

Пример. Определим положение центра тяжести сечения, состоящего из простых геометрических фигур (рис. 9).

Дано:  $a = 2.0$  м;  $b = 3.0$  м;  $h_1 = 4.0$  м;  $h_2 = 3.0$  м;  $d = 2.0$  м.

Определить:  $X_C$ ;  $Y_C$ .

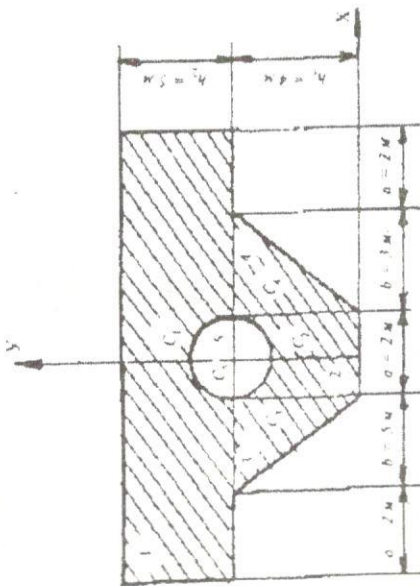


Рис. 9

Решение:

1. Чертим сечение в масштабе 1:200 (рис. 9).
2. Разбиваем сечение на пять фигур: два прямоугольника, два треугольника и круг. Они обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5.
3. Укажем центры тяжести простых фигур: точки  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5$ .
4. Выбираем систему координат. Ось  $X$  проведем через нижнюю грань сечения, а ось  $Y$  совместим с осью симметрии сечения.
5. Определяем координаты центров тяжести отдельных фигур:

$$m C_1 X_1; Y_1 = h_1; \frac{h_2}{2} = 4 + \frac{3}{2} = 5.5 \text{ м};$$

$$m C_2 X_2 = 0; Y_2 = \frac{h_2}{2} = 2 \text{ м};$$

$$m C_3 X_3 = -\frac{b}{3} = -1.0 \text{ м}; Y_3 = \frac{2}{3} * h_1 = \frac{2}{3} * 4 = 2.67 \text{ м};$$

$$m C_4 X_4 = \frac{b}{3} = 1.0 \text{ м}; Y_4 = \frac{2}{3} * h_1 = \frac{2}{3} * 4 = 2.67 \text{ м};$$

$$m C_5 X_5 = 0; Y_5 = h_1 = 4 \text{ м}.$$

7. Вычисляем площадь отдельных фигур:

$$A_1 = (3 * a + 2 * b) h_2 = 12 * 3 = 36 \text{ м}^2;$$

$$A_2 = a * h_1 = 2 * 4 = 8 \text{ м}^2;$$

$$A_3 = A_1 = \frac{1}{2} * b * h_1 = \frac{1}{2} * 3 * 4 = 6 \text{ м}^2;$$

$$A_4 = -\frac{\pi * d^2}{4} = -\frac{3.14 * 2^2}{4} = -3.14$$

(Площадь отверстия считаем отрицательной.)

Тогда площадь всей фигуры:

$$A = \sum A_R = 36 + 8 + 2 * 6 - 3.14 = 52.86 \text{ м}^2.$$

8. Вычисляем статические моменты площади относительно координатных осей:

$$S_y = \sum X_R * A_R = 0 * 36 + 0 * 8 - 1 * 6 + 1 * 6 - 0 * 3.14 = 0;$$

$$S_x = \sum Y_R * A_R = 5.5 * 36 + 2 * 8 + 2 * 2.67 * 6 - 4 * 3.14 = 233.5 \text{ м}^3.$$

9. Вычисляем координаты центра тяжести сечения по формулам:

$$X_C = \frac{S_y}{A}; \quad Y_C = \frac{S_x}{A}$$

Получаем в нашей задаче:

$$X_C = 0; \quad Y_C = \frac{233.5}{52.86} = 4.42 \text{ м}$$

10. Показываем на рис. 9 положение центра тяжести сечения  $C$  и проводим центральные оси  $XU, YV$ . Проверку правильности решения можно осуществить, вычислив статический момент площади относительно центральной оси  $X_C$ . Он должен быть равен нулю. Получаем:

$$S_{AC} = 1.08 * 36 - 2.42 * 8 - 0.42 * 6 - 0.42 * (-3.14) = 40.20 - 40.26 = -0.06.$$

Погрешность:  $\delta = \frac{0.06}{40.26} * 100 \% = 0.15 \%$ .

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

Задача №1 По оси ступенчатого бруса приложены силы  $F_1$  и  $F_2$ . Необходимо построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений, определить абсолютную деформацию бруса (рис. 10). Принять  $E = 2.1 * 10^8$  МПа. Данные для задачи своего варианта взять из таблицы 5.

Таблица 5

Алфавит	1	2	3	4	5	6	7
Схема	$F_1, \text{кН}$	$F_2, \text{кН}$	$l_1, \text{м}$	$l_2, \text{м}$	$l_3, \text{м}$	$l_4, \text{м}$	$A, \text{см}^2$
АКФ	1	20	30	1.0	1.2	1.4	4.0
БЛХ	2	50	40	1.2	1.4	1.6	6.0
ВМЦ	3	20	40	1.4	1.6	1.8	3.5
ГПЧ	4	60	20	1.6	1.8	2.0	4.5
ДОТ	5	25	35	1.8	1.6	1.4	4.0
ЕПЦ	6	35	55	2.0	1.4	1.2	6.5
ЕР	7	40	60	1.8	2.0	2.4	7.5
ЖСЭ	8	50	40	1.6	1.4	1.2	6.0
ЗГО	9	30	50	1.4	1.2	1.0	5.0
ИУЯ	10	15	40	1.2	1.4	1.6	4.0