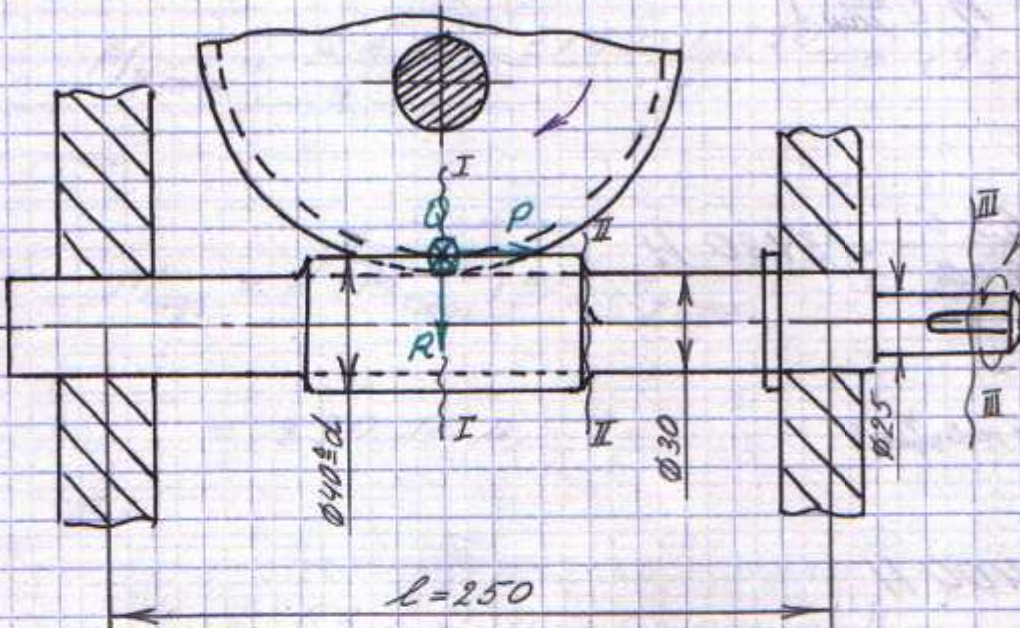


Расчёт на выносливость

(немного теории ^{написано} после этой задачи)

1



Червячный редуктор передаёт мощность

$$N = 10 \text{ кВт}$$

$$n_2 = 1500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Материал: Сталь

Расчитать

коэффициент запаса ^{червячного вала} по выносливости.

$$\sigma_{Tc} = \sigma_{Tp} = 310 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{-1} = 280 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{T-1} = 180 \text{ МПа}$$

Решение

1) Вычисление бэпв:

Крутящий момент на валу:

[Н·м]

$$M_{кр} = 9550 \frac{N [кВт]}{\eta \left[\frac{об}{сек} \right]} = 9550 \frac{10}{1500} = 63,6 \text{ Н·м}$$

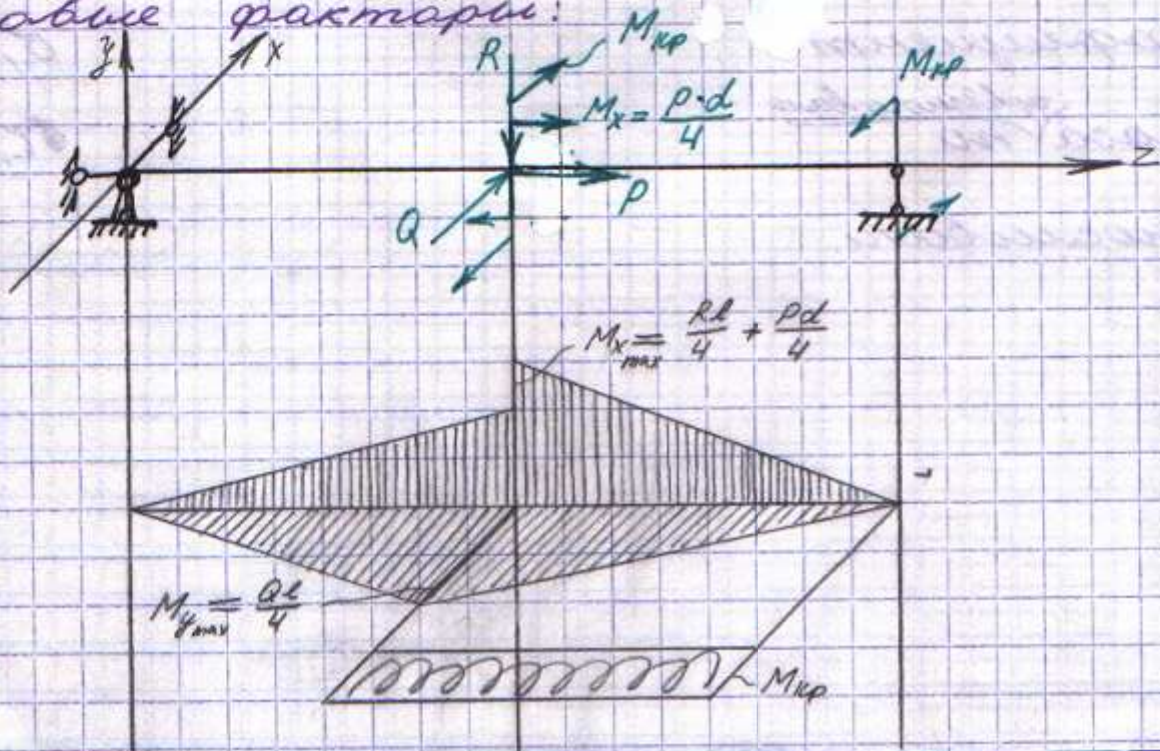
где
перенос
от Н·м
к Н·м.

$$Q = \frac{M_{кр}}{d/2} = \frac{63,6}{0,09} = 3480 \text{ Н}$$

$$P = 8000 \text{ Н} \text{ — по радиусу?}$$

$$R = 0,3 \cdot P = 2400 \text{ Н}$$

Силовые факторы:



$$M_{x_{max}} = \frac{Rl}{4} + \frac{Pd}{4} = \frac{2400 \cdot 0,250}{4} + \frac{8000 \cdot 0,040}{4} =$$

$$= 230 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{y_{max}} = \frac{Q \cdot l}{4} = \frac{3180 \cdot 0,250}{4} = 198,75 \approx 200 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{uzr} = \sqrt{(M_{x_{max}})^2 + (M_{y_{max}})^2} = \sqrt{230^2 + 200^2} =$$

$$= 290 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{кр} = 63,6 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (\text{см. ранее})$$

$$W_{uzr} = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 0,04^3}{32} = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\sigma = \frac{M_{uzr}}{W_{uzr}} = \frac{290}{6,3 \cdot 10^{-6}} = 46 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$W_{кр} = \frac{\pi d^3}{16} = 12,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{63,6}{12,6 \cdot 10^{-6}} = 5 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

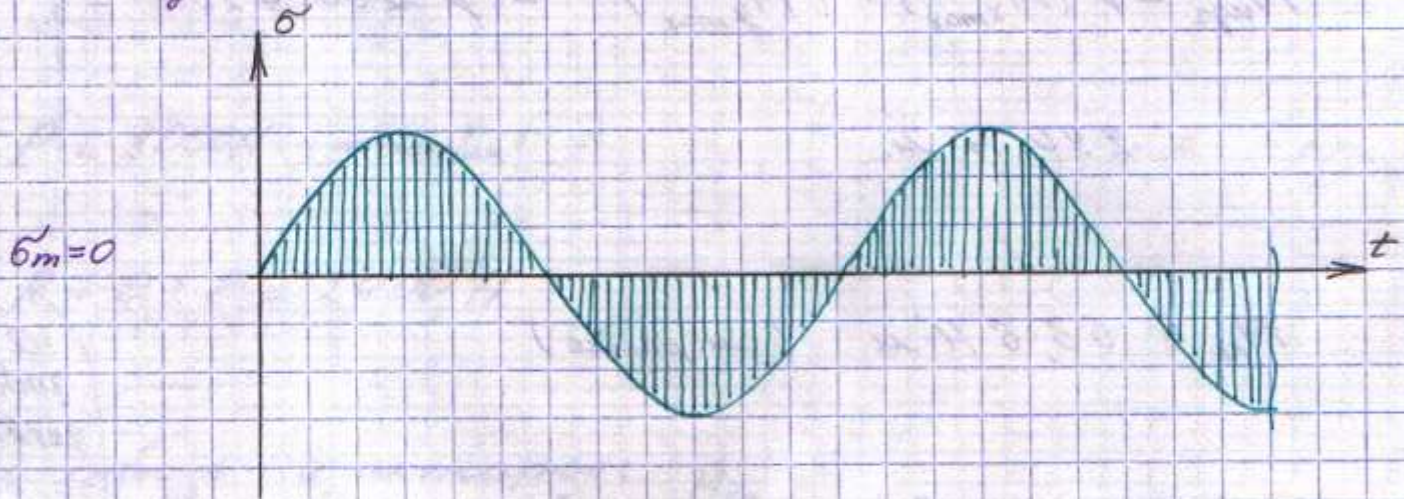
все
 задано
 диаметр
 20x0,4
 сразу
 дано
 $\sigma = 46 \text{ МПа}$
 $\tau = 50 \text{ МПа}$
 10% усталостная прочность

$$\sigma_{экв} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = (\sqrt{46^2 + 3 \cdot 5^2}) \cdot 10^6 = 47 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

2) Расчёт на усталостную
прочность:

а) По нормальным напряжениям:

Цикл у нас симметричный:



Из специальных таблиц берём эмпирические коэффициенты:

по Нормальным напряжениям:

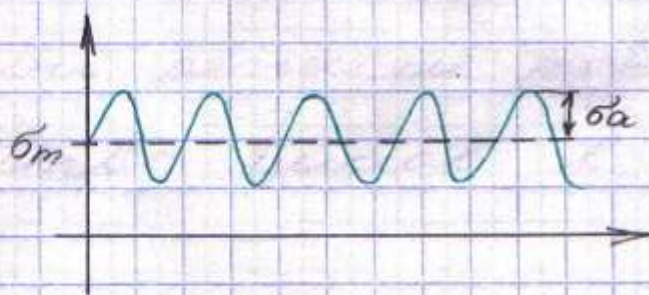
$K_{\sigma} = 1,5$ - коэффициент концентрации напряжений для винтовой нарезки;

$\epsilon_s = 0,87$ - масштабный фактор, учитывает влияние абс. размеров детали на устал. прочность (по сравнению со стандартным образцом $\varnothing 7,5$ мм. или больше, там < 1);

$\beta = 1$ - учёт качества поверхности (в нашем случае это шлифовка);

$\beta_{упр} = 1,3$ - коэффициент учёта специальной обработки поверхности (азотирование, обдирка дробью и т.д.)

$\psi_s = 0,2$ - коэффициент чувствительности материала к асимметрии цикла (не понадобится, т.к. у нас цикл симметричный);



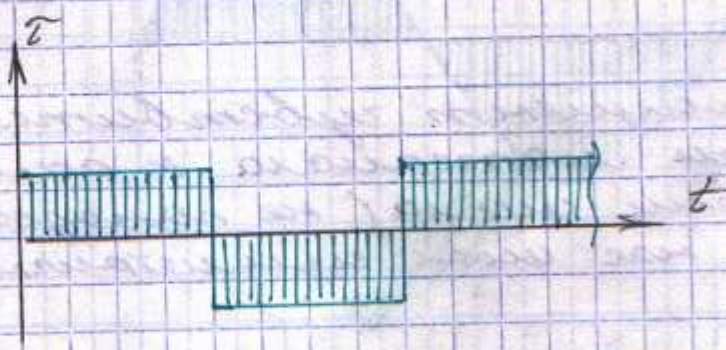
$$K_{ср} = \left(\frac{K_{сб}}{\epsilon_s} + \frac{1}{\beta} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\beta_{упр}} = \left(\frac{1,5}{0,87} + \frac{1}{1} - 1 \right) \cdot \frac{1}{1,3} = 1,33$$

обобщающий коэффициент усталостной прочности по нормальным напряжениям.

Коэффициент запаса усталостной прочности
по нормальным напряжениям:

$$n_z^b = \frac{b-1}{\sigma_a \cdot K_{\sigma} + \sigma_m \cdot \psi_{\sigma}} = \frac{280 \cdot 10^6}{47 \cdot 10^6 \cdot 1,33} = 4,5$$

б) По касательным
напряжениям:



$$\begin{aligned} \sigma_m &= 0 \\ \sigma_a &= \tau_{\max} \end{aligned}$$

Аналогично:

$$K_{\tau} = 1,6$$

$$E_{\tau} = 0,86$$

$$\beta = 1$$

$$\beta_{\text{чгр}} = 1,33$$

$$K_{\text{из}} = \left(\frac{K_{\text{с}}}{\epsilon_{\tau}} + \frac{1}{\beta} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\beta_{\text{упр}}} = \left(\frac{1,6}{0,86} + 1 - 1 \right) \cdot \frac{1}{1,3} = 1,42$$

$$\tau_{\tau}^{\sigma} = \frac{\tau_{-1}}{K_{\text{из}} \tau_{\sigma} + \psi_{\tau} \tau_{\text{м}}} = \frac{180 \cdot 10^6}{5 \cdot 10^6 \cdot 1,42} = 25 \cdot 10^6$$

— по касательным напряжениям.

Суммарный коэффициент запаса по усталостной прочности:

$$\eta_{\tau} = \frac{\eta_{\tau}^{\sigma} \cdot \eta_{\tau}^{\tau}}{\sqrt{(\eta_{\tau}^{\sigma})^2 + (\eta_{\tau}^{\tau})^2}} = \frac{4,5 \cdot 2,5}{\sqrt{4,5^2 + 2,5^2}} = 4,4$$

Значит перед первым вал при заданном режиме работы выдержит количество циклов в 4,4 раза больше базового.