

3.3. Плоская рама

Расчётную схему плоской рамы выбрать из рис. 3.3, исходные данные следует выбрать из табл. 3.4 и 3.5.

Порядок расчёта

1. Построить эпюры нормальных сил N , поперечных сил Q и изгибающих моментов M . Проверить равновесия узла рамы.

2. Из расчёта на прочность рамы определить диаметры d и D кольцевого поперечного сечения рамы из дюралюминия. Полученные расчётные значения диаметров округлить до соответствующих значений из ряда нормальных линейных размеров (см. приложение 2).

Для опасного сечения определить нормальные напряжения от растяжения или сжатия (от максимальной нормальной силы N) и сопоставить их с максимальными напряжениями от изгиба.

3. Определить горизонтальное перемещение сечения A или вертикальное перемещение сечения B рамы.

При расчёте принять: $a = 0,1$ м, $P = 1$ кН, $E = 72$ ГПа, $[n_T] = 2$, $\sigma_T = 300$ МПа, $\alpha = d/D = 0,8$.

5

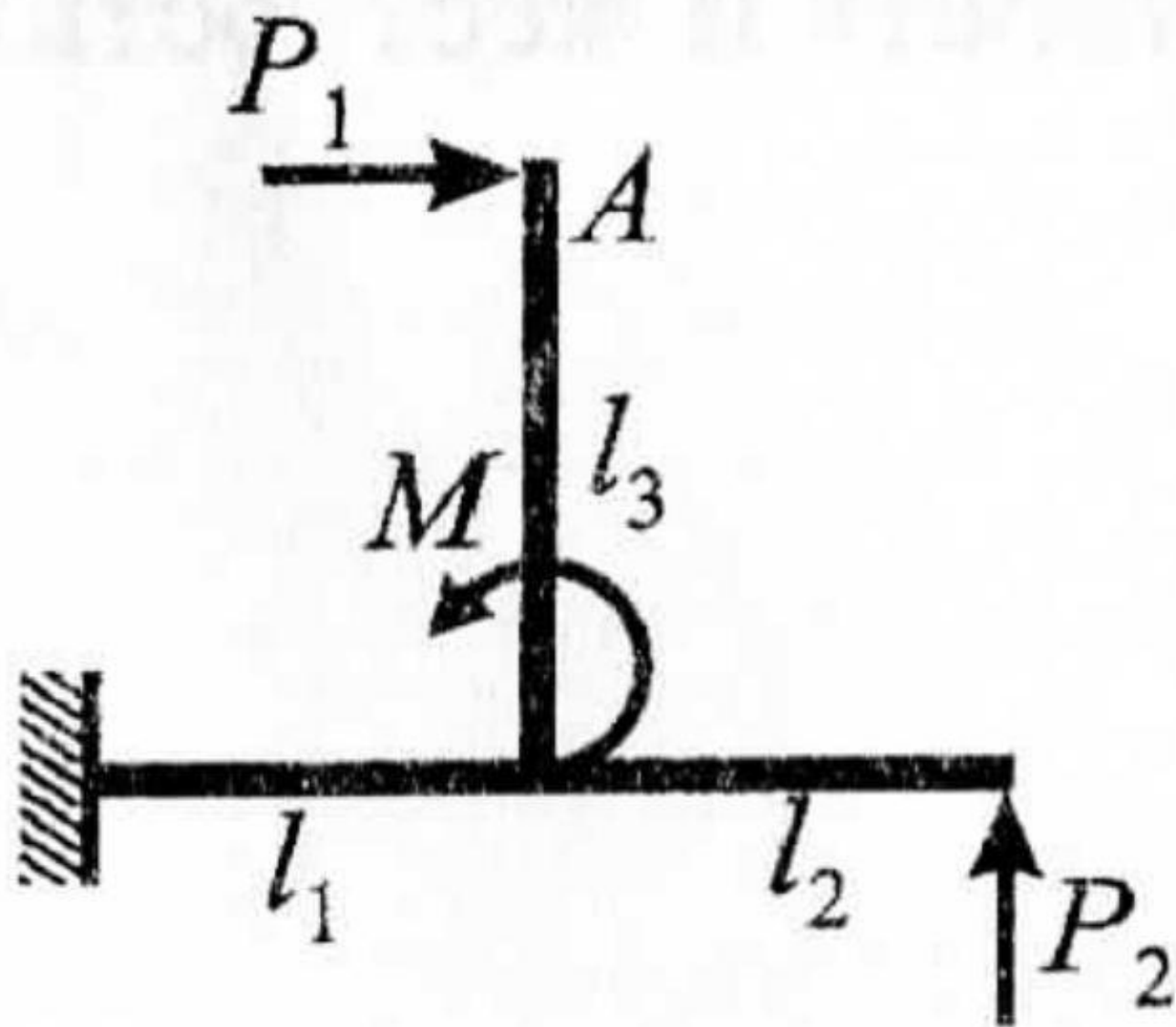


Рис. 3.3



$$k_1 = 2.0$$

$$k_2 = 5.0$$

$$k_3 = 8.5$$

$$l_1 = 4a$$

$$l_2 = 4.5a$$

$$l_3 = 10a$$

табл. 3.4 и 3.5

Нормальные линейные размеры (ГОСТ 6636–69)

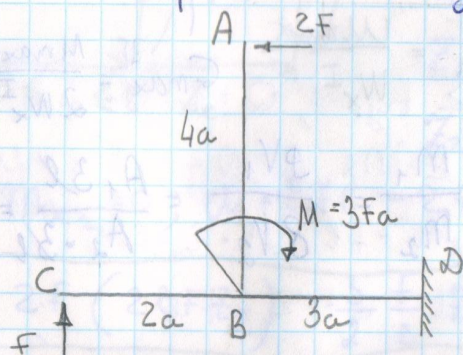
Для простановки линейных размеров – диаметров, длин, высот и др. – стандартом устанавливаются ряды (Ra5, Ra10, Ra20, Ra40). Ниже в таблице приведён ряд Ra40 с наиболее мелкой градацией.

Ряд Ra40 (от 1 до 950 мм)

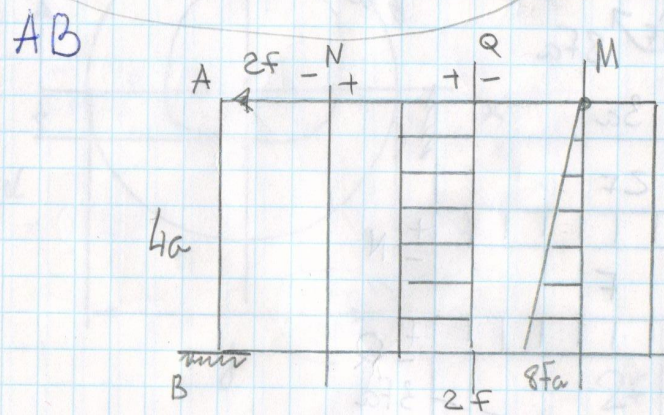
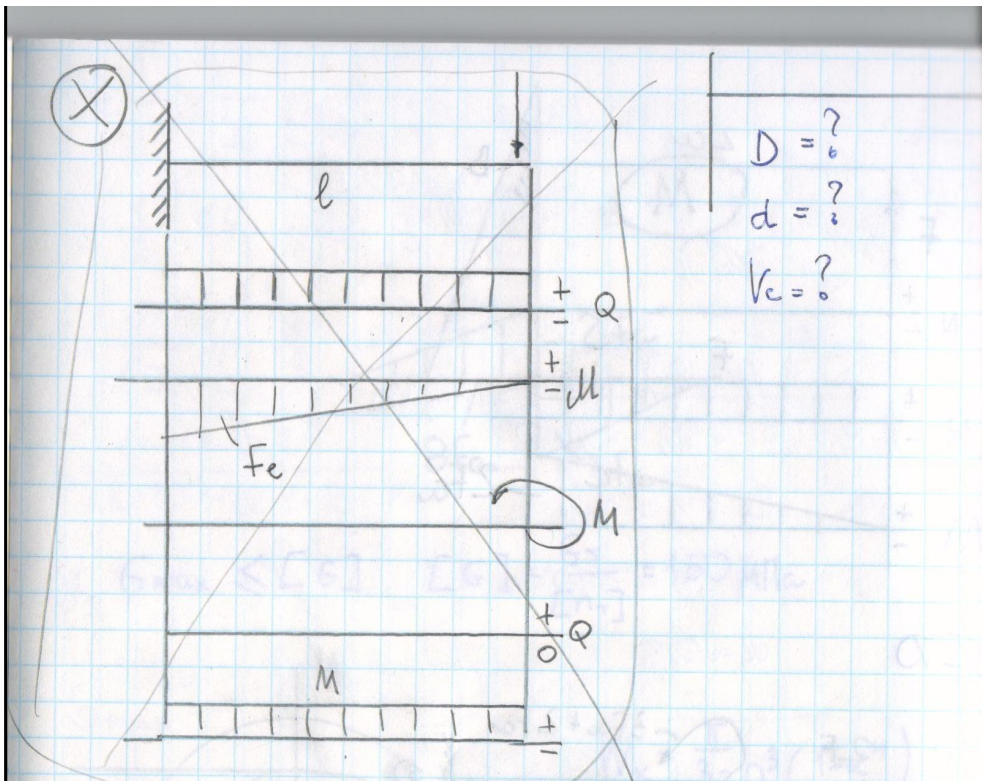
1,00	2,40	5,6	13,0	32	75	180	420
1,05	2,50	6,0	14,0	34	80	190	450
1,10	2,60	6,3	15,0	36	85	200	580
1,15	2,80	6,7	16,0	38	90	210	500
1,20	3,00	7,1	17,0	40	95	220	530
1,30	3,20	7,5	18,0	42	100	240	560
1,40	3,40	8,0	19,0	45	105	250	600
1,50	3,60	8,5	20,0	48	110	260	630
1,60	3,80	9,0	21,0	50	120	280	670
1,70	4,00	9,5	22,0	53	125	300	710
1,80	4,20	10,0	24,0	56	130	320	750
1,90	4,50	10,5	25,0	60	140	340	800
2,00	4,80	11,0	26,0	63	150	360	850
2,10	5,00	11,5	28,0	67	160	380	900
2,20	5,3	12,0	30,0	71	170	400	950

Пример выполнения

Расчет рамы на изгиб.

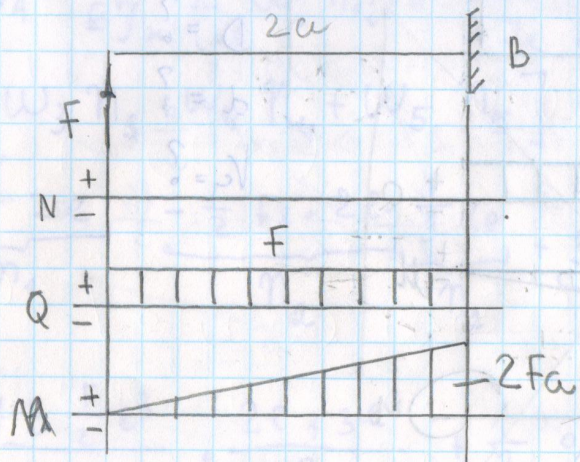


- $F = 1 \text{ кН}$
- $E = 72 \text{ ГПа}$
- $\nu = 0,8 = \frac{\nu}{D}$
- $[n_T] = 2$
- $G_T = 300 \text{ МПа}$

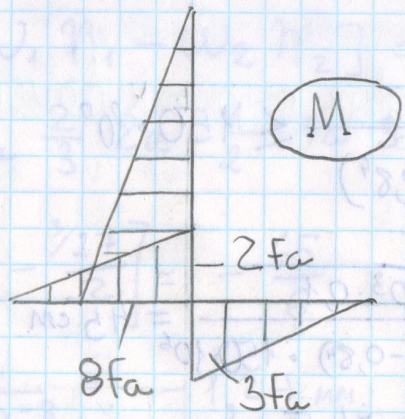
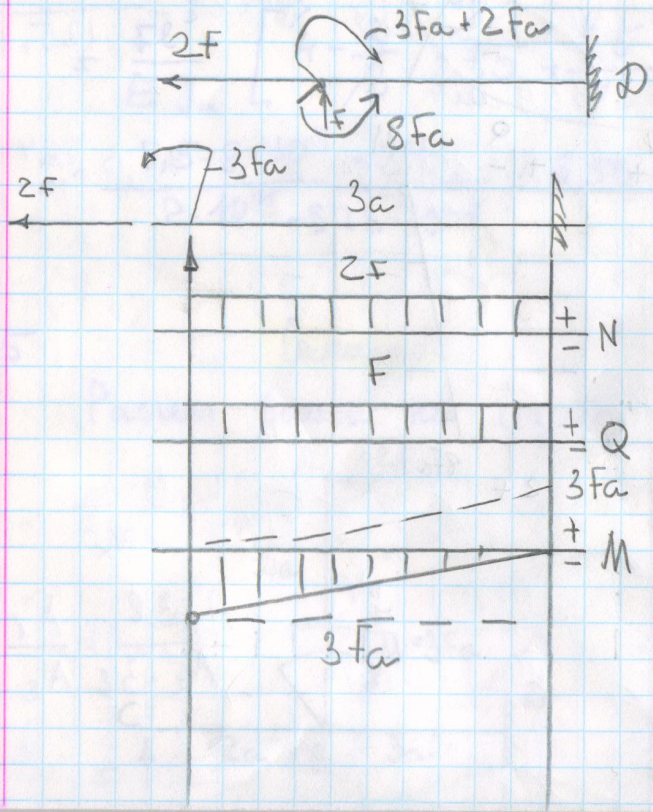


$D = ?$
 $d = ?$
 $k_c = ?$

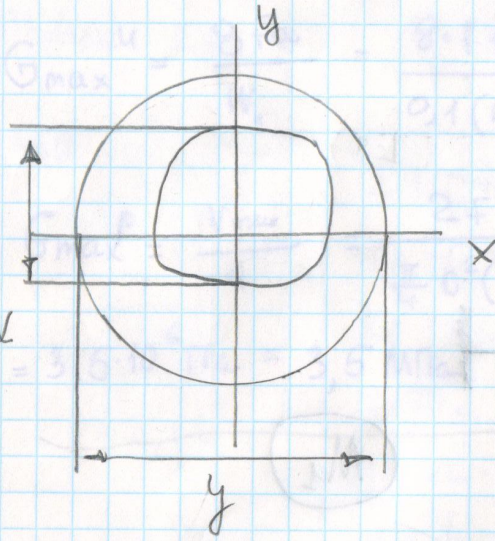
BC ↓



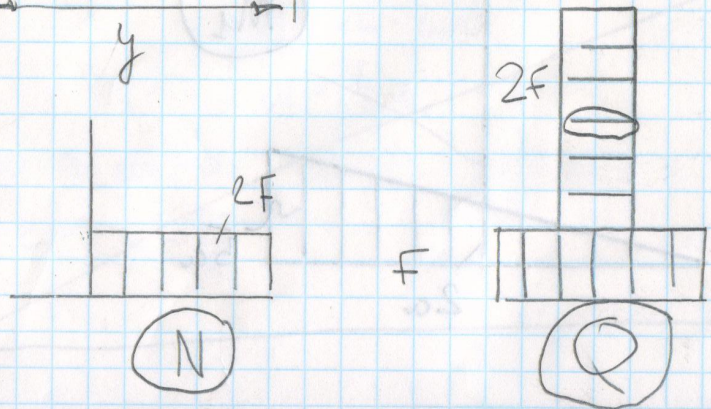
B \neq D



$$\sigma_{max} \leq [G] \quad [G] = \frac{\sigma_T}{[n_T]} = 150 \text{ MPa}$$



$$W_x = \frac{\pi}{32} D^3 (1 - \alpha^4)$$



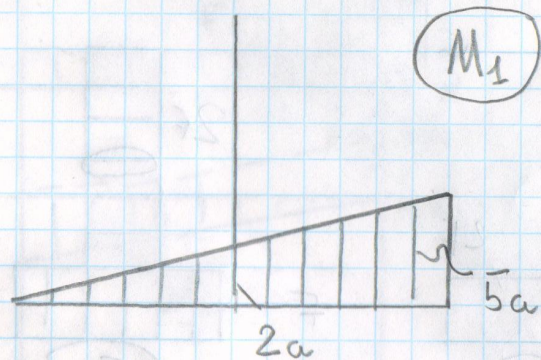
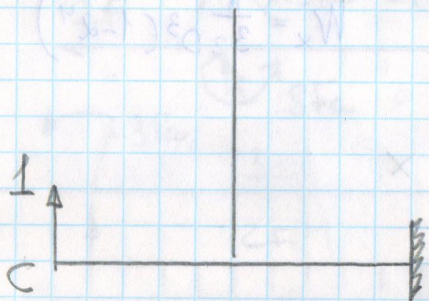
$$\frac{8}{Fa} \cdot 0,1 d^3 (1-0,8^4) \leq 150 \cdot 10^0$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{0,1 (1-0,8^4) \cdot 150 \cdot 10^6}} = 4,5 \text{ cm}$$

Uz Ra40: $D = 4,5 \text{ cm}$

$$d = \alpha D = 3,6 \text{ cm}$$

$$\alpha = 0,8$$



$$V_c = \frac{1}{EJ_x} [W_1 \eta_1 - W_2 \eta_2] = \frac{1}{EJ_x} \left[\frac{1}{2} 2Fa \cdot 2a - \frac{2}{3} 2a \cdot 2a - \frac{1}{2} 3Fa \cdot 3a \left(2a + \frac{1}{3} 3a \right) \right]$$

$$= \frac{Fa^3}{EJ_x} \left[\frac{8}{3} - \frac{3 \cdot 27}{2} \right] = -\frac{65}{6} \cdot \frac{F \cdot a^3}{EJ_x} = -\frac{6}{6}$$

$$= \frac{1 \cdot 10 \cdot 0,1^3}{72 \cdot 10^9 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 10^{-8}} = -1,24 \text{ mm}$$

$$J_x = \frac{\pi}{64} D^4 (1-\alpha^4) = 0,05 \cdot 4,5^4 (1-0,8^4)$$

$$G_{\max}^u = \frac{8Fa}{W_x} = \frac{8 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{0,1 (4,5 \cdot 10^{-2})^3 (1-0,8^4)} = 149 \text{ MPa}$$

$$G_{\max}^p = \frac{V_{\max}}{A} = \frac{2F}{\frac{\pi}{4} D^2 (1-\alpha^2)} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 10^3}{\frac{\pi}{4} (4,5 \cdot 10^{-2})^2 (1-0,8^2)}$$

$$= 3,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 3,5 \text{ MPa}$$

