

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

РАСЧЕТ БАЛКИ НА ПРОЧНОСТЬ

ДАНО: Статически определимая стальная балка (рис. 1), нагруженная сосредоточенными силами P_1 и P_2 , моментами M_1 и M_2 и равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью q .

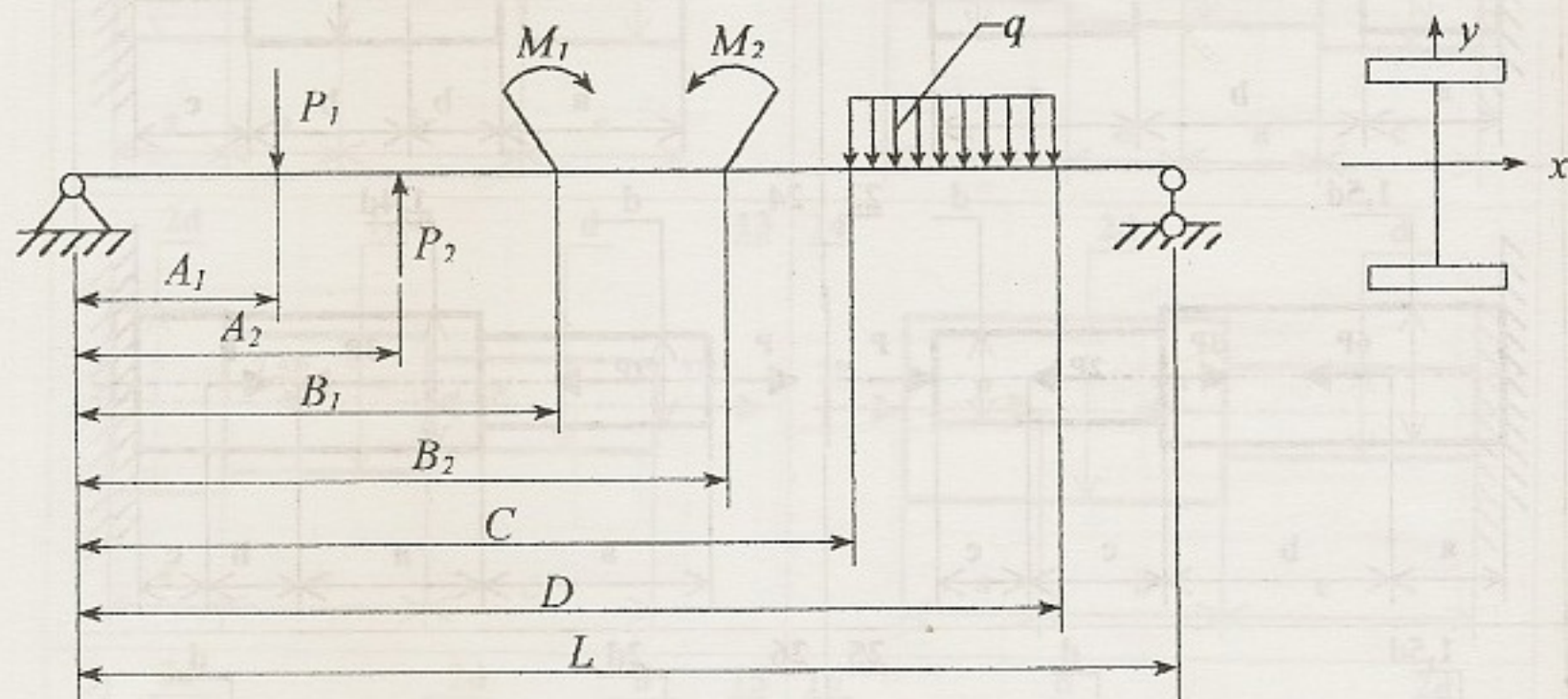


Рис. 1

Исходные данные выбираются по таблицам 1 и 2: по таблице 1 – расстояния A_1 , A_2 , B_1 , B_2 , C , D от левой опоры до соответствующих внешних нагрузок и длина балки L ; по таблице 2 – значения внешних нагрузок. Если расстояние B_1 или B_2 равно нулю, это значит, что момент M_1 или M_2 приложен над левой опорой; если расстояние C равно нулю, то распределенная нагрузка начинается над левой опорой. Если расстояние B_1 или B_2 равно длине балки L , то момент M_1 или M_2 приложен над правой опорой; если расстояние D равно длине балки L , то распределенная нагрузка заканчивается над правой опорой.

Если внешняя нагрузка дана в таблице 2 со знаком «минус», то ее направление противоположно направлению, указанному на схеме (рис. 1). Нагрузка, равная нулю, на схеме балки не изображается.

Требуется:

1. Определить реакции опор.
2. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
3. Подобрать по таблице 5 номер двутаврового профиля, приняв для балки из Ст 3 допустимое напряжение $[\sigma]=160$ МПа.
4. Начертить в масштабе двутавровый профиль по ГОСТу 8239-72 и построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении.

Данные для расчета балок на прочность

Таблица 1

№ п/п	Расстояния от левой опоры до внешних нагрузок, [м]						Длина балки, [м]
	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C	D	
1	0,2	1,4	0	0,8	0,4	1,1	1,5
2	0,3	1,2	0,6	1,0	0	1,0	
3	0,4	1,0	0,8	1,5	0,2	0,8	
4	0,5	0,8	1,0	1,2	0,2	1,0	
5	0,6	0,2	1,5	1,0	0,8	1,2	
6	0,7	2,2	0	0,4	1,2	2,	2,5
7	0,8	1,5	0,4	1,2	1,8	2,5	
8	0,9	1,2	1,8	2,5	0,2	0,6	
9	1,0	0,8	2,2	1,8	0,4	1,5	
10	1,1	0,4	2,5	1,5,	0,8	2,0	
11	1,2	2,5	0	0,4	0,8	2,2	2,8
12	1,3	2,0	0,6	0	1,6	2,5	
13	1,4	1,2	0,8	2,8	0,4	2	
14	1,5	0,8	2	2,4	0	1,2	
15	1,6	0,4	2,8	2	1,0	2,4	
16	1,7	2,6	0	0,8	1,2	2,0	3,0
17	1,8	2,5	0,4	0	0,8	1,5	
18	1,9	2,2	0,8	3	0,4	1,5	
19	2,0	1,5	1,2	2,5	0	0,6	
20	2,1	0,4	3	1,5	1,0	2,5	
21	2,2	2,8	0	0,4	0,8	1,5	3,1
22	2,3	2,0	0,4	0,8	1,2	1,8	
23	2,4	1,5	0,8	2,8	0,4	1,5	
24	2,5	1,0	1,5	2	0,2	1,2	
25	2,6	0,4	3,1	1,8	0,8	1,4	
26	2,7	3,0	0	1,9	1,2	2,2	3,2
27	2,8	2,2	0,4	1,5	0	1,0	
28	2,9	2,0	0,8	2,5	0,4	1,5	
29	3,0	1,0	1,5	1,8	2,2	3,0	
30	2,8	0,4	2	1,5	1	2,5	

Значения внешних нагрузок

Таблица 2

№ группы			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внешняя нагрузка для номеров по списку	От 1 до 15	P_1 , кН	2,0	0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
		P_2 , кН	16,0	15,5	15,0	14,5	-14,0	-13,5	-14,0	-14,5	-15,0	-15,5
		M_1 , кНм	-3,0	-4,0	-5,0	0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
		M_2 , кНм	23,0	22,0	21,0	20,0	19,0	18,0	17,0	16,0	15,0	14,0
		Q , кН/м	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0
	От 16 до 30	P_1 , кН	-7,0	-7,5	-8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5
		P_2 , кН	11,0	10,5	10,0	9,5	8,5	8,0	7,5	0	6,5	6,0
		M_1 , кНм	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0
		M_2 , кНм	13,0	12,0	11,0	9,0	8,0	-7,0	6,0	5,0	0	3,0
		Q , кН/м	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0

Данные для построения поперечных сил Q и изгибающих моментов M

Таблица 3

№№ пп	Схема балки	Расстояния от левого конца балки до внешних нагрузок			№№ пп	Схема балки	Расстояния от левого конца балки до внешних нагрузок		
		A_1	A_2	B			A_1	A_2	B
1	Рис. 2	0	3a	5a	16	Рис. 3	6a	a	2a
2			4a	6a	17			2a	3a
3			5a	4a	18			3a	4a
4			4a	2a	19			5a	2a
5			3a	6a	20			3a	0
6		3a	0	5a	21		a	6a	5a
7		4a		6a	22		2a		4a
8		5a		4a	23		3a		0
9		4a		2a	24		5a		2a
10		3a		6a	25		3a		a
11		a	5a	0	26		a	3a	6a
12		3a	4a		27		2a	5a	
13		4a	3a		28		3a	2a	
14		5a	a		29		5a	a	
15		3a	5a		30		2a	3a	

Значения внешних нагрузок

Таблица 4

№ группы			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внешняя нагрузка для номеров по списку	От 1 до 15	P ₁	0,5P	P	1,5P	2P	2,5P	3P	3,5P	4P	4,5P	5P
		P ₂	5P	4,5P	4P	3,5P	3P	2,5P	2P	1,5P	P	0,5P
		M ₁	2Pa		3 Pa		4 Pa		5 Pa		Pa	
	От 16 до 30	P ₁	-0,5P	-P	-1,5P	2P	2,5P	3P	3,5P	4P	4,5P	5P
		P ₂	5P	4,5P	4P	-3,5P	-3P	-2,5P	2P	1,5P	1P	0,5P
		M ₁	2Pa		3Pa		4Pa		-5Pa		-Pa	

Контрольное задание

С целью проверки усвоения техники построения эпюр усилий в балках построить эпюры поперечных сил Q и изгибающих моментов M для балок, нагруженных сосредоточенными силами P_1 и P_2 и моментом M_1 . Схемы балок указаны на рис. 2, 3.

Исходные данные выбираются по таблицам 3 и 4: по таблице 3 – расстояния A_1 , A_2 , B от левого конца балки до внешних нагрузок, по таблице 4 – значения внешних нагрузок. Таблицы 3 и 4 построены по такому же принципу, что и таблицы 1 и 2.

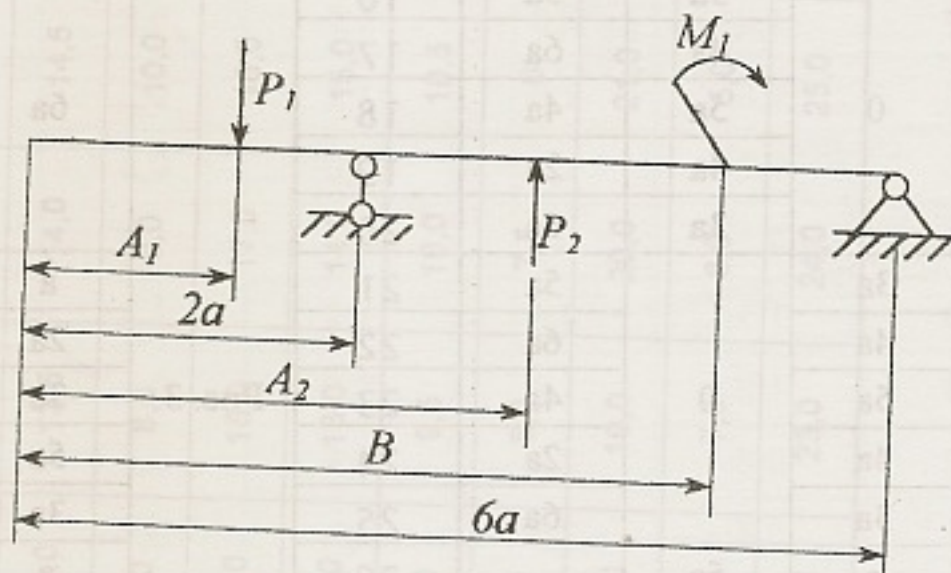


Рис. 2

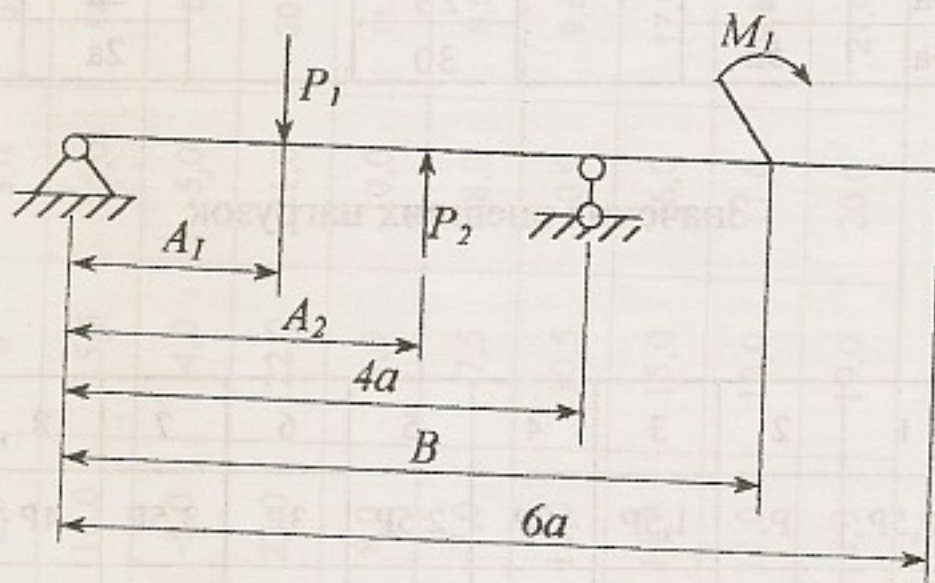
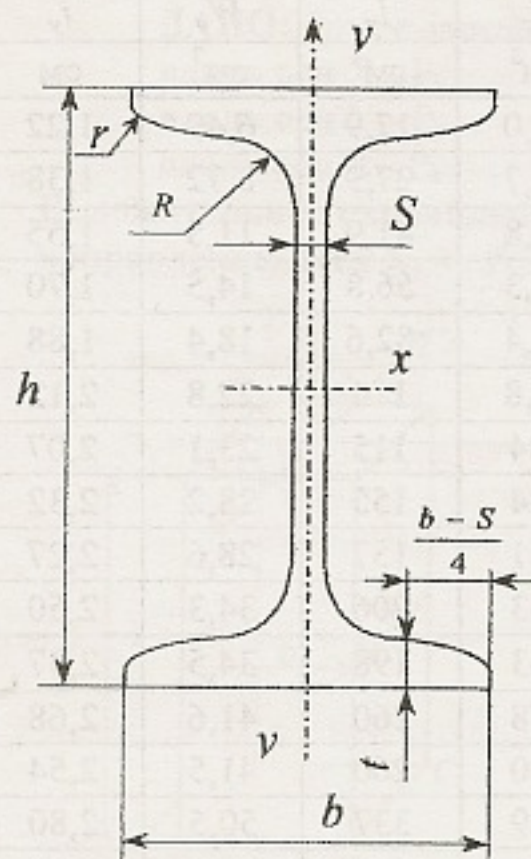


Рис. 3

Балки двутавровые;
сортамент по ГОСТ 8239-72



№ профиля	Размеры в мм.					
	h	b	s	t	R	r
10	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0
14	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0
16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5
18	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5
18a	180	100	5,1	8,3	9,0	3,5
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0
20a	200	110	5,2	8,6	9,5	4,0
22	220	110	5,4	8,7	10,0	4,0
22a	220	120	5,4	8,9	10,0	4,0
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0
24a	240	125	5,6	9,8	10,5	4,0
27	270	125	6,0	9,8	11,0	4,5
27a	270	135	6,0	10,2	11,0	4,5
30	300	135	6,5	10,2	12,0	5,0
30a	300	145	6,5	10,7	12,0	5,0
33	330	140	7,0	11,2	13,0	5,0
36	360	145	7,5	12,3	14,0	6,0
40	400	155	8,0	13,0	15,0	6,0
45	450	160	8,6	14,2	16,0	7,0
50	500	170	9,5	15,2	17,0	7,0
55	550	180	10,3	16,5	18,0	7,0
60	600	190	11,1	17,8	20,0	8,0

Обозначения:

- h – высота балки
- b – ширина полки
- s – толщина стенки
- t – средняя толщина полки
- R – радиус внутр. закругления
- r – радиус закругления полки
- I – момент инерции
- W – момент сопротивления
- S – статический момент полусечения
- i – радиус инерции

№ профи- ля	Площадь сечения в см ²	Справочные данные для осей						
		Ось x				Ось y		
		I_x	W_x	i_x	S_x	I_y	W_y	i_y
		см ⁴	см ³	см	см ³	см ⁴	см ³	см
10	12,0	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	20,2	873	109	6,57	62,3	56,8	14,5	1,70
18	23,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
18a	25,4	1430	159	7,51	89,8	114	22,8	2,12
20	26,8	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
20a	28,9	2030	203	8,37	114	155	28,2	2,32
22	30,6	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
22a	32,8	2790	254	9,22	143	206	34,3	2,50
24	34,8	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
24a	35,7	3800	317	10,1	178	260	41,6	2,68
27	40,2	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
27a	43,2	5500	407	11,3	229	337	50,5	2,80
30	46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
30a	49,9	7780	518	12,5	292	436	60,1	2,95
33	53,8	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
36	61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
40	72,6	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03
45	84,7	27962	1231	18,1	708	808	101	3,09
50	100	38727	1589	19,9	919	1043	123	3,23
55	118	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,00
60	138	76806	2560	23,6	1491	1725	132	3,50