

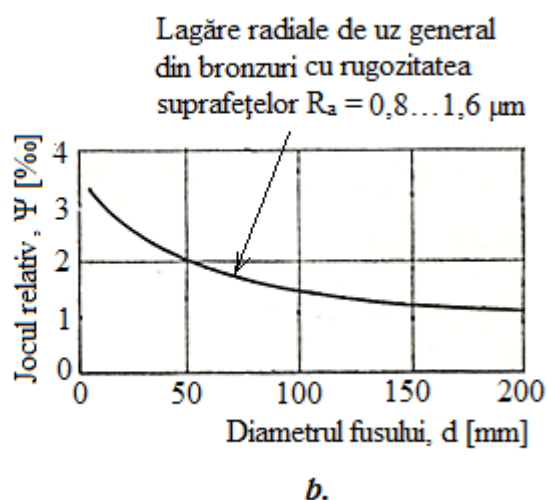
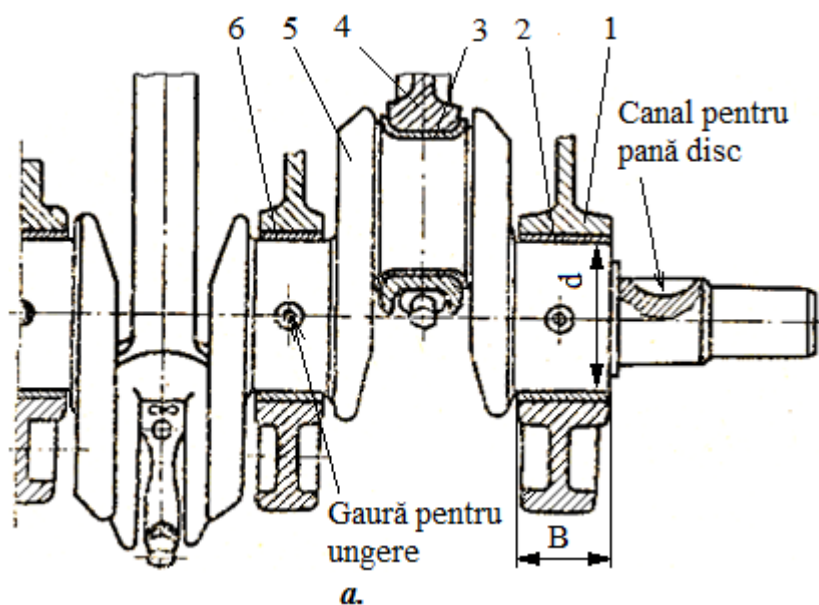
II_7. CALCULUL LAGĂRELOR CU ALUNECARE (FUSURI ȘI PIVOȚI)

II_7.1

Să se determine parametrii funcționali și constructivi ai lagărelor cu alunecare ale arborelui cotit la funcționarea în regimurile cu frecare uscată și cu ungere fluidă.

Se dau: dimensiunea fusului palier, $d = 60$ mm; forța radială, $F_r = 2,85$ kN/lagăr; turația, $n = 2000$ rot/min; materialul cuzinetelor, CuPb22Sn 4 (bronz); turația la limita frecării uscate, $n_t = n/5$; tensiunea admisibilă la încovoiere a materialului arborelui $\sigma_{aIII} = 55$ MPa (pentru ciclul alternant simetric); vâscozitatea lubrifiantului $\eta = 0,07$ Pa.s; presiunea admisibilă oțel/bronz (fără ungere) $p_{ma} = 7$ MPa; produsul presiune-viteză admisibil din condiția de uzare impusă pentru durata $L_h = 10000$ ore, $(pv)_{au} = 1,5$ MPa.m/s; produsul presiune-viteză admisibil din condiția de încălzire, $(pv)_{ai} = 10$ MPa.m/s; coeficientul de frecare bronz/oțel, $\mu_u = 0,15$ (pentru frecare uscată)

Structura constructivă: 1 - bloc motor; 2 - semicuzinet lagăr palier de cap; 3 - semicuzinet lagăr bielă; 4 - bielă; 5 - arbore cotit; 6 - semicuzinet lagăr palier intermediar.



Rezolvare:

Se adoptă: jocul relativ, din fig. b, $\Psi = (D-d)/d = 1,9 \text{ ‰}$; factorul diametral pentru lagăre paliere oțel-bronz, $B/d = 0,8$ (lungimea cuzinetului $B = 0,8 d = 0,8 \cdot 60 = 48$ mm); turația de trecere la regimul de ungere $n_t = n/5 = 2000/5 = 400$ rot/min; jocul diametral, $j = D-d = \Psi d = 1,9 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 114 \text{ μm}$.

Cazul 1. Regimul de funcționare cu frecare uscată, limită sau mixtă

Acest caz, se caracterizează prin turații mai mici decât $n_t = 400$ rot/min și grosimea peliculei de lubrifiant, $h_0 = 0$ (fig. c,d).

a. Viteza periferică

$$v = \frac{\pi d n_t}{60 \cdot 1000} = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 400}{60 \cdot 1000} = 1,25 \text{ m/s};$$

b. Verificarea la strivire

Presiunea medie de contact,

$$p_m = \frac{F_r}{d B} = \frac{2850}{60 \cdot 48} = 0,99 \text{ MPa}.$$

Verificarea la strivire (neexpulzare a peliculei de lubrifiant): $p_m \leq p_{ma}$; $0,99 < 7$ (se verifică).

c. Verificarea la uzare (durabilitate)

Produsul presiune-viteză,

$$p_m v = 0,99 \cdot 1,25 = 1,24 \text{ MPa.m/s}.$$

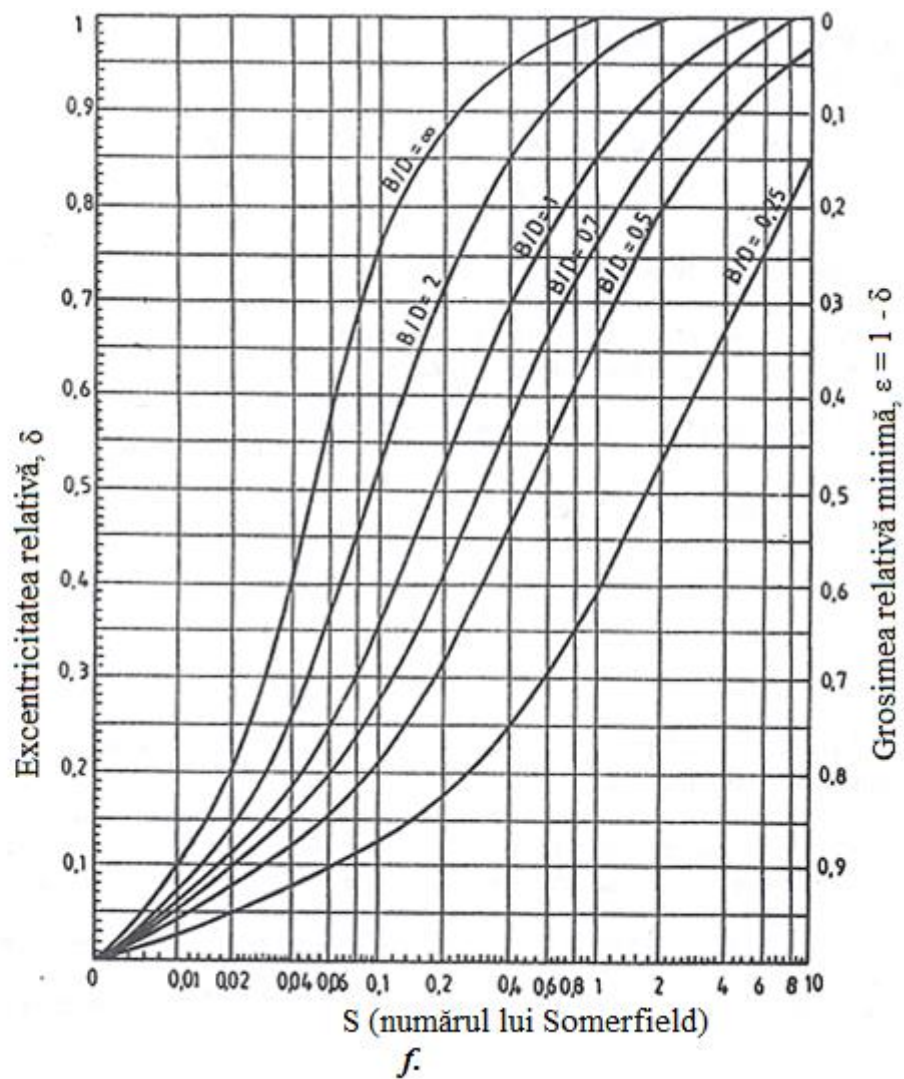
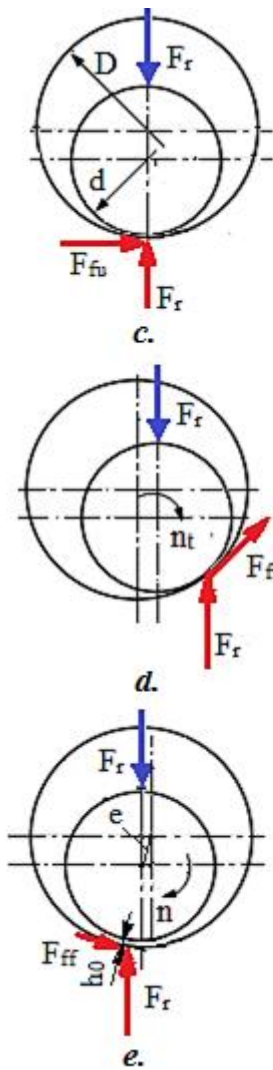
Verificarea la uzare (durabilitate): $p_m v \leq (pv)_{au}$; $1,24 < 1,5$ (se verifică).

a. Verificarea la încălzire,

$$p_m v \leq (pv)_{ai}; 1,24 < 10 \text{ se verifică}.$$

a. Verificarea la solicitarea de încovoiere (pentru palierle de cap)

Tensiunea de încovoiere maximă,



$$\sigma_i = \frac{16 F_r B}{\pi d^3} = \frac{16 \cdot 2850 \cdot 48}{\pi 60^3} = 3,22 \text{ MPa},$$

Verificarea la încovoiere: $\sigma_i \leq \sigma_{all}$; $3,22 < 70$ (se verifică).

b. Momentul de frecare la pornire

$$M_{fp} = F_{fu} \frac{d}{2} = \mu_u F_r \frac{d}{2} = 0,15 \cdot 2850 \frac{60}{2} = 12825 \text{ Nmm},$$

unde, F_{fu} reprezintă forța de frecare (fig. c,d)

Cazul 2. Regimul de funcționare fluidă (ungere hidrodinamică)

Acest caz, se caracterizează prin turații mai mari decât $n_t = 400$ rot/min și grosimea peliculei de lubrifiant, $h_0 > 0$ (fig. e).

a. Viteza periferică

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000} = \frac{\pi 60 \cdot 2000}{60 \cdot 1000} = 6,28 \text{ m/s}.$$

b. Numărul lui Sommerfeld,

$$S = \frac{P_m \Psi^2}{\eta \omega} = \frac{0,99 \cdot 10^6 (1,9 \cdot 10^{-3})^2}{0,07 \cdot 2000/60} = 1,53.$$

Din nomograma din fig. f rezultă, grosimea minimă relativă a filmului de lubrifiant $\delta = 0,85$ și excentricitatea relativă $\varepsilon = 0,15$.

c. Grosimea minimă a filmului de lubrifiant

$$h_0 = \delta j/2 = 0,85 \cdot 114/2 = 48,45 \mu\text{m}.$$

d. Coeficientul de frecare de alunecare

$$\mu_f = 2 \pi^2 S \Psi = 2 \pi^2 1,53 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} = 0,057.$$

e. Puterea pierdută prin frecare

$$P_f = F_{ff} v = \mu_f F_r v = 0,057 \cdot 2850 \cdot 6,28 = 1020,186 \text{ W},$$

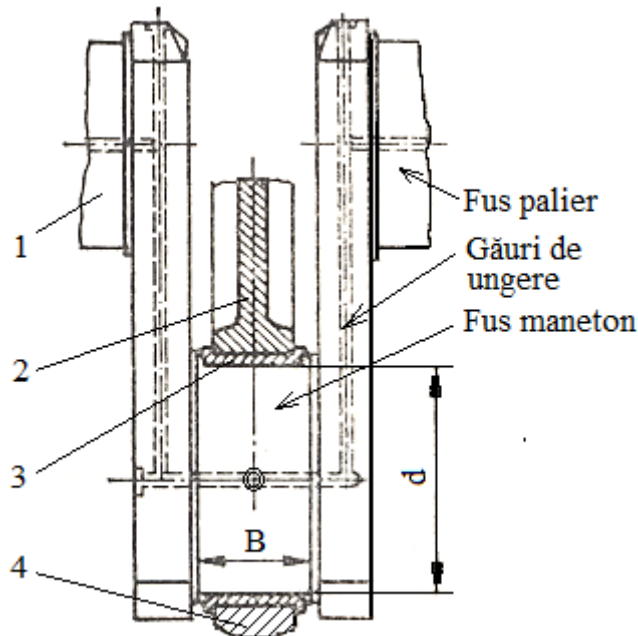
unde, F_{ff} reprezintă forța de frecare de alunecare (fig. e).

II_7.2

Să se determine parametrii funcționali și constructivi ai lagărelor cu alunecare bielă-maneton la funcționarea în regimul cu frecare uscată

Se dau: dimensiunea fusului palier, $d = 80$ mm; raportul $B/d = 0,55$; forța radială maximă, $F_r = 8,5$ kN/lagăr; turația, $n = 1500$ rot/min; turația la limita frecării uscate, $n_t = n/4 = 375$ rot/min; materialul cuzinetilor, SnPb5 (bronz); presiunea admisibilă oțel/bronz (fără ungere) $p_{ma} = 12$ MPa; produsul presiune-viteză admisibil din condiția de uzare impusă pentru durata $L_h = 8000$ ore, $(pv)_{au} = 4,5$ MPa.m/s; produsul presiune-viteză admisibil din condiția de încălzire, $(pv)_{ai} = 10$ MPa.m/s; coeficientul de frecare bronz/oțel, $\mu_u = 0,18$

Structura constructivă: 1 - arbore cotit; 2 - semicuzinet lagăr bielă-maneton; 3 - semicuzinet lagăr bielă; 4 - bielă.



Rezolvare:

a. Lungimea cuzinetului

$$B = 0,55 d = 0,55 \cdot 80 = 44 \text{ mm.}$$

b. Viteza periferică la limita frecării uscate

$$v = \frac{\pi d n_t}{60 \cdot 1000} = \frac{\pi \cdot 80 \cdot 375}{60 \cdot 1000} = 1,57 \text{ m/s.}$$

c. Verificarea la contact

Presiunea medie de contact,

$$p_m = \frac{F_r}{d B} = \frac{8500}{80 \cdot 44} = 2,44 \text{ MPa.}$$

Verificarea la contact: $p_m \leq p_{ma}$; $2,44 < 12$ (se verifică).

d. Verificarea la uzare (durabilitate)

Produsul presiune-viteză,

$$p_m v = 2,44 \cdot 1,57 = 3,83 \text{ MPa.m/s.}$$

Verificarea la uzare (durabilitate): $p_m v \leq (pv)_{au}$; $3,83 < 4,5$ (se verifică).

e. Verificarea la încălzire,

$p_m v \leq (pv)_{ai}$; $3,83 < 10$ (se verifică).

f. Momentul de frecare la pornire

$$M_{fp} = F_{fu} \frac{d}{2} = \mu_u F_r \frac{d}{2} = 0,18 \cdot 18500 \cdot \frac{80}{2 \cdot 1000} = 133,2 \text{ Nm,}$$

unde, F_{ff} reprezintă forța de frecare.