

Результаты расчета

Шаг 1: Подбор минимального момента сопротивления

Формула для определения требуемого момента сопротивления:

$$W_{\min} = \frac{|M_{\max}|}{[\sigma]}$$

Подставляем значения (момент переводим в Н·мм):

$$W_{\min} = \frac{5.00 \cdot 10^6}{160.00} = 31250.00 \text{ мм}^3$$

Шаг 2: Расчет требуемых диаметров

Формула момента сопротивления для трубчатого сечения:

$$W = \frac{\pi \cdot D^3 \cdot (1 - \alpha^4)}{32}$$

Выражаем из нее куб наружного диаметра D^3 :

$$D^3 = \frac{32 \cdot W_{\min}}{\pi \cdot (1 - \alpha^4)} = \frac{32 \cdot 31250.00}{\pi \cdot (1 - 0.9^4)} = 925588.50 \text{ мм}^3$$

Находим наружный диаметр D :

$$D = \sqrt[3]{D^3} = \sqrt[3]{925588.50} = 97.46 \text{ мм}$$

Находим внутренний диаметр d :

$$d = D \cdot \alpha = 97.46 \cdot 0.9 = 87.71 \text{ мм}$$

Максимальные нормальные напряжения (σ)

Формула для проверки:

$$\sigma_{\max} = \frac{32 \cdot |M_{\max}|}{\pi \cdot D^3 \cdot (1 - \alpha^4)}$$

Расчет:

$$\sigma_{\max} = \frac{32 \cdot 5.00 \cdot 10^6}{\pi \cdot 97.46^3 \cdot (1 - 0.9^4)} = 160.00 \cdot 10^6 \text{ Па} = 160.00 \text{ МПа}$$

Сравнение с допускаемым напряжением:

Максимальные касательные напряжения (τ)

Для расчета требуются геометрические характеристики:

$$\text{Площадь сечения: } A = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot (1 - \alpha^2)}{4} = 1417.28 \text{ мм}^2$$

$$\text{Статический момент полусечения: } S_x = \frac{D^3 - d^3}{12} = 20902.87 \text{ мм}^3$$

$$\text{Момент инерции: } I_x = \frac{\pi \cdot D^4 \cdot (1 - \alpha^4)}{64} = 1522740.89 \text{ мм}^4$$

Ширина сечения на уровне центра тяжести: $b = D - d = 9.75 \text{ мм}$

Формула для максимальных касательных напряжений (формула Журавского):

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\max} \cdot S_x}{b \cdot I_x}$$

Расчет (силу переводим в Ньютоны):

$$\tau_{\max} = \frac{5.00 \cdot 10^3 \cdot 20902.87}{9.75 \cdot 1522740.89} = 7.04 \cdot 10^6 \text{ Па} = 7.04 \text{ МПа}$$

