

Тавровые сварные соединения

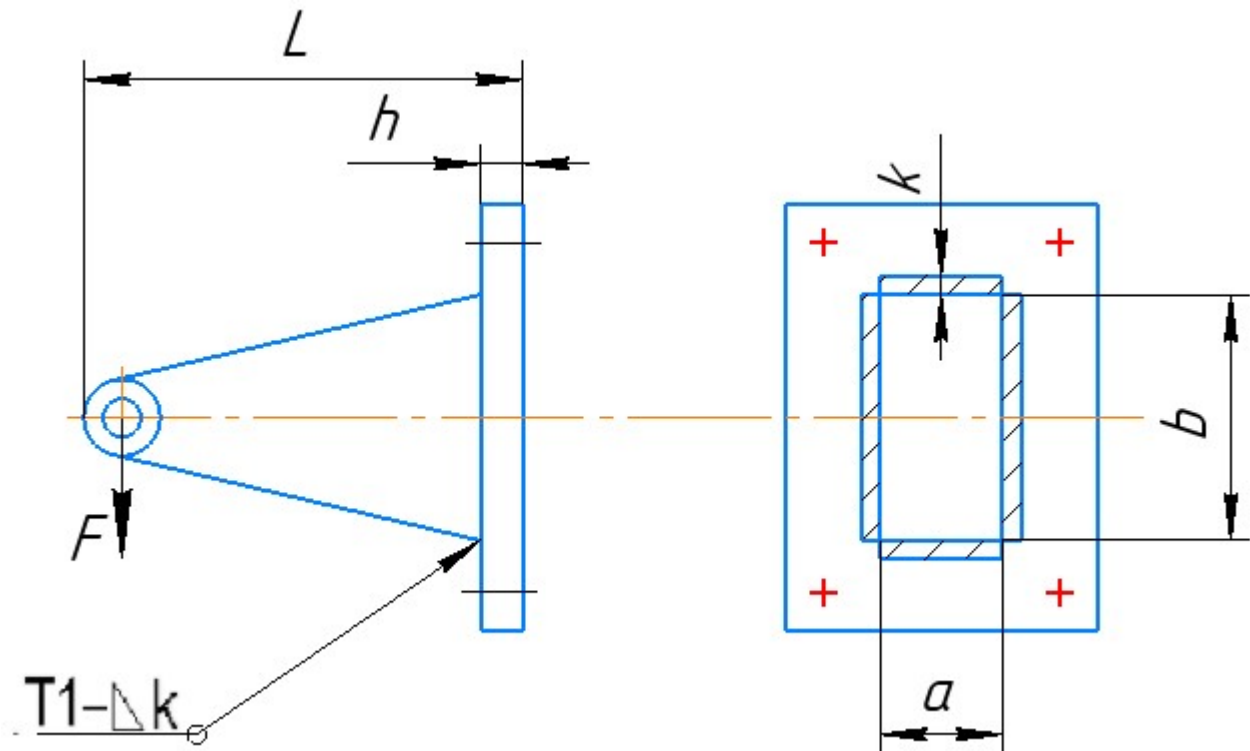


Рис. 1

Исходные данные

$F := 24000$ Н - внешняя сила, действующая на кронштейн

$\alpha := 90 \cdot \frac{\pi}{180}$ - угол наклона силы F к горизонту в град.

$a := 24$ мм - размеры
 $b := 1.5 \cdot a = 36$ мм сварного стыка

Размеры кронштейна (см. рис.1):

$L := 450$ мм

$h := 60$ мм

В результате переноса внешних сил в Ц.М. стыка, получаем:

$$F_x := F \cdot \cos(\alpha) \quad F_x = 0 \quad \text{Н}$$

$$F_y := F \cdot \sin(\alpha) \quad F_y = 2.4 \cdot 10^4 \quad \text{Н}$$

$$M := F \cdot (L - h) \quad M = 9.36 \cdot 10^6 \quad \text{Нмм}$$

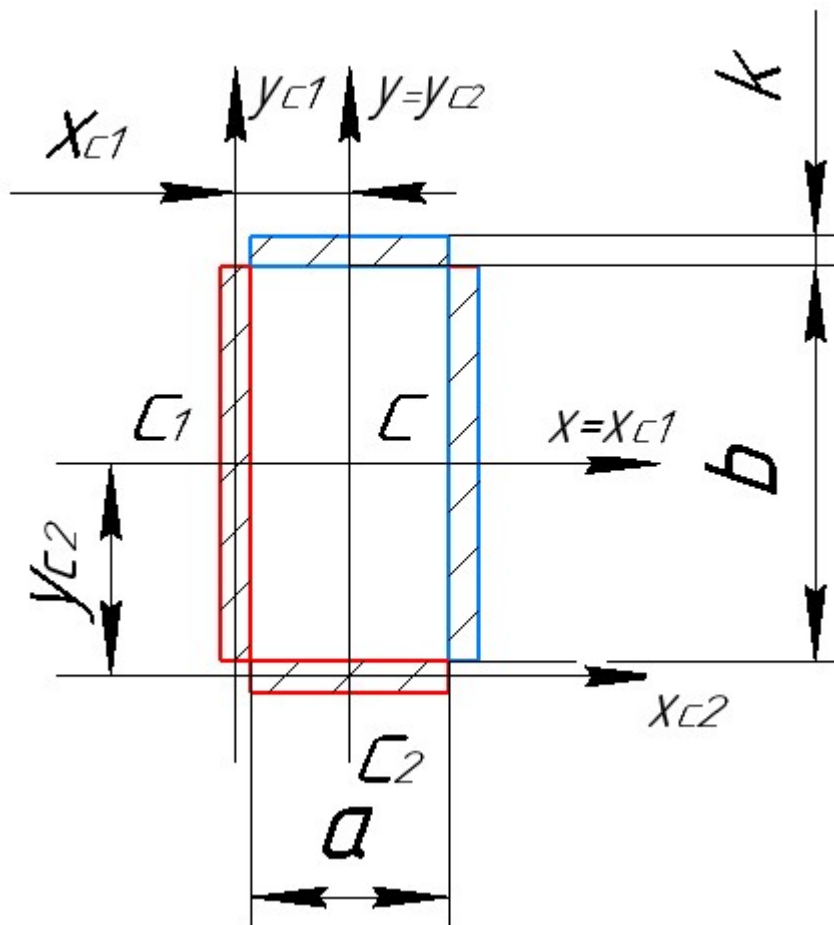
Задаемся катетом сварного шва. Ограничения на величину катета сварного шва:
 $0,5S < k < S$ (S - толщина свариваемых деталей)

$$S := a = 24 \quad \text{мм}$$

Примем катет шва равный

$$k := 22 \quad \text{мм}$$

Геометрические характеристики сварного стыка(1-3)



1. Площадь сечения

$$\begin{aligned} b_1 &:= k & h_1 &:= b \\ A_1 &:= b_1 \cdot h_1 & A_1 &= 792 \text{ мм}^2 \quad - \text{ вдоль оси } y_{c1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_2 &:= a & h_2 &:= k \\ A_2 &:= b_2 \cdot h_2 & A_2 &= 528 \text{ мм}^2 \quad - \text{ вдоль оси } x_{c2} \end{aligned}$$

$$A := 2 \cdot A_1 + 2 \cdot A_2 \quad A = 2.64 \cdot 10^3 \text{ мм}^2$$

2. Момент инерции сечения

(используем формулы преобразования моментов инерции при параллельном переносе осей, когда одна из осей является центральной)

2.1. Расстояния от центральных осей до координат центра масс прямоугольников

$$X_{c1} := 0.5 \cdot (a + k) \quad X_{c1} = 23 \quad \text{мм}$$

$$Y_{c1} := 0$$

$$X_{c2} := 0$$

$$Y_{c2} := 0.5 \cdot (b + k) \quad Y_{c2} = 29 \quad \text{мм}$$

2.2. Момент инерции сечения относительно оси X

$$I_{1xc} := b_1 \cdot \frac{h_1^3}{12} + A_1 \cdot Y_{c1}^2 \quad I_{1xc} = 8.554 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

$$I_{2xc} := b_2 \cdot \frac{h_2^3}{12} + A_2 \cdot Y_{c2}^2 \quad I_{2xc} = 4.653 \cdot 10^5 \text{ мм}^4$$

$$I_x := 2 \cdot I_{1xc} + 2 \cdot I_{2xc} \quad I_x = 1.102 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

2.3. Момент инерции сечения относительно оси Y

$$I_{1yc} := h_1 \cdot \frac{b_1^3}{12} + A_1 \cdot X_{c1}^2 \quad I_{1yc} = 4.509 \cdot 10^5 \text{ мм}^4$$

$$I_{2yc} := h_2 \cdot \frac{b_2^3}{12} + A_2 \cdot X_{c2}^2 \quad I_{2yc} = 2.534 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

$$I_y := 2 \cdot I_{1yc} + 2 \cdot I_{2yc} \quad I_y = 9.525 \cdot 10^5 \text{ мм}^4$$

$$I_p := I_x + I_y \quad I_p = 2.054 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

3. Момент сопротивления сечения

3.1. Расстояние от наиболее удаленной точки сечения до нейтральной оси

$$Y_{max} := \frac{b}{2} \quad Y_{max} = 18 \text{ мм}$$

$$X_{max} := \frac{a}{2} \quad X_{max} = 12 \text{ мм}$$

3.2. Момент сопротивления сечения относительно оси X

$$W_x := \frac{I_x}{Y_{max}} \quad W_x = 6.121 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

3.3. Момент сопротивления сечения относительно оси Y

$$W_y := \frac{I_y}{X_{max}} \quad W_y = 7.938 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

4. Напряжения в расчетном сечении шва (в опасной точке А):

Материал деталей кронштейна - сталь Ст.3 $\sigma_m := 220$ МПа - предел текучести.

Допускаемые напряжения на растяжение для основного металла $[\sigma]_p$ можно принять $[\sigma]_p = (0,74...0,62)\sigma_\tau$

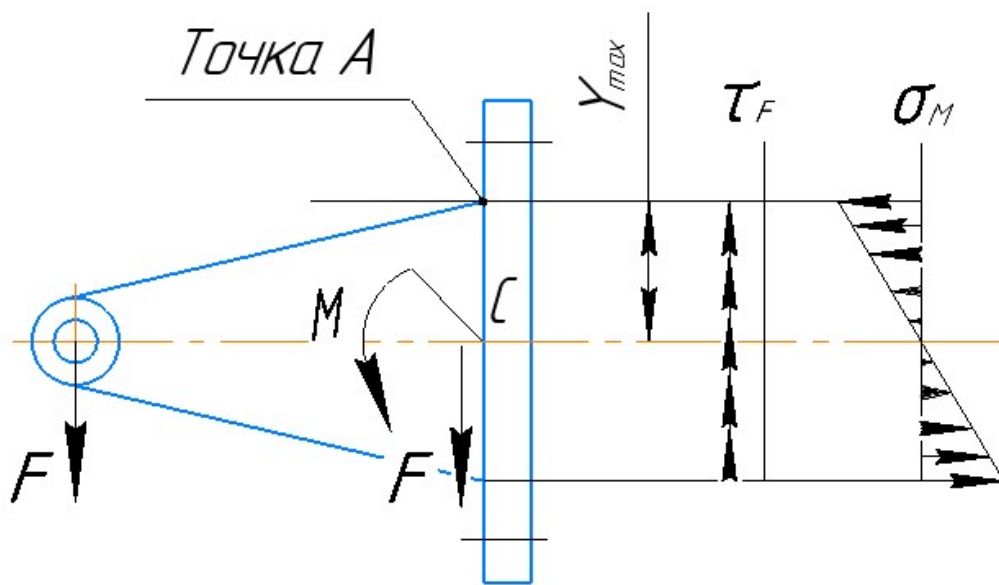
$$[\sigma]_p := 0,7 \cdot \sigma_m \quad [\sigma]_p = 154 \text{ МПа}$$

Допускаемые напряжения при сдвиге:

$[\tau] = 0,65[\sigma]_p$ - при автоматической или ручной сварке электродами Э42А и Э50А

$[\tau] = 0,6[\sigma]_p$ - при ручной сварке электродами обычного качества.

$$[\tau] := 0,65 \cdot [\sigma]_p \quad [\tau] = 100,1 \text{ МПа}$$



а) Напряжение от центральной сдвигающей силы F_y равномерно распределенной по сечению:

$$\tau_{Fy} := \frac{F_y}{A} \quad \tau_{Fy} = 9,091 \text{ МПа}$$

что меньше допускаемой нагрузки при сдвиге $[\tau] = 100,1$ МПа

б) Напряжения от отрывающего момента M пропорциональны расстоянию до нейтральной оси, проходящей через центр масс; максимальные напряжения в наиболее удаленных точках А равны:

$$\sigma_{Mmax} := M \cdot \frac{Y_{max}}{I_x} \quad \sigma_{Mmax} = 152,919 \text{ МПа}$$

Эквивалентные напряжения в опасной точке А

$$\sigma_{\text{э}} := \sqrt{\sigma_{Mmax}^2 + 3 \cdot \tau_{Fy}^2} \quad \sigma_{\text{э}} = 153.727 \text{ МПа}$$

$$\text{Допускаемые напряжения} \quad [\sigma]_p = 154 \text{ МПа}$$

5. Заключение о прочности угловых швов:

Прочность сварных швов обеспечивается при катете $k=22$ мм .