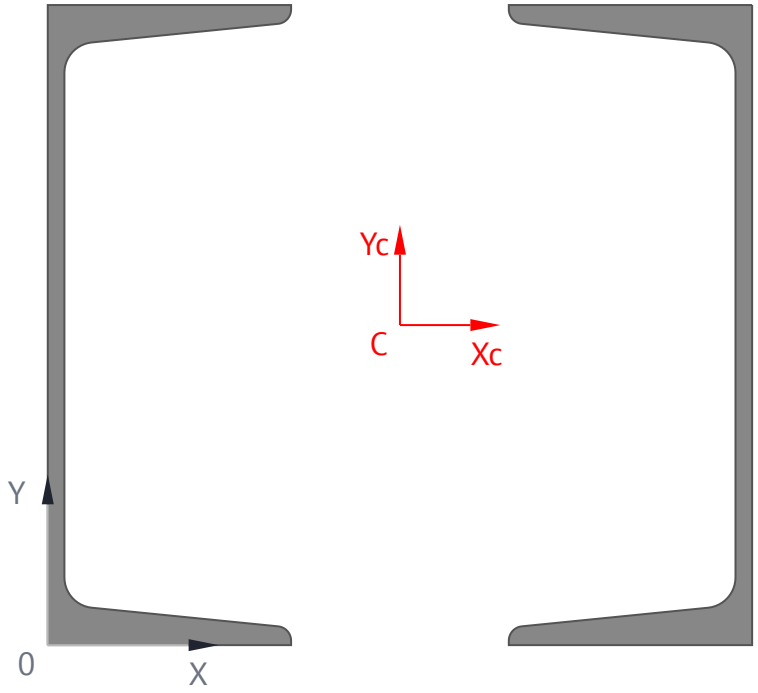
Расчет геометрических характеристик



Площадь сечения

Суммарную площадь фигуры вычислим по формуле:

$$A = A_1 + A_2$$

где: A_1 - площадь швеллера №1, A_2 - площадь швеллера №2.

A_1 = 23.39 (см^2) – данные получены из справочника: Швеллеры с уклоном полок по ГОСТ 8240-97

A_2 = 23.39 (см^2) – данные получены из справочника: Швеллеры с уклоном полок по ГОСТ 8240-97

Получим, A = 23.39 + 23.39 = 46.78 (см^2)

Статические моменты

Обозначим начало координат в самой левой нижней точке сечения. Тогда статический момент сложной фигуры относительно оси Ox равен сумме статических

моментов простых фигур составляющих эту фигуру.

$$S_x = S_x^{(1)} + S_x^{(2)}$$

где $S_x^{(1)}$ - статический момент швеллера №1 отн. оси Ox; $S_x^{(2)}$ - статический момент швеллера №2 отн. оси Ox.

$$S_x^{(1)} = A_1 \times y_c^{(1)} = 23.39 \times 10 = 233.9 \text{ (см}^3\text{)}$$
$$S_x^{(2)} = A_2 \times y_c^{(2)} = 23.39 \times 10 = 233.9 \text{ (см}^3\text{)}$$

где $y_c^{(1)}$ - расстояние от центра тяжести швеллера №1 до оси Ox (по оси Oy), $y_c^{(2)}$ - расстояние от центра тяжести швеллера №2 до оси Ox (по оси Oy).

Получим, $S_x = 233.9 + 233.9 = 467.8$ (см^3)

Статический момент сложной фигуры относительно оси Oy равен сумме статических моментов простых фигур составляющих эту фигуру.

$$S_y = S_y^{(1)} + S_y^{(2)}$$

где $S_y^{(1)}$ - статический момент швеллера №1 отн. оси Oy; $S_y^{(2)}$ - статический момент швеллера №2 отн. оси Oy.

$$S_y^{(1)} = A_1 \times x_c^{(1)} = 23.39 \times 2.07 = 48.417 \text{ (см}^3\text{)}$$
$$S_y^{(2)} = A_2 \times x_c^{(2)} = 23.39 \times 19.93 = 466.163 \text{ (см}^3\text{)}$$

где $x_c^{(1)}$ - расстояние от центра тяжести швеллера №1 до оси Oy (по оси Ox), $x_c^{(2)}$ - расстояние от центра тяжести швеллера №2 до оси Oy (по оси Ox).

Получим, $S_y = 48.417 + 466.163 = 514.58$ (см^3)

Центр тяжести

Зная площадь сечения и его статические моменты можно определить координаты центра тяжести по следующим формулам:

$$x_c = S_y / A = 514.58 / 46.78 = 11 \text{ (см)}$$
$$y_c = S_x / A = 467.8 / 46.78 = 10 \text{ (см)}$$

Значения координат получены относительно выбранного начала координат O. На схеме центр тяжести обозначен точкой С.

Моменты инерции

Моменты инерции будем вычислять относительно центральных осей фигуры (центра тяжести).

$$I_{xc} = I_{xc}^{(1)} + I_{xc}^{(2)}$$

где: $I_{xc}^{(1)}$ - осевой центральный момент инерции швеллера №1 отн. оси X_c; $I_{xc}^{(2)}$ - осевой центральный момент инерции швеллера №2 отн. оси X_c.

Вычислим осевой центральный момент инерции швеллера №1 отн. оси X_c по формуле:

$$I_{xc}^{(1)} = I'_x{}^{(1)} + y_1{}^2 \times A_1$$

где: $I'_x{}^{(1)}$ - осевой момент инерции швеллера №1 относительно собственного центра тяжести, y_1 - расстояние от центра тяжести швеллера №1 до оси Xc (по оси Yc);

$I'_x{}^{(1)} = 1521.5$ (см^4) – данные получены из справочника: Швеллеры с уклоном полок по ГОСТ 8240-97

$$I_{xc}^{(1)} = 1521.5 + (10 - 10)^2 \times 23.39 = 1521.5 \text{ (см}^4\text{)}$$

Вычислим осевой центральный момент инерции швеллера №2 отн. оси X_c по формуле:

$$I_{xc}^{(2)} = I'_x{}^{(2)} + y_2{}^2 \times A_2$$

где: $I'_x{}^{(2)}$ - осевой момент инерции швеллера №2 относительно собственного центра тяжести, y_2 - расстояние от центра тяжести швеллера №2 до оси Xc (по оси Yc).

$$I'_x{}^{(2)} = I_x^{(2)} \times cos^2(\alpha) + I_y^{(2)} \times sin^2(\alpha) + I_{xy}^{(2)} \times sin(2 \times \alpha),$$

где: $I_x^{(2)} = 1521.5$ (см^4), $I_y^{(2)} = 113.46$ (см^4), $I_{xy}^{(2)} = 0$ (см^4) – данные получены из справочника: Швеллеры с уклоном полок по ГОСТ 8240-97

$$I'_x{}^{(2)} = 1521.5 \times cos^2(180) + 113.46 \times sin^2(180) + 0 \times sin(2 \times 180) = 1521.5 \text{ (см}^4\text{)}$$

$$I_{xc}^{(2)} = 1521.5 + (10 - 10)^2 \times 23.39 = 1521.5 \text{ (см}^4\text{)}$$

Получим, $I_{xc} = 1521.5 + 1521.5 = 3043$ (см^4)

$$I_{yc} = I_{yc}^{(1)} + I_{yc}^{(2)}$$

где: $I_{yc}^{(1)}$ - осевой центральный момент инерции швеллера №1 отн. оси Y_c; $I_{yc}^{(2)}$ - осевой центральный момент инерции швеллера №2 отн. оси Y_c.

Вычислим осевой центральный момент инерции швеллера №1 отн. оси Y_c по формуле:

$$I_{yc}^{(1)} = I'_y{}^{(1)} + x_1{}^2 \times A_1$$

где: $I'_y{}^{(1)}$ - осевой момент инерции швеллера №1 относительно собственного центра тяжести, x_1 - расстояние от центра тяжести швеллера №1 до оси *Yc* (по оси *Xc*);

$I'_y{}^{(1)} = 113.46$ (см^4) – данные получены из справочника: Швеллеры с уклоном полок по ГОСТ 8240-97

$$I_{yc}{}^{(1)} = 113.46 + (11 - 2.07)^2 \times 23.39 = 1978.693 \text{ (см}^4\text{)}$$

Вычислим осевой центральный момент инерции швеллера №2 отн. оси Y_c по формуле:

$$I_{yc}{}^{(2)} = I'_y{}^{(2)} + x_2{}^2 \times A_2$$

где: $I'_y{}^{(2)}$ - осевой момент инерции швеллера №2 относительно собственного центра тяжести, x_2 - расстояние от центра тяжести швеллера №2 до оси *Yc* (по оси *Xc*).

$$I'_y{}^{(2)} = I_x{}^{(2)} \times sin^2(\alpha) + I_y{}^{(2)} \times cos^2(\alpha) - I_{xy}{}^{(2)} \times sin(2 \times \alpha),$$

где: $I_x{}^{(2)} = 1521.5$ (см^4), $I_y{}^{(2)} = 113.46$ (см^4), $I_{xy}{}^{(2)} = 0$ (см^4) – данные получены из справочника: Швеллеры с уклоном полок по ГОСТ 8240-97

$$I'_y{}^{(2)} = 1521.5 \times sin^2(180) + 113.46 \times cos^2(180) - 0 \times sin(2 \times 180) = 113.46 \text{ (см}^4\text{)}$$

$$I_{yc}{}^{(2)} = 113.46 + (19.93 - 11)^2 \times 23.39 = 1978.693 \text{ (см}^4\text{)}$$

Получим, $I_{yc} = 1978.693 + 1978.693 = 3957.386$ (см^4)

Моменты сопротивления

Осевым моментом сопротивления площади сечения относительно главной центральной оси называется отношение момента инерции площади относительно этой же оси к расстоянию до наиболее удаленной точки от этой оси.

$$y_{max} = max(y_c;\ h - y_c) = max(10;\ 20 - 10) = 10 \text{ (см)}$$

$$W_{xc} = I_{xc}/y_{max} = 3043/10 = 304.3 \text{ (см}^3\text{)}$$

$$x_{max} = max(x_c;\ b - x_c) = max(11;\ 22 - 11) = 11 \text{ (см)}$$

$$W_{yc} = I_{yc}/x_{max} = 3957.386/11 = 359.762 \text{ (см}^3\text{)}$$