

# **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА**

## **Геометрические характеристики плоских сечений**

***Цель работы:***

***Определить главные центральные моменты инерции сечения, имеющего одну ось симметрии.***

***В задании принять  $a=2\text{см}$ ,  $b=3\text{см}$ .***

## Рекомендации по выполнению работы

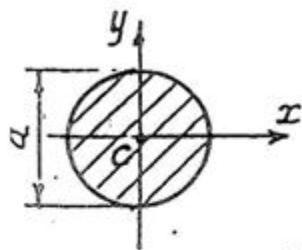
1. Момент инерции сложной фигуры является суммой моментов инерции частей, на которые ее разбивают. Разбить заданную фигуру на простейшие части, для каждой определить главные центральные моменты инерции по известным формулам.

2. Моменты инерции вырезов и отверстий можно представить отрицательными величинами.

3. Заданные сечения симметричны, главные центральные оси совпадают с осями симметрии составного сечения.

4. Моменты инерции частей, чьи главные центральные оси не совпадают с главными центральными осями сечения в целом, пересчитывают с помощью формулы для моментов инерции относительно параллельных осей. Расстояние между параллельными осями определить по чертежу.

# Геометрические характеристики простых сечений



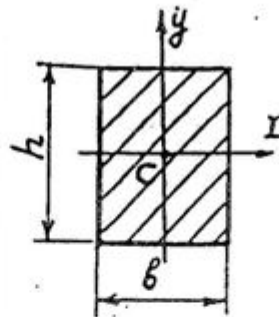
$$A = \frac{\pi d^2}{4};$$

$$J_p = \frac{\pi d^4}{32};$$

$$J_x = J_y = \frac{\pi d^4}{64};$$

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}; \quad W_x = W_y = \frac{\pi d^3}{32};$$

$$i_x = i_y = \frac{d}{4}$$



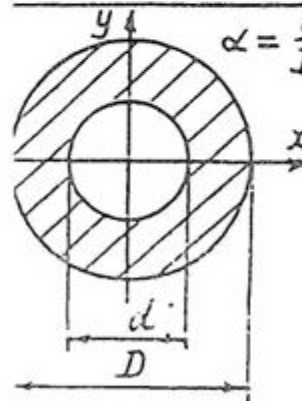
$$A = bh;$$

$$J_x = \frac{bh^3}{12}; \quad J_y = \frac{hb^3}{12};$$

$$W_x = \frac{bh^2}{6};$$

$$W_y = \frac{hb^2}{6};$$

$$i_x = \frac{h}{\sqrt{12}} = 0,289h; \quad i_y = \frac{b}{\sqrt{12}} = 0,289b$$



$$\alpha = \frac{d}{D} \quad A = \frac{\pi D^2}{4} (1 - \alpha^2);$$

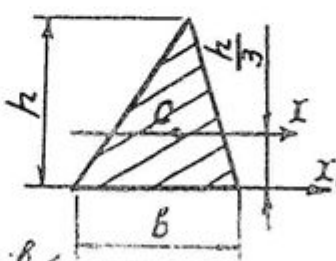
$$J_p = \frac{\pi D^4}{32} (1 - \alpha^4);$$

$$J_x = J_y = \frac{\pi D^4}{64} (1 - \alpha^4);$$

$$W_p = \frac{\pi D^3}{16} (1 - \alpha^4);$$

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

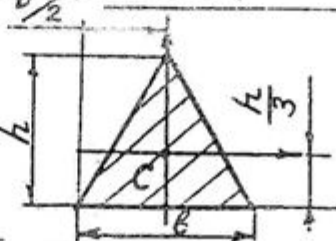
$$i_x = i_y = \frac{D}{4} \sqrt{1 - \alpha^2}$$



$$A = \frac{bh}{2};$$

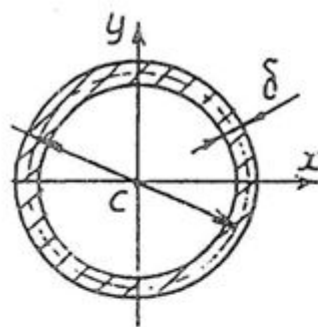
$$J_x = \frac{bh^3}{36};$$

$$J_{x_1} = \frac{bh^3}{12}$$



$$A = \frac{bh}{2};$$

$$J_x = \frac{bh^3}{36}; \quad J_y = \frac{hb^3}{48}$$



$$A = \pi d_0 \delta; \quad \delta \leq 0,1 d_0$$

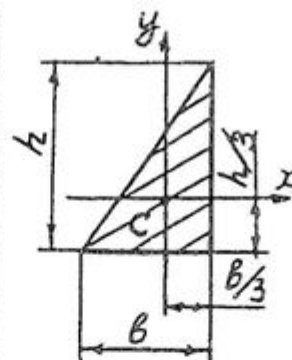
$$J_p = \frac{\pi d^3 \delta}{4};$$

$$J_x = J_y = \frac{\pi d^3 \delta^3}{8};$$

$$W_p = \frac{\pi d_0^2 \delta}{2};$$

$$W_x = \frac{\pi d_0^2 \delta}{4}$$

$$i_x = i_y = \frac{d_c}{\sqrt{8}} = 0,354 d_0;$$

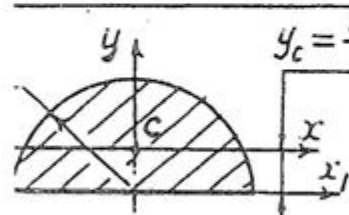


$$A = \frac{b h}{2};$$

$$J_x = \frac{b h^3}{36};$$

$$J_y = \frac{h b^3}{36};$$

$$J_{xy} = \frac{b^2 h^2}{72}$$



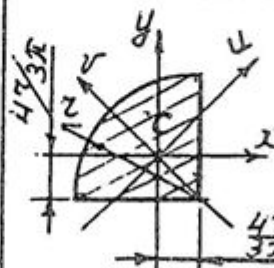
$$y_c = \frac{4z}{3\pi} = 0,424z$$

$$A = \frac{\pi z^2}{2};$$

$$J_x = 0,110 z^4;$$

$$J_{x_1} = J_y = \frac{\pi z^4}{8} = \frac{\pi d^4}{128}; \quad d = 2z;$$

$$i_x = 0,264 z; \quad i_y = \frac{z}{2}$$



$$A = \frac{\pi z^2}{4};$$

$$J_x = J_y = 0,0549 z^4;$$

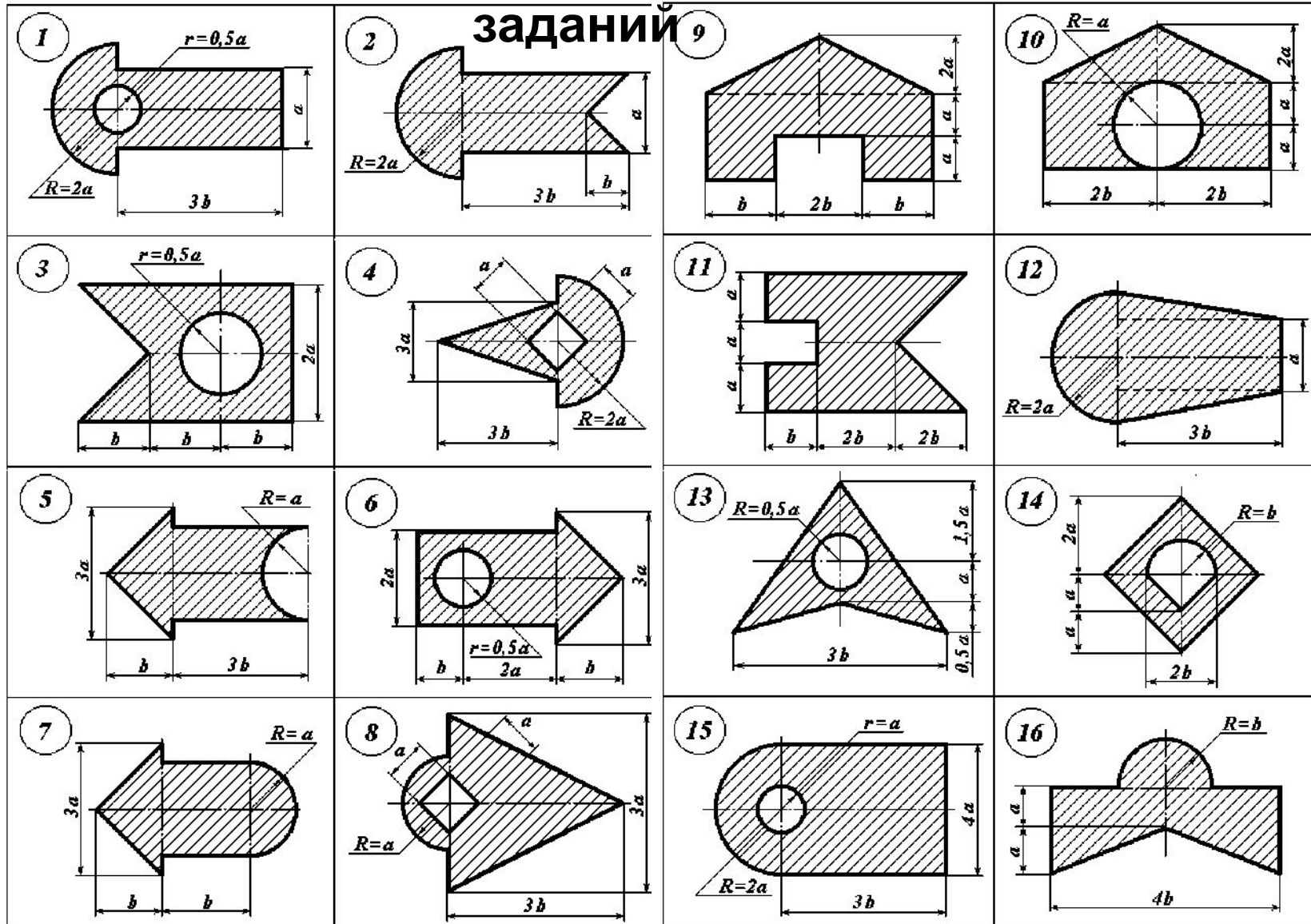
$$J_{xy} = 0,0165 z^4$$

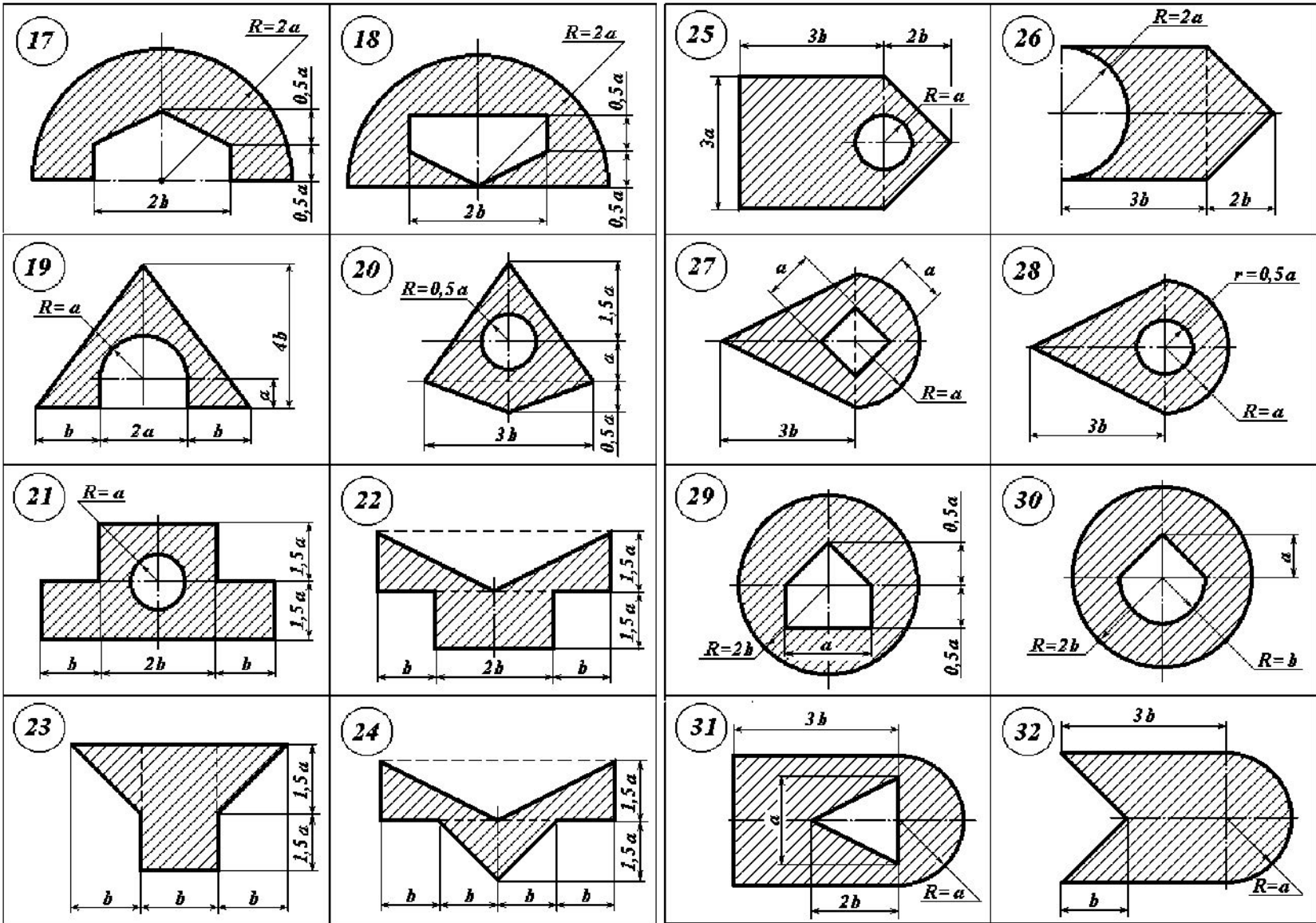
$$J_{u \min} = 0,0384 z^4;$$

$$J_{v \max} = 0,0714 z^4$$

# Варианты

## заданий







# Пример (вариант 16)

Геометрические характеристики плоских сечений

Зная стр-ю и размеры центрального момента инерции сечения  $16 \text{ км}^4$

$b = 2 \text{ см}$   
 $h = 3 \text{ см}$

1) Разбить сечение на простые фигуры и определить сечение и моменты инерции

3) Оп-и площадь и положение центра тяжести отдельной фигуры и сечения вписан

$$A_1 = 12 \cdot 2 = 24 \text{ см}^2$$

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 2 = 12 \text{ см}^2$$

$$A_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 3^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 9 = 7,065 \text{ см}^2$$

$$A = 43,065 \text{ см}^2$$

Выберем вспомогательную систему координат для опред-я центра тяжести сечения

$C_1$  - центр тяжести прямоугольника  
 $C_2$  - центр масс  $\Delta$   
 $C_3$  - центр масс полуокружности

$$x_c = \frac{\sum S y_c}{A} = \frac{x_1 A_1 - x_2 A_2 + x_3 A_3}{A} = \frac{0 \cdot 24 + 0 \cdot 12 + 0 \cdot 7,065}{43,065} = 0$$

$$y_c = \frac{\sum S x_c}{A} = \frac{y_1 A_1 - y_2 A_2 + y_3 A_3}{A} = \frac{2 \cdot 24 - 0,667 \cdot 12 + 3,14 \cdot 7,065}{43,065} = 3,14$$

2) Оп-и центр масс сечения

3) Оп-и момент инерции сечения

1) Определим момент инерции сечения относительно осей  $x_c, y_c$

$$I_{xc} = \frac{12 \cdot 2^3}{12} = 8 \text{ см}^4$$

$$I_{yc} = \frac{12 \cdot 2^3}{12} - 4 \cdot \frac{12^3}{12} = 576 \text{ см}^4$$

$$I_{xc} = \frac{12 \cdot 2^3}{36} = 2,667 \text{ см}^4$$

$$I_{yc} = \frac{2 \cdot 12^3}{48} = 72 \text{ см}^4$$

$$I_{xc} = 0,110 \cdot 3^4 = 3,91 \text{ см}^4$$

$$I_{yc} = \frac{\pi \cdot 3^4}{4} = 31,79 \text{ см}^4$$

2) Определим момент инерции сечения вписан

$$I_{xc} = I_{xc1} - I_{xc2} + I_{xc3} = (I_{xc1} + y_{c1}^2 A_1) - (I_{xc2} + y_{c2}^2 A_2) + (I_{xc3} + y_{c3}^2 A_3) = (8 + 1,56^2 \cdot 24) - (2,667 + 2,89^2 \cdot 12) + (3,91 + 1,31^2 \cdot 7,065) = 128,14 \text{ см}^4$$

3) Определим момент инерции сечения относительно осей  $x, y$

$$I_{xc} = I_{xc1} - I_{xc2} + I_{xc3} = (I_{xc1} + C_1^2 A_1) - (I_{xc2} + C_2^2 A_2) + (I_{xc3} + C_3^2 A_3) = 576 - 72 + 31,79 = 535,79 \text{ см}^4$$