<u>Расчетно-графическая работа №3</u>

Определение геометрических характеристик сложных сечений

Для составного поперечного сечения, изображенного на рис. 1, состоящего из двутавра, швеллера, уголка, заданных в таблице 1, требуется:

1) определить положение центра тяжести;

2) найти величину осевых моментов инерции относительно центральных осей и полярный момент инерции относительно центра тяжести сечения;

3) определить направление главных центральных осей;

4) найти величину моментов инерции относительно главных центральных осей;

5) определить осевые радиусы инерции сечения.

6) вычертить сечение в масштабе 1:2, эллипс инерции, указать все размеры в числах и все оси.

При расчете все необходимые данные следует взять из таблицы 2 и сортамента.

Таблица 1

№ варианта	**Схема сечения**	**Швеллер №**	**Равнобокий уголок №**	**Двутавр №**
1	1	14	8(8)	-
2	2	16	8(6)	-
3	3	20	9(7)	-
4	4	24	10(8)	-
5	5	33	-	24
6	6	-	14(10)	10
7	7	30	-	16
8	8	30	14(10)	-
9	9	10	2,5(3)	-
10	10	-	7,5(8)	10
11	1	16	9(7)	-
12	2	14	8(8)	-
13	3	33	10(8)	-
14	4	30	9(7)	-
15	5	14	-	10
16	6	-	25	60
17	7	33	-	16
18	8	18	8(7)	-
19	9	18	8(7)	-
20	10	-		
21	1	30	10(8)	-
22	2	16	7,5(8)	-
23	3	14	9(7)	-
24	4	30	8(8)	-
25	5	18	-	10
26	6	-	7,5(8)	10

27	7	30	-	18
28	8	14	7,5(7)	-
29	9	33	14(10)	-
30	10	-	14(12)	20

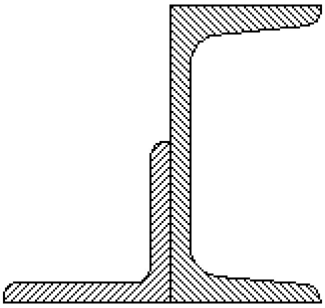


Схема 1

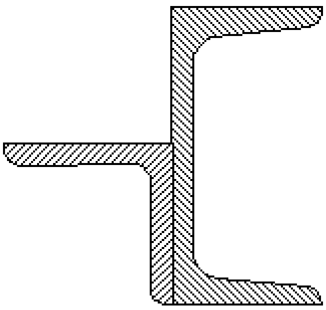


Схема 2

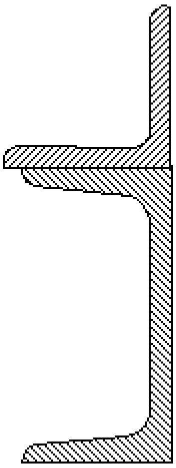


Схема 3

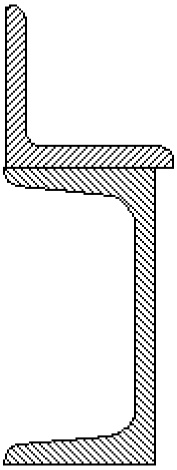


Схема 4

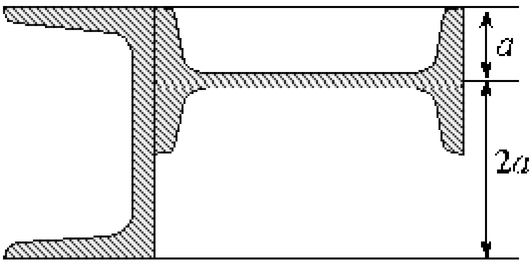


Схема 5

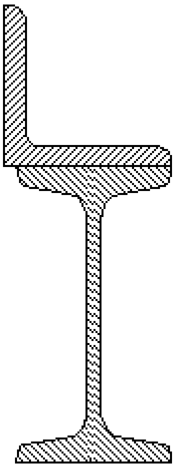
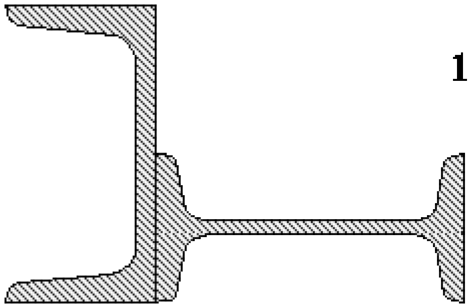


Схема 6



1

Схема 7

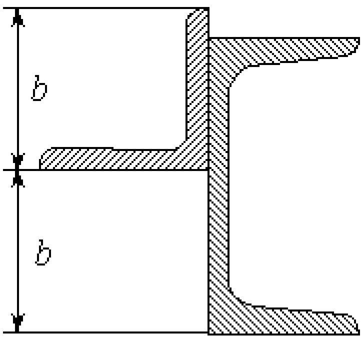


Схема 8

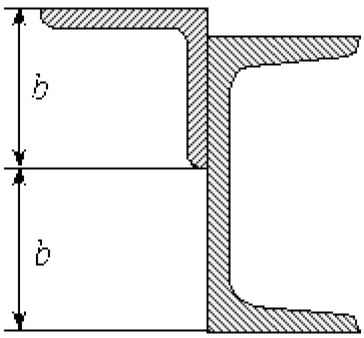


Схема 9

8

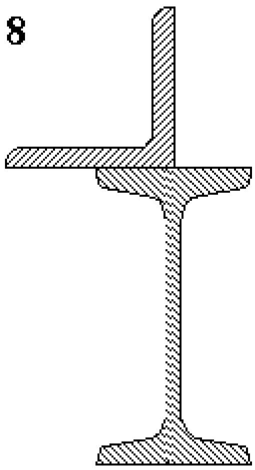


Схема 10

Рисунок 1

Пример решения задачи

Для составного поперечного сечения, состоящего из неравнобокого уголка 11/7 (6,3) и равнобокого уголка №8 (6), требуется:

1) определить положение центра тяжести;

2) найти величину осевых моментов инерции относительно центральных осей и полярного момента инерции;

3) определить направление главных центральных осей;

4) найти величину моментов инерции относительно главных центральных осей;

5) определить осевые радиусы инерции сечения.

6) вычертить сечение в масштабе 1:2, эллипс инерции, указать все размеры в числах и все оси.

1). Определяем координаты центра тяжести сложного сечения, зная координаты центров тяжести составляющих элементов сложного сечения и их площади:

$$x_c = \frac{\sum S_y}{\sum F} = \frac{x_{I0} \cdot F_I + (b_I + x_{II0}) \cdot F_{II}}{F_I + F_{II}} =$$

$$= \frac{5{,}42\text{см} \cdot 11{,}4\text{см}^2 + (7\text{см} + 2{,}19\text{см}) \cdot 9{,}38\text{см}^2}{11{,}4\text{см}^2 + 9{,}38\text{см}^2} = 7{,}12\text{см}$$

$$y_c = \frac{\sum S_x}{\sum F} == \frac{y_{I0} \cdot F_I + (B_I - b_{II} + y_{II0}) \cdot F_{II}}{F_I + F_{II}} =$$

$$= \frac{3{,}55\text{см} \cdot 11{,}4\text{см}^2 + (11\text{см} - 8\text{см} + 2{,}19\text{см}) \cdot 9{,}38\text{см}^2}{11{,}4\text{см}^2 + 9{,}38\text{см}^2} = 4{,}29\text{см}$$

Графическая проверка: выполняется (центр тяжести сложного сечения С лежит на прямой C_1C_2, соединяющей центры тяжести элементов сложного сечения).

2). Моменты инерции относительно центральных осей определяем по формулам перехода к параллельным осям, зная центральные моменты инерции элементов сложного сечения.

Осевые моменты инерции неравнобокого уголка относительно центральных осей сложного сечения:

$$I_{xIc} = I_{xIc1} + (y_c - y_{I0})^2 F_I = 142\text{см}^4 + (4{,}29\text{см} - 3{,}55\text{см})^2 \cdot 11{,}4\text{см}^2 =$$

$$= 148{,}24\text{см}^4$$

$$I_{yIc} = I_{yIc1} + (x_c - x_{I0})^2 F_I = 45{,}6\text{см}^4 + (7{,}12\text{см} - 7\text{см})^2 \cdot 11{,}4\text{см}^2 = 45{,}76\text{см}^4$$

Центробежный момент инерции неравнобокого уголка относительно центральных осей сложного сечения:

$$I_{xyIc} = I_{xyIc1} + (y_c - y_{I0})(x_c - x_{I0})F_I = 46{,}8\text{см}^4 + (4{,}29\text{см} - 3{,}55\text{см}) \cdot$$

$$\cdot (7{,}12\text{см} - 7\text{см}) \cdot 11{,}4\text{см}^2 = 47{,}81\text{см}^4$$

Осевые моменты инерции равнобокого уголка относительно центральных осей сложного сечения:

$$I_{xIIc} = I_{xIIc2} + (B_I - b_{II} + y_{II0} - y_c)^2 F_{II} = 57см^4 + (11см - 8см + 2{,}19см - 4{,}29см)^2 \cdot$$
$$\cdot 9{,}38см^2 = 64{,}6см^4$$

$$I_{yIIc} = I_{yIIc2} + (x_{II0} - x_c + b_I)^2 F_{II} = 57см^4 + (2{,}19см - 7{,}12см + 7см)^2 \cdot$$
$$\cdot 9{,}38см^2 = 97{,}19см^4$$

Центробежный момент инерции равнобокого уголка относительно центральных осей сложного сечения:

$$I_{xyIIc} = I_{xyIIc2} + (B_I - b_{II} + y_{II0} - y_c)(x_{II0} - x_c + b_I)F_{II} = 33{,}4см^4 +$$
$$+ (11см - 8см + 2{,}19см - 4{,}29см) \cdot (2{,}19см - 7{,}12см + 7см) \cdot 9{,}38см^2 = 50{,}87см^4$$

Осевые моменты инерции сложного сечения относительно центральных осей:

$$I_{xc} = I_{xIc} + I_{xIIc} = 148{,}24см^4 + 64{,}6см^4 = 212{,}84см^4$$
$$I_{yc} = I_{yIc} + I_{yIIc} = 45{,}76см^4 + 97{,}19см^4 = 142{,}95см^4 .$$

Центробежный момент инерции сложного сечения относительно центральных осей:

$$I_{xyc} = I_{xyIc} + I_{xyIIc} = 47{,}81см^4 + 50{,}87см^4 = 98{,}68см^4$$

Полярный момент инерции:

$$I_\rho = I_{xc} + I_{yc} = 212{,}84см^4 + 142{,}95см^4 = 355{,}79см^4$$

3) Определяем угол наклона α_0 главных центральных осей x_0 и y_0 относительно центральных осей x_c y_c.

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg}\left(\frac{2 \cdot I_{xyc}}{I_{yc} - I_{xc}}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{2 \cdot 98{,}68см^4}{142{,}95см^4 - 212{,}84см^4}\right) = -70{,}5^\circ$$

4) Моменты инерции относительно главных центральных осей x_0y_0.

$$I_{x0} = I_{xc}\cos^2(\alpha_0) + I_{yc}\sin^2(\alpha_0) - I_{xyc}\sin(2\alpha_0) =$$
$$= 212{,}84см^4 \cdot \cos^2(-70{,}5^\circ) + 142{,}95см^4 \cdot \sin^2(-70{,}5^\circ) -$$
$$- 98{,}68см^4 \cdot \sin(2 \cdot (-70{,}5^\circ)) = 212{,}83см^4$$

$$I_{y0} = I_{xc}\sin^2(\alpha_0) + I_{yc}\cos^2(\alpha_0) + I_{xyc}\sin(2\alpha_0) =$$
$$= 212{,}84см^4 \cdot \sin^2(-70{,}5^\circ) + 142{,}95см^4 \cdot \cos^2(-70{,}5^\circ) +$$
$$+ 98{,}68см^4 \cdot \sin(2 \cdot (-70{,}5^\circ)) = 143{,}04см^4$$

5) Осевые радиусы инерции сечения:

$$i_{x0} = \sqrt{\frac{I_{x0}}{F}} = \sqrt{\frac{212{,}83см^4}{11{,}4см^2 + 9{,}38см^2}} = 3{,}2см$$

$$i_{y0} = \sqrt{\frac{I_{y0}}{F}} = \sqrt{\frac{143{,}04\text{см}^4}{11{,}4\text{см}^2 + 9{,}38\text{см}^2}} = 2{,}62\text{см}$$

б)