






8 ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ И ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ ДЛЯ КОНСОЛЬНОЙ БАЛКИ (ЗАДАНИЕ 7)

8.1 Для заданной схемы 1-10 (рисунок 14) требуется написать выражение поперечной силы Q и изгибающего момента M для каждого участка, построить эпюры Q и M , найти максимальный момент M_{max} , подобрать стальную балку заданного сечения при $[\sigma] = 160$ МПа. Исходные данные взять из таблицы 5.

Таблица 5- Исходные данные.

Варианты	а, м	в, м	F, кН	m, кНм	q, кН/м	Сечение
1	1,2	3,0	2	16	2	
2	1,4	2,8	4	18	2,5	
3	1,6	2,6	6	20	3	
4	1,8	2,4	8	22	3,5	
5	2,0	2,2	10	24	4	
6	2,2	2,0	12	26	4,5	
7	2,4	1,8	2	14	5	
8	2,6	1,6	4	16	2,5	
9	2,8	1,4	6	18	3	
10	3,0	1,2	8	20	3,5	

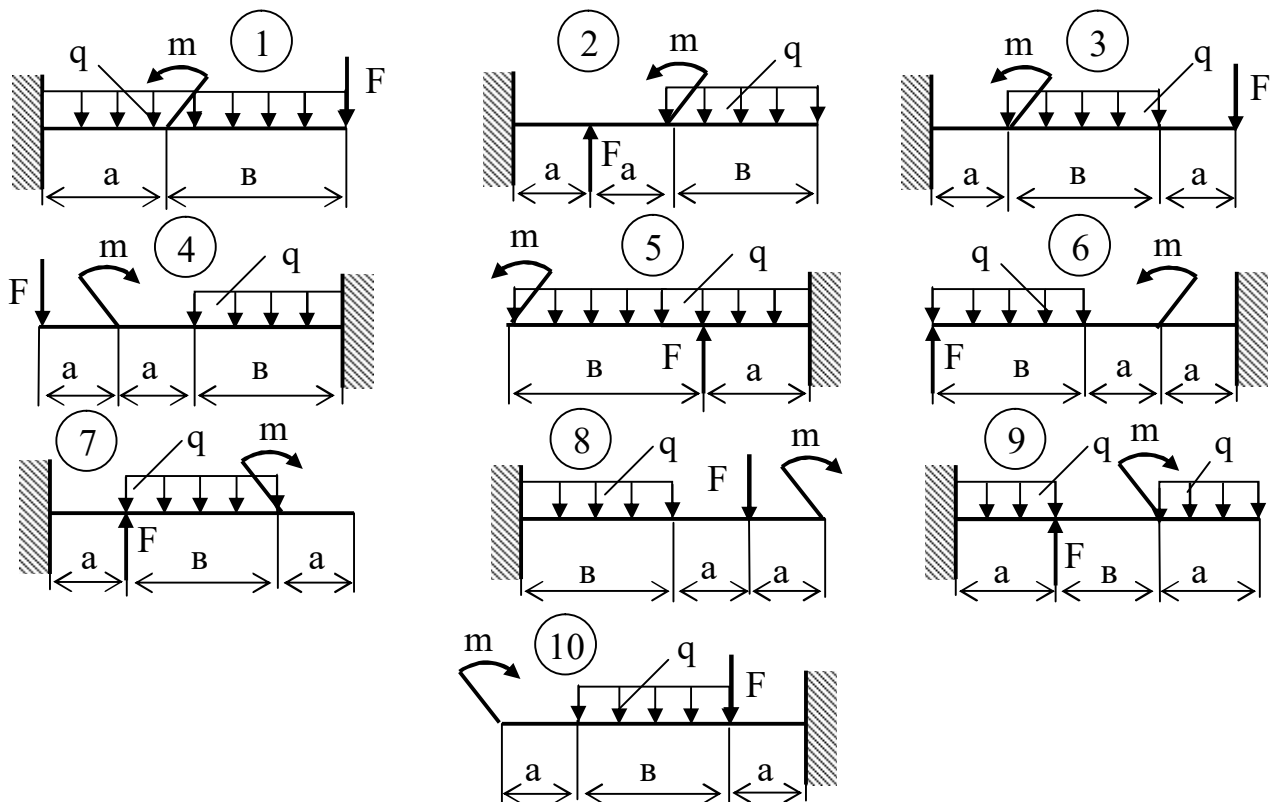


Рисунок 14

8.2 Пример выполнения задания 7

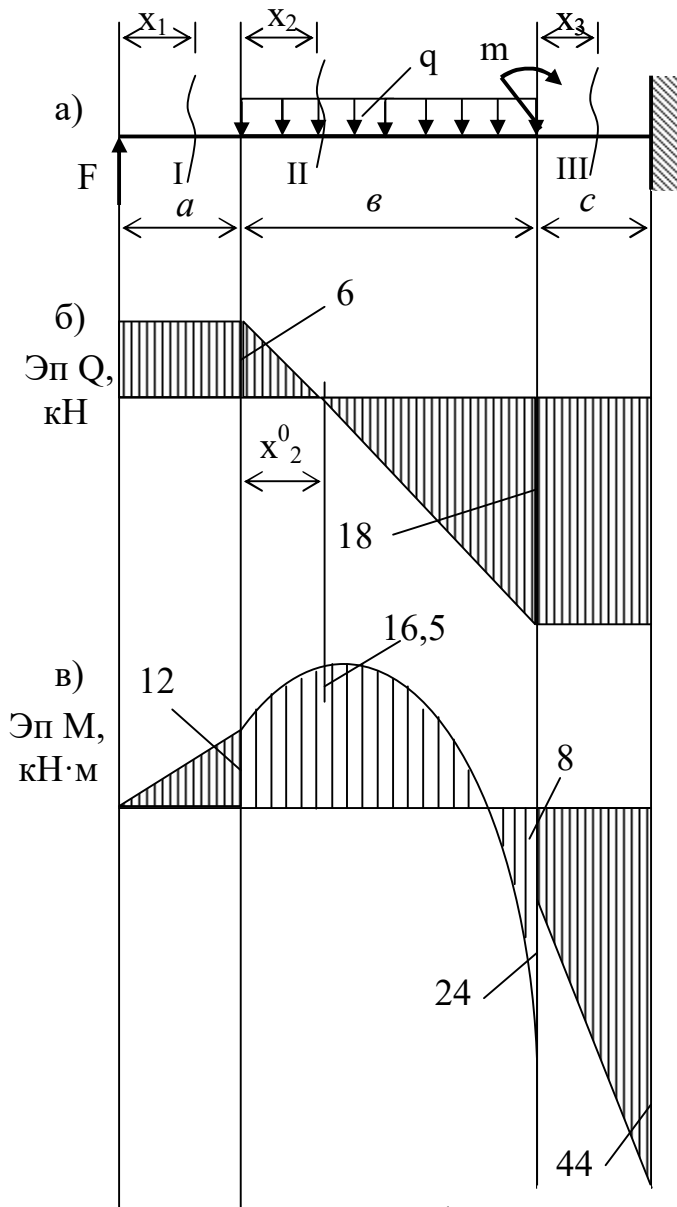


Рисунок 15

Граница сечения I-I: $0 \leq x_1 \leq 2$

$$Q_1 = \sum F_{iy} = F = 6 \text{ кН.}$$

$$M_1 = \sum M(F_i) = F \cdot x_1; \quad \begin{array}{l} \text{при } x_1 = 0 \quad M_1 = 0; \\ \text{при } x_1 = 2 \quad M_1 = 6 \cdot 2 = 12 \text{ кНм.} \end{array}$$

Далее выполняем подобные операции.

Граница сечения II-II: $0 \leq x_2 \leq 6$

$$Q_2 = F - q \cdot x_2; \quad \begin{array}{l} \text{при } x_2 = 0 \quad Q_2 = 6 - 4 \cdot 0 = 0, \quad \text{при } x_2 = 6 \quad Q_2 = 6 - 4 \cdot 6 = -18 \text{ кН.} \\ M_1 = F \cdot (2 + x_2) - q \cdot x_2^2 / 2; \quad \begin{array}{l} \text{при } x_2 = 0 \quad M_2 = 6 \cdot 2 - 4 \cdot 0 = 12 \text{ кНм,} \\ \text{при } x_2 = 6 \quad M_2 = 6 \cdot (2 + 6) - 4 \cdot 6^2 / 2 = -24 \text{ кНм.} \end{array} \end{array}$$

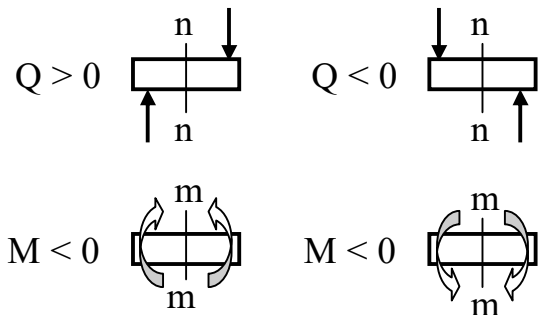
Так как эюра Q на втором участке проходит через нейтральную линию, меняя знак с «+» на «-», то в сечении, где Q равна нулю, значение изгибающего момента M будет иметь максимальную величину. Чтобы найти его, определим значение координаты x_2^0 , при котором $Q_2 = 0$.

Исходные данные:

$F = 6 \text{ кН}; q = 4 \text{ кН/м}; m = 16 \text{ кНм};$
 $a = 2 \text{ м}; v = 6 \text{ м}; c = 2 \text{ м}; [\sigma] = 160 \text{ МПа};$
 поперечное сечение балки – двутавр.

Решение. 1) Разбиваем всю балку на участки, в пределах которых действие внешних сил, приложенных к балке, постоянно. Т.о. балка получилась разбитой на три участка (рисунок 15 а).

Принимаем следующее правило знаков:



2) Составим уравнения для поперечной силы и изгибающего момента на каждом участке. Проведем произвольное сечение I-I на первом участке и, отбросив правую часть от сечения, рассмотрим равновесие левой части.

$$Q_2 = F - q \cdot x_2^0 = 0, \text{ откуда } x_2^0 = F/q = 6/4 = 1,5 \text{ м}$$

$$\text{при } x_2^0 = 1,5 \quad M_2 = 6 \cdot (2 + 1,5) - 4 \cdot 1,5^2/2 = 16,5 \text{ кНм.}$$

Учитывая, что эпюра M описывается уравнением второго порядка на этом участке, она ограничивается кривой.

Граница сечения III-III: $0 \leq x_3 \leq 2$

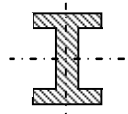
$$Q_3 = F - q \cdot 6 = 6 - 4 \cdot 6 = -18 \text{ кН.}$$

$$M_3 = F \cdot (2 + 6 + x_3) - q \cdot 6 (3 + x_3) + m; \quad \text{при } x_3 = 0 \quad M_3 = 6 \cdot 8 - 4 \cdot 6 \cdot 3 + 16 = -8 \text{ кНм,}$$

$$\text{при } x_3 = 2 \quad M_3 = 6 \cdot 10 - 4 \cdot 6 \cdot 5 + 16 = -44 \text{ кНм.}$$

Эпюры Q и M приведены на рисунке 15 б, в.

3) Сечение балки подбираем по условию прочности при изгибе.



$$\sigma_{\max} = |M|_{\max} / W \leq [\sigma], \text{ откуда}$$

$$W \geq |M|_{\max} / [\sigma] = 44 \cdot 10^6 / 160 = 275 \cdot 10^3 \text{ мм}^3 = 275 \text{ см}^3.$$

По полученному значению W из таблицы 6 сортамента прокатной стали, выбираем двутавр № 24, для которого $W = 289 \text{ см}^3$.

8.3 Нормативно-справочные данные к расчету задания 7.

Таблица 6- Стандартный профиль.

Номер профиля	Швеллеры		Двутавры	
	Площадь поперечного сечения, см ²	Момент сопротивления при изгибе W, см ³	Площадь поперечного сечения, см ²	Момент сопротивления при изгибе W, см ³
5	6,16	9,1	-	-
6,5	7,51	15	-	-
8	8,98	22,4	-	-
10	10,9	34,8	12	39,7
12	13,3	50,6	14,7	54,8
14	15,6	70,2	17,4	81,7
16	18,1	93,4	20,2	109
18	20,7	121	23,4	143
20	23,4	152	26,8	184
22	26,7	192	30,6	232
24	30,6	242	34,8	289
27	35,2	308	40,2	371
30	40,5	387	46,5	472
33	46,5	484	53,8	597
36	53,4	601	61,9	743
40	61,5	767	72,6	953
45	-	-	84,7	1231
50	-	-	100	1589

