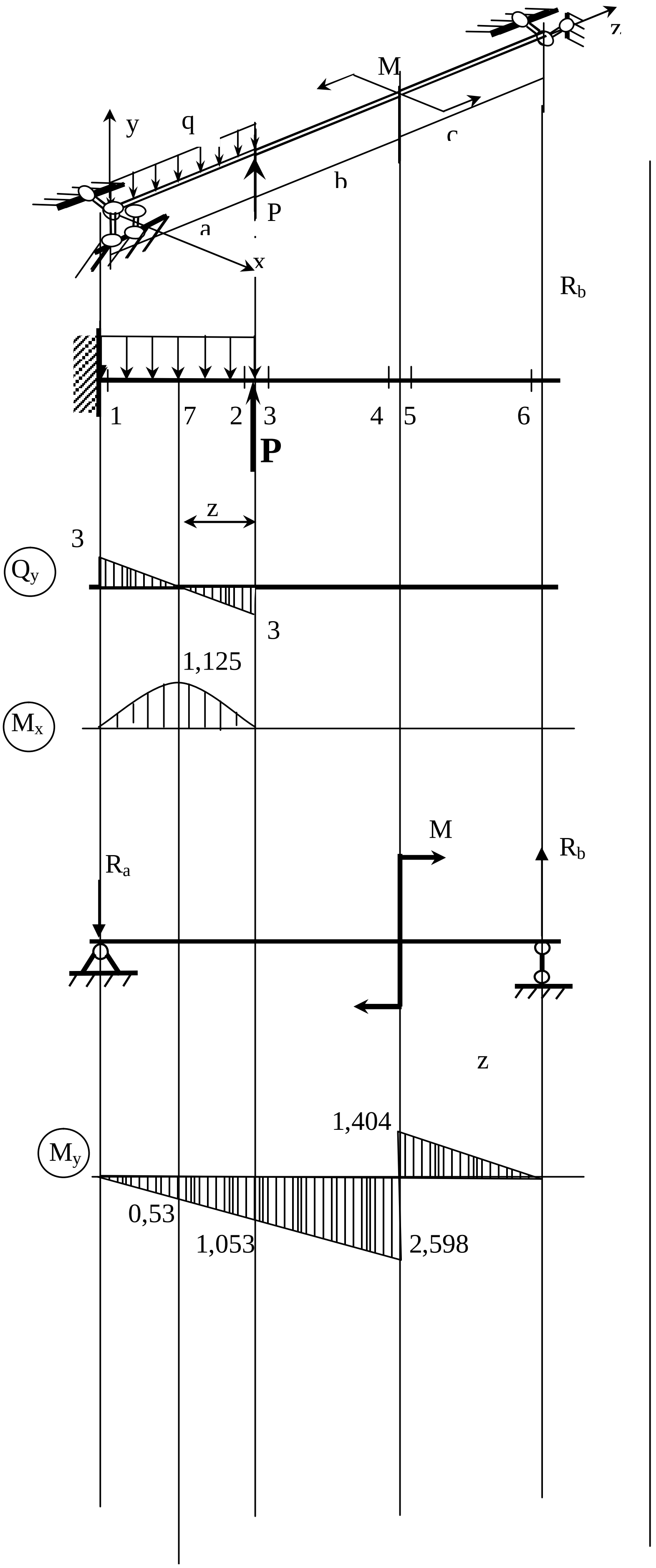
Для заданої балки визначити найбільші нормальні напруження та побудувати епюру напружень в небезпечному перерізі

$a = 1{,}5$м; $b = 2{,}2$м; $c = 1{,}2$ м; $P = 3$кН; $M = 4$кН·м; $q = 4$ кН/м



1 Прикладываем силы, которые действуют в вертикальной плоскости.
Строим эпюру сил
Q_2=-P=-3 кН; Q_1= –P+qa= –3+4·1,5=3 кН;

Значення моментов в характерных сечениях равны:

$$M_1 = P \cdot a - q \cdot \frac{a^2}{2} = 3 \cdot 1{,}5 - 4 \cdot \frac{1{,}5^2}{2} = 0 \text{ кНм}$$

$$z = \frac{3}{4} = 0{,}75 \text{ м};$$

$$M_{\max} = P \cdot z - q \cdot \frac{z^2}{2} = 3 \cdot 0{,}75 - 4 \cdot \frac{0{,}75^2}{2} = 1{,}125 \text{ кНм}$$

Прикладываем силы, которые действуют в горизонтальной плоскости.
Определяем реакции опор и строим эпюри Qx і My

$$\sum M_B = 0; \quad R_A^{Г} \cdot (a+b+c) - M = 0;$$

$$\sum M_A = 0; \quad R_B \cdot (a+b+c) - M = 0$$

$$R_B = \frac{4}{1{,}5+2{,}2+2} = \frac{4}{5{,}7} = 0{,}702 kH$$

$$R_A = 0{,}702 \ kH$$

Значення моментов в характерных сечениях равны:
M_1 = 0; M_2 = M_3 = -0,702*1,5 = -1,053 кНм
M_4 = -0,702*(1,5+2,2) = -2,598 кНм
M_5 = 0,702*2=1,404 кНм;
M_7 = 0,702*0,75=0,53 кНм;

3.Анализируем эпюри Mx и My, вибираем опасное сечение.
Mx = 1,125 кНм, My = 0,53кНм;

С сортамента виписываем необходимые геометрические характеристики для двутавра 18: H=18 см; B=9 см; F=23,4 см^2, J_x=1290 см^4, J_y = 82,6см^4.

Для полосы 170×14

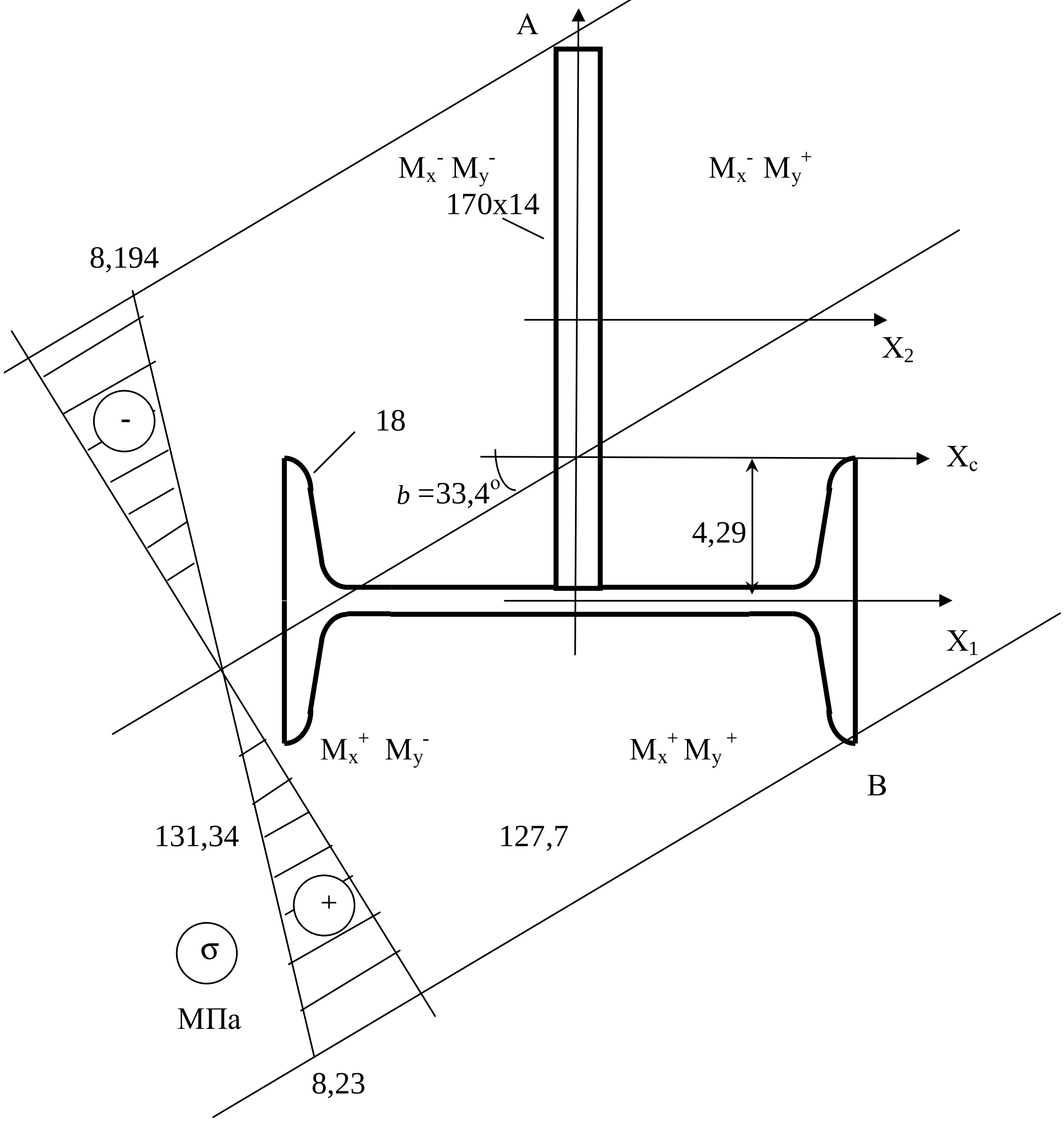
$$F = 17*1{,}4 = 23{,}8 см^2$$

$$J_x = \frac{1{,}4*17^3}{12} = 573{,}18 см^4$$

$$J_y = \frac{1{,}4^3*17}{12} = 3{,}89 см^4$$

Положение центра тяжести сечения (начало отсчета принимаем в центре тяжести двотавра)

$$y_c = \frac{23{,}8*(17/2)}{23{,}4+23{,}8} = 4{,}29 см$$



Находим моменты инерции сечения по формуле

$$J_{X_C} = \sum_{i=1}^{n} [J_{X_{C_i}} + a_i{}^2 F_i] .$$

Тут $J_{xc}i$ - моменты инерции каждой из фигур относительно собственных осей $X_c i$;

ai – расстояние между осями Xc и Xci

$$J_{xc} = 82{,}6 + 4{,}29^2 * 23{,}4 + 873{,}18 + (8{,}5 - 4{,}29)^2 * 23{,}8 = 1808{,}27\ см^4$$

$$J_{yc} = \sum_{i=1}^{n}(J_{yc_i} + b_i^2 F_i) = 1290 + 3{,}89 = 1293{,}89\ см^4$$

Определяем положение нейтральной оси

$$tgb = \left|\frac{M_y}{M_x}\right| \cdot \frac{I_x}{I_y} = \left|\frac{0{,}53}{1{,}125}\right| \cdot \frac{1808{,}27}{1293{,}89} = 0{,}658$$

Откуда: $b = 33{,}4^o$

Находим напряжения в наиболее удаленных точках A и B.

$$y_A = 17 - 4{,}29 = 12{,}71\ см$$

$$X_A = \frac{1{,}4}{2} = 0{,}7\ см$$

$$s_A = \frac{M_X \cdot y_A}{J_X} + \frac{M_y \cdot X_A}{J_y} = \frac{1{,}125 * 10^{-3} * 12{,}71 * 10^{-2}}{1808{,}27 * 10^{-8}} +$$

$$+ \frac{0{,}53 * 10^{-3} * 0{,}7 * 10^{-2}}{1293{,}89 * 10^{-8}} = 8{,}194\ МПа$$

$$y_B = \frac{4}{2} - 7{,}96 + 2{,}6 = 6{,}64\ см; \quad X_B = \frac{20}{2} = 10\ см$$

$$s_B = \frac{M_X \cdot y_B}{J_X} + \frac{M_y \cdot X_B}{J_y} = \frac{1{,}125 * 10^{-3} * 6{,}64 * 10^{-2}}{1808{,}27 * 10^{-8}} +$$

$$+ \frac{0{,}53 * 10^{-3} * 10 * 10^{-2}}{1293{,}89 * 10^{-8}} = 8{,}23\ МПа$$