	Qb	Qsw	Asw/s расч.	Asw/s макс.
[м]		[см]	[кН]	[кН]	[кН]	[см ² /м]	[см ² /м]
0.00							
0.15	o	171.3	54.7	80.9			
0.72	h0	154.2	38.4	72.8			
1.25		141.3	22.1	66.8			
2.50		94.9	0.0	99.4			
3.75		86.3	0.0	109.3			
4.38	h0	141.3	0.0	66.8			
4.85	o	141.3	0.0	66.8			
5.00							

Констр. арматуры

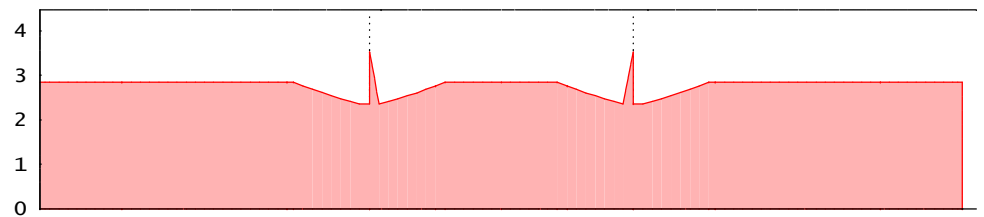
A_s [см²]
 $M = 1 : 115$

Продольная арматура



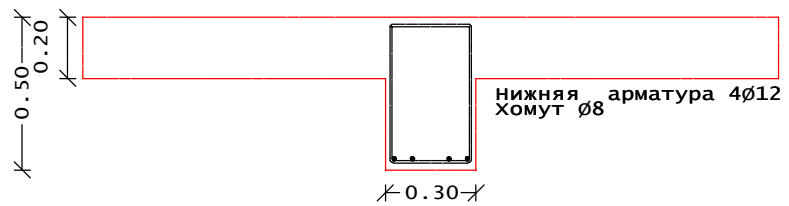
A_{sw}/s [см²/м]
 $M = 1 : 115$

Поперечная арматура



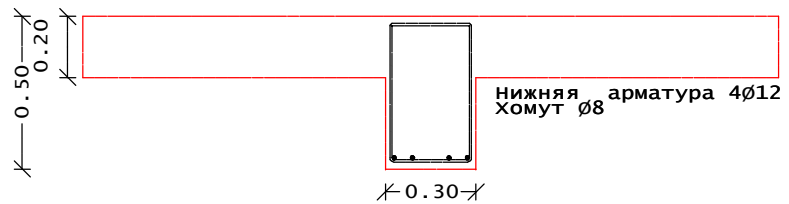
Пролет 1
 $M = 1 : 25$

схема армирования сечения с координатой $x = 0.00$



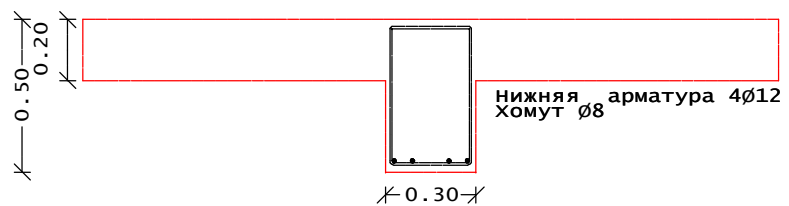
Пролет 1
 $M = 1 : 25$

схема армирования сечения с координатой $x = 1.25$



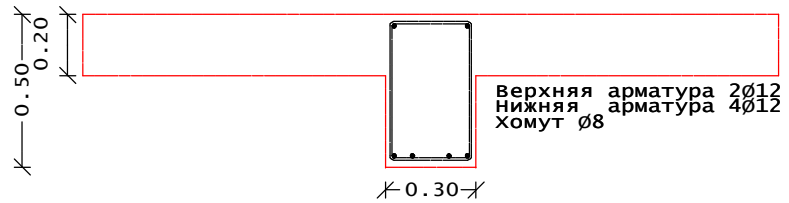
Пролет 1
 $M = 1 : 25$

схема армирования сечения с координатой $x = 2.50$



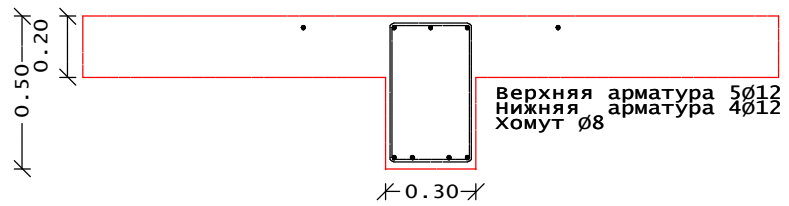
Пролет 1
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 3.10$



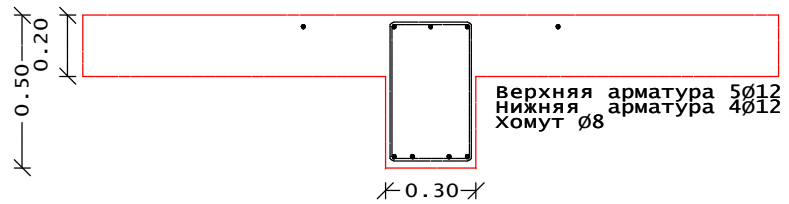
Пролет 1
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 3.75$



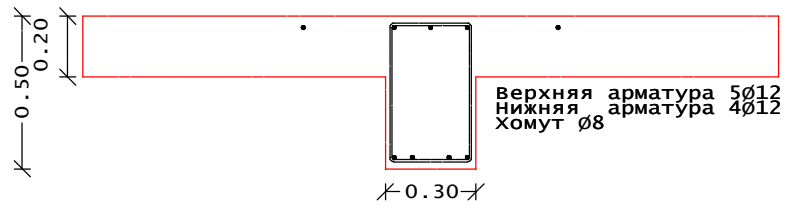
Пролет 1
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 3.84$



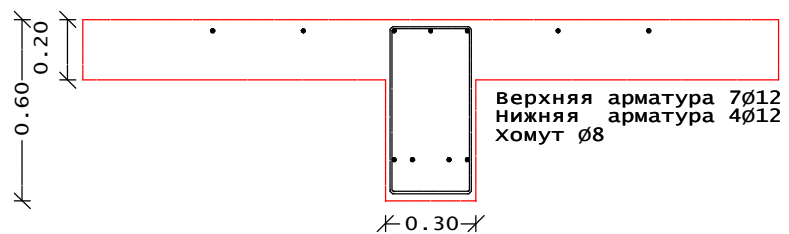
Пролет 1
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 3.86$



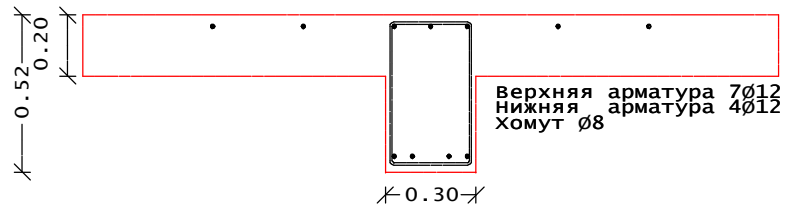
Пролет 1
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 4.85$



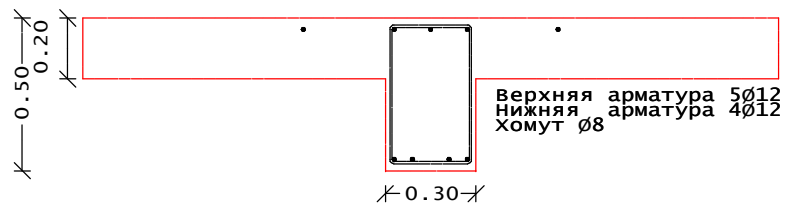
Пролет 2
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 1.00$



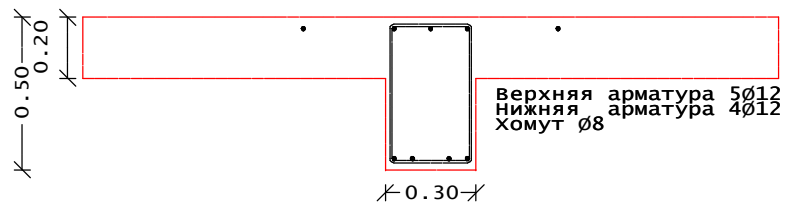
Пролет 2
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 1.14$



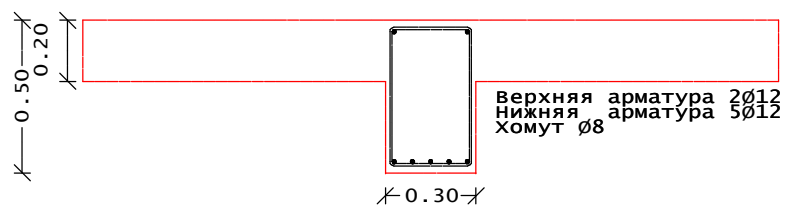
Пролет 2
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 1.16$



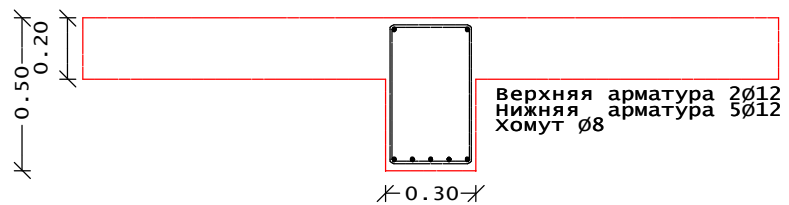
Пролет 2
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 1.57$



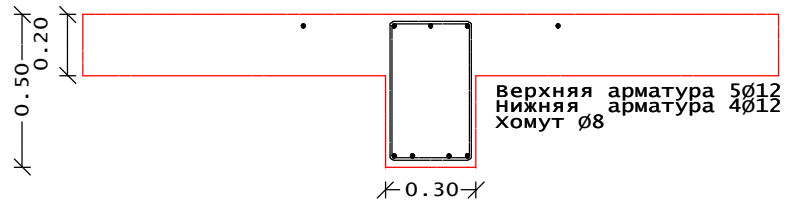
Пролет 2
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 2.00$



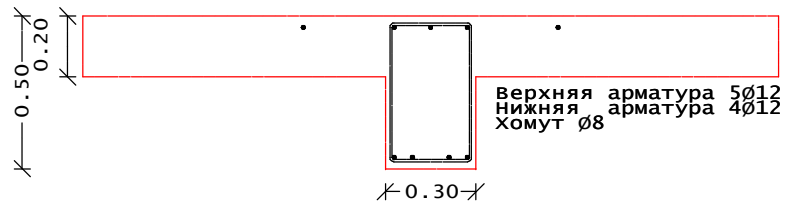
Пролет 2
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 2.84$



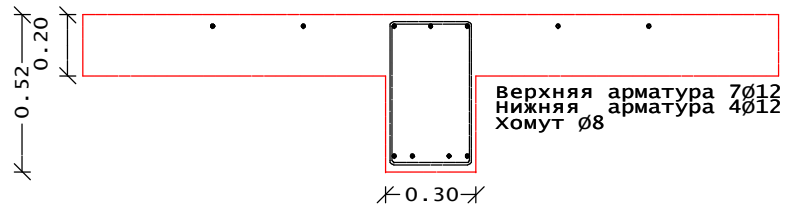
Пролет 2
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 2.86$



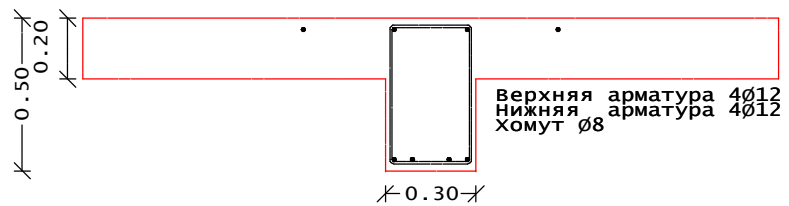
Пролет 2
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 3.00$



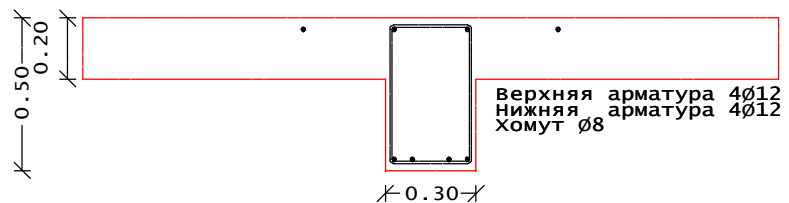
Пролет 3
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 1.14$



Пролет 3
М = 1 :25

схема армирования сечения с координатой $x = 1.16$



Пролет 3
 М = 1 :25

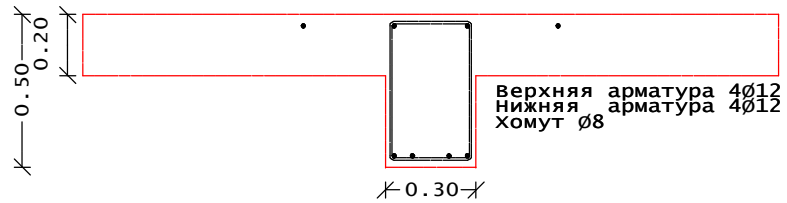
 схема армирования сечения с координатой $x = 1.25$

 Пролет 3
 М = 1 :25

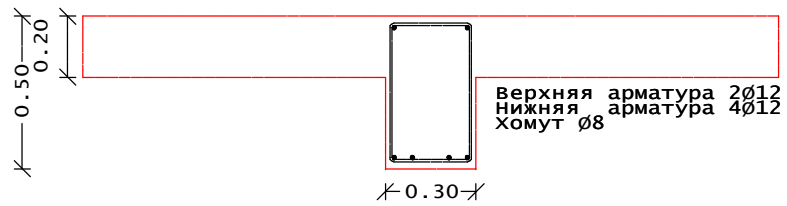
 схема армирования сечения с координатой $x = 1.90$

 Пролет 3
 М = 1 :25

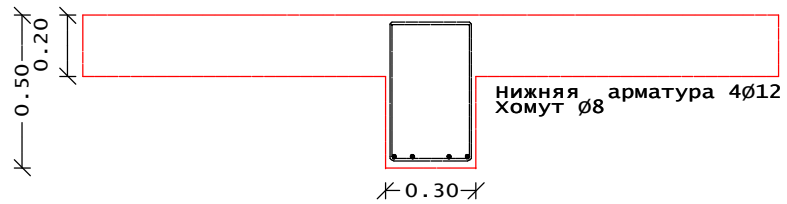
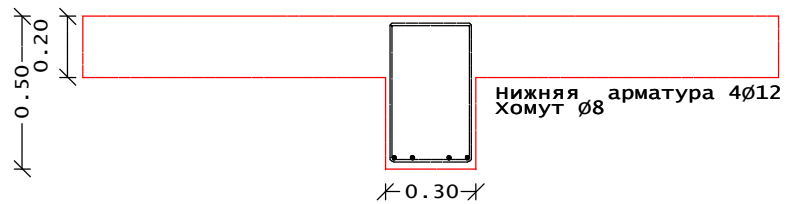
 схема армирования сечения с координатой $x = 2.50$

 Пролет 3
 М = 1 :25

 схема армирования сечения с координатой $x = 3.75$


Продольн. арм.

пролёт	тип	кол.	ds	ряд опора	Asl	a [мм]	l [см2]
2	н	4	12	1	4.52	-5.20	14.40
2	н	1	12	1	5.65	1.14	1.73
!	в	2	12	1	2.26	2.54	8.92
!	в	2	12	1	4.52	3.23	3.45
!	в	1	12	1	5.65	3.53	2.90
!	в	2	12	1	7.92	3.82	2.45
"	в	2	12	1	4.52	2.19	3.43
"	в	1	12	1	5.65	2.52	2.76
"	в	2	12	1	7.92	2.73	2.45

Длины приведены с учетом анкеровки

Хомуты

Пролёт	кол.	срез.	ds	s	Asw/s	a	l
			[мм]	[см]	[см ² /м]	[м]	[м]
1	24	2	8	23	4.47	0.00	5.17
2	18	2	8	23	4.47	0.18	4.05
3	23	2	8	23	4.47	0.23	5.18

Тип арматуры	d	длина	кол.	вес
	[мм]	[м]		[кН]
стержневая арматура	12	106.40		0.93
хомуты	8		65	

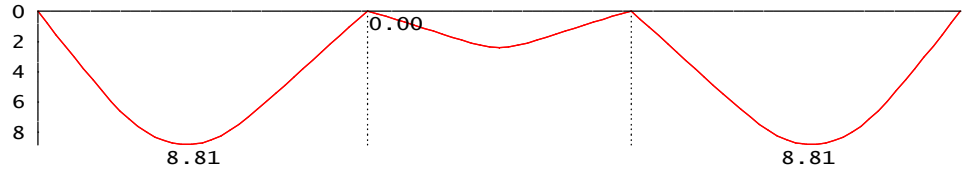
Трещиностойкость

Предельно допустимая ширина раскрытия трещин принимается из условия обеспечения сохранности арматуры $асрс1=0.40\text{мм}$ $асрс2=0.30\text{мм}$

Нормальные трещины

Про-лет	х [м]	Образование		Продолжительные		Непрод. асрс1 [мм]	
		М [кНм]	Мсрс [кНм]	М [кНм]	асрс2 [мм]		
1	0.00	0.0	55.3				
	0.15	○	10.6	55.3			
	1.25		64.2	55.3	49.6	0.04	0.11
	2.10	*	76.6	55.3	58.8	0.10	0.18
	2.50		73.7	55.3	56.3	0.08	0.16
	3.10		58.8	55.4	44.1	0.00	0.07
	3.75		28.6	55.6			
	3.84		23.2	55.6			
	3.86		22.0	55.7			
	4.85	○	-104.4	221.5			
5.00		-120.8	221.5				
2	0.00		-120.8	221.5			
	0.15	○	-101.7	221.5			
	1.00		13.3	57.8			
	1.14		24.8	55.7			
	1.16		26.4	55.6			
	2.00	*	80.8	56.6	36.6	0.00	0.14
	2.84		26.4	55.6			
	2.86		24.8	55.7			
	3.00		13.3	57.8			
	3.85	○	-101.7	221.5			
4.00		-120.8	221.5				
3	0.00		-120.8	221.5			
	0.15	○	-104.4	221.5			
	1.14		22.0	55.7			
	1.16		23.2	55.5			
	1.25		28.6	55.5			
	1.90		58.9	55.4	44.2	0.00	0.07
	2.50		73.7	55.3	56.3	0.08	0.16
	2.90	*	76.6	55.3	58.8	0.10	0.18
	3.75		64.2	55.3	49.6	0.04	0.11
	4.85	○	10.6	55.3			
5.00		0.0	55.3				

Прогибы [мм]
M = 1 :115



Прогибы

Пролет	x [м]	M [кНм]	Мдл. [кНм]	100/r [1/м]	w [мм]
1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00
	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00
	1.25	64.2	49.6	0.38	6.57
	2.33 *	75.6	57.8	0.45	8.81
	2.50	73.7	56.3	0.43	8.70
	3.10	58.8	44.1	0.26	7.30
	3.10	58.8	44.1	0.26	7.30
	3.75	28.6	19.9	0.03	4.89
	3.84	23.1	15.6	0.03	4.54
	3.86	21.9	14.6	0.02	4.46
5.00	-71.3	-59.4	-0.05	0.00	
2	0.00 *	-71.3	-59.4	-0.05	0.00
	1.00	13.3	-2.1	0.01	1.32
	1.14	24.8	5.0	0.02	1.52
	1.16	26.4	5.9	0.02	1.54
	2.00	80.8	36.6	0.38	2.39
	2.84	26.4	5.9	0.02	1.54
	2.86	24.8	5.0	0.02	1.52
	3.00	13.3	-2.1	0.01	1.32
	4.00	-71.3	-59.4	-0.05	0.00
	3	0.00	-71.3	-59.4	-0.05
1.14		21.9	14.6	0.02	4.46
1.16		23.1	15.6	0.03	4.54
1.25		28.6	19.9	0.03	4.89
1.90		58.7	44.1	0.26	7.30
1.90		58.8	44.1	0.27	7.31
2.50		73.7	56.3	0.43	8.70
2.67 *		75.6	57.8	0.45	8.81
3.75		64.2	49.6	0.38	6.57
5.00		0.0	0.0	0.00	0.00

Расчет выполнен модулем t301 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт