

**Adatok**

$$\text{áttétel} \quad i = 3,55$$

$$\text{átvivendő teljesítmény} \quad P = 14,7 \text{ kW}$$

$$\text{fordulatszám} \quad n_1 = 750 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{fogszám} \quad z_1 = 11$$

$$\text{kapcsolószög} \quad \alpha = 20^\circ$$

$$\text{biztonsági tényező} \quad n = 3$$

$$\text{folyáshatári feszültség} \quad \sigma_F = 2,7 \cdot 10^2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

***A nyomaték meghatározása***

$$M_1 = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n_1} = \frac{14700}{2 \cdot \pi \cdot \frac{750}{60}} = 187,16 \text{ Nm}$$

$$i = \frac{z_2}{z_1} \Rightarrow z_2 = i \cdot z_1 = 3,55 \cdot 11 = 39,05 \approx 40$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{750}{3,55} = 211,27 \text{ min}^{-1}$$

***Modul meghatározása***

$$b = 10$$

$$\sigma_m = 9 \cdot 10^7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$m_{sz} = \sqrt[3]{\frac{9 \cdot M_1}{z_1 \cdot b \cdot \sigma_m}} = \sqrt[3]{\frac{9 \cdot 187,16}{11 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 10^7}} = 0,00554 = 5,54 \text{ mm}$$

$$\text{Szabványos modul} \quad m_{sz} = 6 \text{ mm}$$

**Nyomaték**

$$M_2 = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n_2} = \frac{14700}{2 \cdot \pi \cdot \frac{211,27}{60}} = 664,432 \text{ Nm}$$

$$z_1 < z_0 \quad z_0 = 17$$

$$z_1 + z_2 > 2 \cdot z_0$$

$$51 > 34$$

$$x_1 = \frac{z_0 - z_1}{z_0} = \frac{17 - 11}{17} = 0,353$$

**GEOMETRIAI MÉRETEK MEGHATÁROZÁSA**

$$d_1 = m \cdot z_1 = 6 \cdot 11 = 66 \text{ mm}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 6 \cdot 40 = 240 \text{ mm}$$

$$ha_1 = m \cdot (1 + x_1) = 6 \cdot (1 + 0,353) = 8,118 \text{ mm}$$

$$h = m \cdot (2 + c') = 6 \cdot (2 + 0,2) = 13,2 \text{ mm}$$

$$hf_1 = m \cdot (1 + c' - x_1) = 6 \cdot (1 + 0,2 - 0,353) = 5,082 \text{ mm}$$

$$ha_2 = m \cdot (1 - x_1) = 6 \cdot (1 - 0,353) = 3,882 \text{ mm}$$

$$hf_2 = m \cdot (1 + c' + x_1) = 6 \cdot (1 + 0,2 + 0,353) = 9,318 \text{ mm}$$

$$da_1 = m \cdot z_1 + 2 \cdot ha_1 = 6 \cdot 11 + 2 \cdot 8,118 = 82,236 \text{ mm}$$

$$da_2 = m \cdot z_2 + 2 \cdot ha_2 = 6 \cdot 40 + 2 \cdot 3,882 = 247,764 \text{ mm}$$

$$df_1 = d_1 - 2 \cdot hf_1 = 66 - 2 \cdot 5,082 = 55,836 \text{ mm}$$

$$df_2 = d_2 - 2 \cdot hf_2 = 240 - 2 \cdot 9,318 = 221,364 \text{ mm}$$

$$S_1 = \frac{m \cdot \pi}{2} + 2 \cdot x_1 \cdot m \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{6 \cdot \pi}{2} + 2 \cdot 0,353 \cdot 6 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 10,96 \text{ mm}$$

$$S_2 = \frac{m \cdot \pi}{2} - 2 \cdot x_1 \cdot m \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{6 \cdot \pi}{2} - 2 \cdot 0,353 \cdot 6 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 7,883 \text{ mm}$$

$$S_1 + S_2 = 18,843 \text{ mm}$$

$$d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha = 66 \cdot \cos 20^\circ = 62,02 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos \alpha = 240 \cdot \cos 20^\circ = 225,53 \text{ mm}$$

**Tengelytávolság**

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{66 + 240}{2} = 153 \text{ mm}$$

$$p = m \cdot \pi = 6 \cdot \pi = 18,85 \text{ mm}$$

**Erőhatások**

$$F_K = \frac{2 \cdot M_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 187,16}{0,066} = 5671,515 \text{ N}$$

$$F_A = F_K \cdot \operatorname{tg} \alpha = 5671,515 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 2064,26 \text{ N}$$

$$F_B = \frac{F_K}{\cos \alpha} = \frac{5671,515}{\cos 20^\circ} = 6035,5 \text{ N}$$

**Az I. tengely méretezése**

$$M_{cs1} = 187,165 \text{ Nm}$$

$$M_h = F_A \cdot \frac{l}{2} = 2064,26 \cdot \frac{0,075}{2} = 154,82 \text{ Nm}$$

$$M_{red} = \sqrt{M_{cs}^2 + M_h^2} = \sqrt{187,16^2 + 154,82^2} = 242,9 \text{ Nm}$$

Anyag minősége Fe 495 ( $\sigma_{meg} = 150 \text{ MPa}$ )

$$\sigma_{meg} = \frac{M_{red}}{K} = \frac{M_{red}}{0,1 \cdot d^3} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{M_{red}}{0,1 \cdot \sigma_{meg}}} = \sqrt[3]{\frac{242,9}{0,1 \cdot 150 \cdot 10^6}} = 0,0253 \text{ m} = 25,3 \text{ mm}$$

Szabványos átmérő  $d_{sz1} = 30 \text{ mm}$

**A II. tengely méretezése**

$$M_{cs2} = 664,432 \text{ Nm}$$

$$M_h = 154,82 \text{ Nm}$$

$$M_{red2} = \sqrt{M_{cs2}^2 + M_h^2} = \sqrt{664,432^2 + 154,82^2} = 682,23 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{meg} = \frac{M_{red}}{K} = \frac{M_{red}}{0,1 \cdot d^3} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{M_{red}}{0,1 \cdot \sigma_{meg}}} = \sqrt[3]{\frac{682,23}{0,1 \cdot 150 \cdot 10^6}} = 0,0357 \text{ m} = 35,7 \text{ mm}$$

$$\text{Szabványos átmérő } d_{sz2} = 38 \text{ mm}$$

**Ellenőrzés elcsavarodásra**

$$I_{p1} = \frac{d^4 \cdot \pi}{32} = \frac{0,03^4 \cdot \pi}{32} = 7,95 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$\varphi_1 = \frac{M_{cs1} \cdot l}{I_{p1} \cdot G} = \frac{187,16 \cdot 0,075}{7,95 \cdot 10^{-8} \cdot 8 \cdot 10^{11}} = 2,2 \cdot 10^{-4}$$

$$I_{p2} = \frac{d^4 \cdot \pi}{32} = \frac{0,038^4 \cdot \pi}{32} = 2,04 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$\varphi_2 = \frac{M_{cs2} \cdot l}{I_{p2} \cdot G} = \frac{664,432 \cdot 0,075}{2,04 \cdot 10^{-7} \cdot 8 \cdot 10^{11}} = 3,05 \cdot 10^{-4}$$

$$\varphi_{meg} = 0,25^0 / \text{m}, \text{ ezért megfelel.}$$

**Ellenőrzés lehajlásra**

$$I = \frac{d^4 \cdot \pi}{64} = \frac{0,038^4 \cdot \pi}{64} = 1,02 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$f = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot I \cdot E} = \frac{2064,26 \cdot 0,075^3}{48 \cdot 1,02 \cdot 10^{-7} \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 8,47 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$f_{meg} = \frac{l}{3000} = \frac{0,075}{3000} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$f < f_{meg}, \text{ tehát megfelel.}$$

**Ellenőrzés kifáradásra**

$$\sigma_e = \frac{Mh}{K} = \frac{Mh}{0,1 \cdot d^3} = \frac{154,82}{0,1 \cdot 0,038^3} = 2,82 \cdot 10^7 \frac{N}{m^2} = 28,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_e = \frac{Mcs}{K_p} = \frac{Mcs}{0,2 \cdot d^3} = \frac{187,16}{0,2 \cdot 0,038^3} = 1,7 \cdot 10^7 \frac{N}{m^2} = 17 \text{ MPa}$$

$$\frac{\rho}{d} = \frac{1}{30} = 0,033$$

$$\frac{D}{d} = \frac{38}{30} = 1,2667$$

$$\beta'_\sigma = 2,8 \quad c = 0,4$$

$$\beta_\sigma = 1 + c \cdot (\beta'_\sigma - 1) = 1,72$$

$$\beta'_\tau = 1,9 \quad c' = 0,6$$

$$\beta_\tau = 1 + c' \cdot (\beta'_\tau - 1) = 1,54$$

$$\sigma_{eff} = \sigma_e \cdot \beta_\sigma = 28,2 \cdot 1,72 = 48,504 \text{ MPa}$$

$$\tau_{eff} = \tau_e \cdot \beta_\tau = 17 \cdot 1,54 = 26,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{red\ eff} = \sqrt{\sigma_{eff}^2 + \tau_{eff}^2} = \sqrt{48,504^2 + 26,18^2} = 55,11 \text{ MPa}$$

**A biztonsági tényező értéke**

$$\sigma_A = 150 \frac{N}{mm^2}$$

$$b_1 = 0,7$$

$$b_2 = 0,9$$

$$n = \frac{\sigma_A \cdot b_1 \cdot b_2}{\sigma_{red\ eff}} = \frac{150 \cdot 0,7 \cdot 0,9}{55,11} = 1,714$$

$n$  értéke  $1,5 - 4,5$ , tehát megfelel.

**Retesz méretezése MSZ 12868 (DIN 6885)**

$$d_1 = 30 \text{ mm}$$

$$b \times h = 8 \times 7$$

$$\tau_{meg} = 40 \text{ MPa}$$

$$p_{meg} = 90 \text{ MPa}$$

$$F_{ny} = \frac{M_{cs1}}{\frac{d_1}{2}} = \frac{187,16}{\frac{0,03}{2}} = 12477,33 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{F_{ny}}{b \cdot l} \Rightarrow l = \frac{F_{ny}}{b \cdot \tau} = \frac{12477,33}{8 \cdot 40} = 38,99 \text{ mm}$$

$$\text{Szabványos } l_{sz} = 40 \text{ mm}$$

$$p_{ébr} = \frac{F_{ny}}{h \cdot l} = \frac{12477,33}{7 \cdot 40} = 44,56 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

**Retesz: MSZ 12868 – A8×7×40 – C45**

$$p_{ébr} < p_{meg}, \text{ tehát megfelel.}$$

**Csapágyak megválasztása**

$$F_r = 2064,26 \text{ N}$$

$$L = 10000 \text{ h}$$

$$n_1 = 750 \text{ min}^{-1}$$

$$L_H = \frac{60 \cdot n_1 \cdot L}{10^6} = \frac{60 \cdot 750 \cdot 10000}{10^6} = 450$$

$$f = \sqrt[3]{L_H} = \sqrt[3]{450} = 7,663$$

$$C = f \cdot F_r = 7,663 \cdot 2064,26 = 15818,62 \text{ N}$$

**Választva: - Egysorú, mélyhornyú golyóscsapágy – 6206**

Forrás: SKF Csapágykatalógus

$$d_1 = 40,3 \text{ mm}$$

$$D_1 = 52,1 \text{ mm}$$

$$r = 1 \text{ mm}$$

$$C_{meg} = 19500 \text{ N}$$

**Műszaki leírás****Általános leírás**

A hajtómű egyfokozatú homlokfogaskerekekkel működő hajtómű. Álló balos kivitelű. A fogaskerekek reteszelve van a tengelyre. A tengelyek golyóscsapággal vannak megvezetve, amely osztott öntvényházban van elhelyezve.

**Karbantartás**

A hajtóműben olaj található, hogy működés közben a fogaskerekeket kenje. Üzemelés megkezdése előtt az olajsintet, az tömítések állapotát ellenőrizni kell. A csavarokat szükség szerint időnként utá kell húzni.

**Balesetvédelem**

A forgó – mozgó alkatrészek miatt a géprészeket burkolattal kell ellátni.

**Nyíregyházi Főiskola**  
**Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar**  
**Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia**  
**Tanszék**

## **GÉPELEMEK**

### **FOGASKERÉKHAJTÓMŰ TERVEZÉSE**

**Készítette:**  
**Magyar Zsolt GL – II.**