

**Домаћи задатак бр. 1 – чврстоћа зупчастих парова
(провера степена сигурности бокова зубаца)**

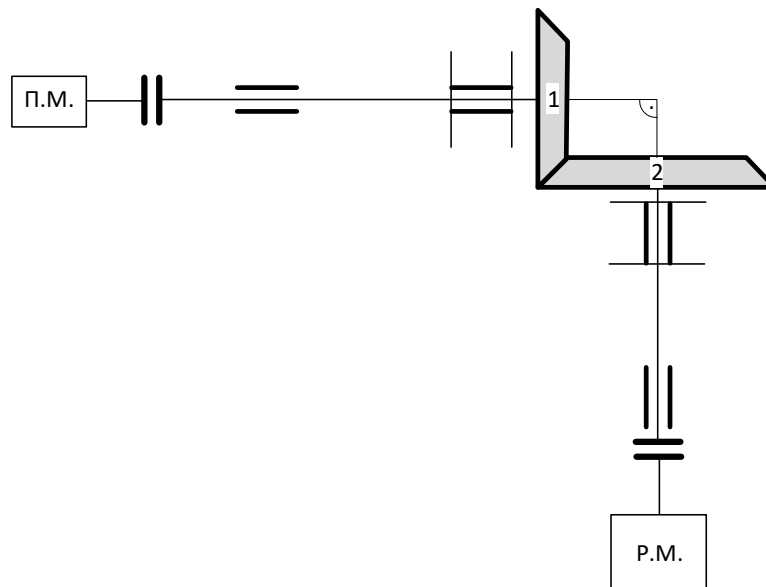
У следећем задатку допунити податке (сива поља) на основу задатих услова и проследити мејлом на преглед.

Име и презиме: _____

Број индекса: _____

Смена: _____

Приказ преносника снаге:



Задатак: Конусни пар зупчаника са бројевима зубаца $z_1 = 21$ и $z_2 = 64$ и модулом на спољнем конусу $m = 3 [mm]$ користи се у аутомобилу за преношење снаге од $4 [kW]$ при учестаности обртања малог зупчаника $n_1 = 22,6 [s^{-1}]$. Зупци су ширине $27 [mm]$, прави и израђени глодањем од побољшаног челика $\check{C}4732$ са степеном толеранције $IT8$ и без померања профила ($x_1 = x_2 = 0$). Радна машина је са средњим ударима, а погонска вишецилиндрични клипни мотор. Проверити степен сигурности против разарања бокова.

$\varepsilon_\alpha = 1,8$

Углови конуса:

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{1}{u} = \frac{1}{3,0476} = 0,328125 \rightarrow \delta_1 = 18,166^\circ$$
$$\delta_2 = 90 - \delta_1 = 90 - 18,166 = 71,834^\circ$$

где је:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{64}{21} = 3,0476$$

Модул на средњем пречнику:

$$m_m = m - \frac{b \cdot \sin \delta_1}{z_1} = m - \frac{b \cdot \sin \delta_2}{z_2} = 3 - \frac{27 \cdot \sin 18,166^\circ}{21} = 2,599 [mm]$$

Средњи пречник:

$$d_{m_1} = m_m \cdot z_1 = 2,599 \cdot 21 = 54,580 [mm]$$

Напомена: Пречник d_{m_1} се користи у обрасцу за напони за номинално оптерећење.

Обртни момент:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{4 \cdot 10^3}{142} = 28,17 [Nm]$$

где је:

$$\omega \left[\frac{rad}{s} \right] = \left[\frac{1}{s} \right] = n_1 \left[\frac{1}{s} \right] \cdot 2\pi = 22,6 \cdot 2\pi = 142 [s^{-1}]$$

Обимна сила:

$$F_{t1} = \frac{2T_1}{d_{w1}} = \frac{2 \cdot 28,17}{54,588 \cdot 10^{-3}} = 1032,2 [N]$$

Фактор спољашњих динамичких сила:

$$K_A = 1,5 \quad (\text{T8.7, стр. 290})$$

Фактор унутрашњих динамичких сила:

$$K_V = 1 + (K_{350}N) \cdot f_F = 1 + 0,08 \cdot 3,02 = 1,242 \quad (\text{T8.15, стр. 310})$$

где су:

$$K_{350}N = f\left(\frac{z_1 V}{100} \sqrt{\frac{u^2}{u^2 + 1}}; IT; \begin{matrix} \text{прави} \\ \text{коси} \end{matrix} \text{зупци}\right) = f(0,773; 8; \text{прави}) = 0,08$$

$$\frac{z_1 V}{100} \sqrt{\frac{u^2}{u^2 + 1}} = \frac{21 \cdot 3,87}{100} \sqrt{\frac{3,0476^2}{3,0476^2 + 1}} = 0,773 \left[\frac{m}{s}\right]$$

$$V = r\omega = r_{m1}\omega_1 = \frac{d_{m1}}{2} \cdot \omega_1 = \frac{54,58 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot 142 = 3,875 \left[\frac{m}{s}\right]$$

$$f_F = f\left(\frac{K_A F_t}{b}; IT\right) = f(57,34; 8) = 3,02$$

$$\frac{K_A F_t}{b} = \frac{1,5 \cdot 1032,2}{27} = 57,34 \left[\frac{N}{mm}\right]$$

Фактор утицаја неравномерности расподеле оптерећења на парове зубаца у спрези:

$$K_{H\alpha} = f\left(\frac{F_t K_A K_V}{b}; IT; \begin{matrix} \text{отврднуте} \\ \text{неотврднуте} \end{matrix} \text{површине}; \begin{matrix} \text{прави} \\ \text{коси} \end{matrix} \text{зупци}\right) = f(71,2 < 100; 8; \text{неотврднуте; прави}) = \frac{1}{z_\varepsilon^2} = \frac{1}{0,856^2} = 1,364 \geq 1,2$$

$$\frac{F_t K_A K_V}{b} = \frac{1032,2 \cdot 1,5 \cdot 1,242}{27} = 71,2 \left[\frac{N}{mm}\right] < 100 \quad (\text{T8.8, стр. 291})$$

Фактор утицаја неравномерности расподеле оптерећења дуж зубаца у спрези:

$$K_{H\beta} = f(\text{положаја; примене}) = f(\text{оба на препусту; возила}) = 1,85 \quad (\text{T8.15, стр. 310})$$

Полазне једначине за проверу степена сигурности бокова зубаца:

$$S_H = \frac{[\sigma_H]}{\sigma_H}$$

Радни напон:

$$\sigma_H = Z_E Z_H Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_t}{b d_{w1}} \frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u} K_A K_V K_{H\alpha} K_{H\beta}} = 189,8 \cdot 2,494 \cdot 0,856 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{1032,2}{27 \cdot 54,582} \frac{\sqrt{3,0476^2 + 1}}{3,0476} \cdot 1,5 \cdot 1,242 \cdot 1,364 \cdot 1,85} = 754,5 \left[\frac{N}{mm^2}\right]$$

где су:

$$Z_E = 189,8 \sqrt{\frac{N}{mm^2}} \quad \text{- Фактор еластичности спрегнутих материјала} \quad (\text{T8.9, стр. 292})$$

$$Z_H = \frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{2}{tg \alpha_w}} = \frac{1}{\cos 20^\circ} \sqrt{\frac{2}{tg 20^\circ}} = 2,494 \quad \text{- Фактор облика бока зупца} \quad (\text{стр. 277})$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_n = 20^\circ - \text{прави зупци} \\ \alpha_w &= \alpha = 20^\circ - \text{нема померања} (x_1 = x_2 = 0) \\ \beta &= 0 - \text{прави зупци} (\varepsilon_\beta = 0) \end{aligned}$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3} (1 - \varepsilon_\beta) + \frac{\varepsilon_\beta}{\varepsilon_\alpha}} = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}} = \sqrt{\frac{4 - 1,8}{3}} = 0,856 \quad \text{- Фактор утицаја степена спрезања} \quad (\text{стр. 277})$$

$$Z_\beta = \sqrt{\cos \beta} = 1 \quad \text{- Фактор утицаја нагиба зубаца} \quad (\text{стр. 277})$$

Критични напон:

$$[\sigma_H] = \sigma_{Hlim} \cdot Z_V \cdot Z_L \cdot Z_R = 730 \cdot 0,92 = 671,6 \left[\frac{N}{mm^2}\right]$$

где су:

$$\sigma_{Hlim} = 730 \left[\frac{N}{mm^2}\right] \quad \text{- Трајна динамичка издржљивост бокова зупчаника модела} \quad (\text{T8.11, стр. 294})$$

(побољшан са HB320)

