

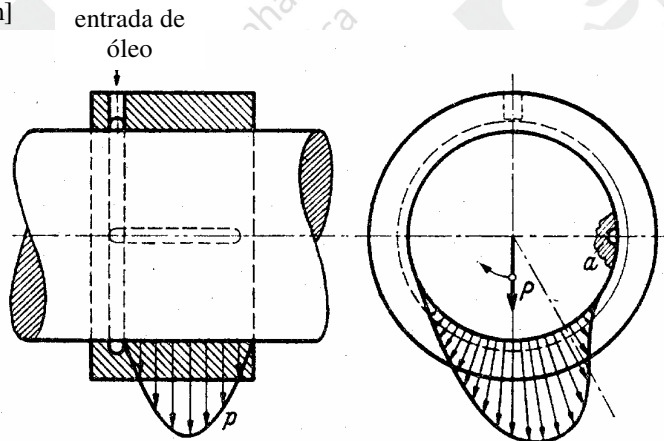
Lista 14

1) Dimensionar o mancal radial hidrodinâmico a ser usado no eixo de um motor elétrico com as características dadas abaixo.

- | | |
|---|------------------|
| • Rotação | $n = 1400$ [rpm] |
| • Carga | $P = 600$ [kgf] |
| • Serviço contínuo | $a = 1$ |
| • Diâmetro do eixo | $d = 80$ [mm] |
| • Rugosidade das superfícies de contato | $0,004$ [mm] |
| • Temperatura ambiente | 25 °C |
| • Refrigeração por convecção | |
| • Lubrificação por anel centrifugador ou banho de óleo. | |
| • Mancal pesado | |

2) Dimensionar o mancal radial hidrodinâmico a ser usado no eixo de um motor elétrico com as características dadas abaixo.

- | | |
|---|------------------|
| • Rotação | $n = 300$ [rpm] |
| • Carga | $P = 9500$ [kgf] |
| • Serviço contínuo | $a = 1$ |
| • Diâmetro do eixo | $d = 300$ [mm] |
| • Rugosidade das superfícies de contato | $0,005$ [mm] |
| • Temperatura ambiente | 25 °C |
| • Refrigeração por convecção | |
| • Lubrificação por anel centrifugador ou banho de óleo. | |
| • Mancal pesado | |

Resolução da Lista 14**Exercício 1)****a) Diâmetro do eixo (munhão)**É dado $d = 80$ [mm]**b) Largura do mancal**

Consulta-se a [4, Tab 15.2, pág 28] e para aplicações em máquinas elétricas, com $n = 1400 < 1500$ [rpm] e $t_{parada} < 8$ [min], obtém-se:

- Largura $b = (0,8 \text{ a } 1,5) \cdot d = 0,8 \cdot 80 \approx 65$ [mm]
- Velocidade tangencial máxima $v = 10$ [m/s]
- Pressão máxima aconselhada $p_m = 12,0$ [kgf/cm²]
- Material mancal WM10, liga de zinco segundo DIN 1703.

c) Capacidade e carga

$$p_m = \frac{P}{b \cdot d} = \frac{600}{6,5 \times 8} = 11,54 \text{ [kgf/cm}^2\text{]} < p_m. \text{ Usa-se, excepcionalmente, as unidades [kgf]}$$

e [cm] e não o sistema S.I., por facilidade de consulta aos ábacos do livro texto.

d) Velocidade admissível

$$n_{m\acute{a}x} = \frac{100 \cdot v \cdot 60}{\pi \cdot d} = \frac{100 \times 10 \times 60}{\pi \times 8} = 2387 \text{ [rpm]}. \text{ Como } 1400 < 2387 \text{ a velocidade é admissível}$$

e) Folga diametral (D-d)

Da tabela [4, Tab 15.4, pág 30], com pressão elevada (próxima da máxima) e velocidade média tem-se a faixa de $\psi = (0,8 \text{ a } 1,4) \times 10^{-3}$ [-]. Adota-se $\psi = 1,1 \times 10^{-3}$

$$\psi = \frac{(D-d)}{d} = 1,1 \cdot 10^{-3} \Rightarrow (D-d) = 80 \times 1,1 \cdot 10^{-3} = 0,088 \text{ [mm]} = 88 \text{ [}\mu\text{m]}$$

f) Espessura mínima da película lubrificante

$$h = 3 \times \text{rugosidade das superfícies}$$

$$h = 3 \times 0,004 = 0,012 \text{ [mm]} = 12 \text{ [}\mu\text{m]}$$

A espessura relativa do filme de óleo será:

$$h_r = \frac{h}{\psi \cdot r} = \frac{0,012}{0,0011 \times 40} = 0,27$$

g) Coeficiente de atrito e viscosidade dinâmica necessária

Da figura 15.4 [4, pág 26] para $h_r = 0,27$ e $b/d = 65/80 = 0,81$

$$\bullet \frac{\mu}{\psi} = 2,7 \rightarrow \mu = 2,7 \times \psi = 0,00297$$

$$\bullet \frac{\eta \cdot \omega}{p_m \cdot \psi^2} = 0,6 \Rightarrow \eta = 0,60 \frac{p_m \cdot \psi^2}{\omega}$$

$$\therefore \eta = \frac{0,60 \times 11,54 \times 0,0011^2}{2 \times \pi \times 1400} = 5,71 \times 10^{-8} \left[\frac{\text{kgf.s}}{\text{cm}^2} \right]$$

h) Temperatura de serviço

Precisa-se agora determinar a temperatura de serviço. Para mancais pesados $\alpha \cdot \pi = 0,44$ [4, pág 27] e refrigeração por convecção natural:

$$T_f = T_l + \frac{p_m \cdot \mu \cdot n \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot a}{\alpha \cdot \pi \cdot 60}$$

$$T_f = 25 + \frac{11,54 \times 0,00297 \times \pi \times 2 \times 1400 \times 4}{0,44 \times 60} \times 1,0 = 70,7 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

i) Escolha do óleo

Pode-se agora escolher o óleo. Na figura 16.2 [4, pág 49] com $T = 70,7 \text{ [}^\circ\text{C]}$ e $\eta = 0,0571 \times 10^{-6} \left[\frac{\text{kgf.s}}{\text{cm}^2} \right]$. Não existe óleo com essa

viscosidade a esta temperatura, mas tem-se um ponto próximo à curva 2. Caso utilize-se o óleo Vacuoline C (curva 2) (aproximadamente SAE 10. Ver tabela notas de aula) e se fizerem iterações usando as expressões correspondentes de η e T_f , chega-se aos valores $T_f \approx 77 \text{ [}^\circ\text{C]}$ e $\eta \approx 0,077 \times 10^{-6} \text{ [kgf.s / cm}^2\text{]}$

j) Rotação crítica de atrito misto na partida

Inicialmente calcula-se $h_{r0} = \frac{\text{rugosidade}}{\psi \times r} = \frac{0,0004}{0,0011 \times 4} = 0,09$. Para este valor e $b/d = 0,81$ tem-se

$$\frac{\eta \times \omega}{p_m \times \psi^2} = 0,13 \text{ [4, Fig 15.4, pág 26]}$$

$$\frac{\eta \cdot \omega}{p_m \cdot \psi^2} = 0,13 \Rightarrow n = \frac{60 \cdot \omega}{2 \cdot \pi} = \frac{60}{2 \cdot \pi} \times \frac{0,13 \cdot p_m \cdot \psi^2}{\eta} = \frac{60}{2 \cdot \pi} \times \frac{0,13 \times 11,54 \times 0,0011^2}{0,46 \times 10^{-6}} = 37,7 \text{ [rpm]}$$

Acima desta rotação, o eixo descola e não há mais atrito misto, apenas atrito viscoso. Usa-se aqui a viscosidade do óleo escolhido a $25 \text{ [}^\circ\text{C]}$ [4, fig 16.2, pág 49], supondo-se que o eixo acabou de partir e o óleo está à temperatura ambiente.

l) Rotação na qual atinge o atrito misto na parada

O procedimento é o mesmo, observando que neste caso o óleo está à temperatura de serviço e a viscosidade baixará de acordo com isto.

$$h_r = \frac{h}{\psi \times r} = \frac{0,0004}{0,0011 \times 4} = 0,09 \text{ .Para este valor e } b/d = 0,81 \text{ tem-se [4, Fig 15.4, pág 26]:}$$

$$\frac{\eta \cdot \omega}{p_m \cdot \psi^2} = 0,13 \Rightarrow n = \frac{60 \cdot \omega}{2 \cdot \pi} = \frac{60}{2 \cdot \pi} \times \frac{0,13 \cdot p_m \cdot \psi^2}{\eta} = \frac{60}{2 \cdot \pi} \times \frac{0,13 \times 11,54 \times 0,0011^2}{0,077 \times 10^{-6}} = 225,1 \text{ [rpm]}$$

Abaixo desta rotação inicia-se o atrito misto até a parada do eixo.

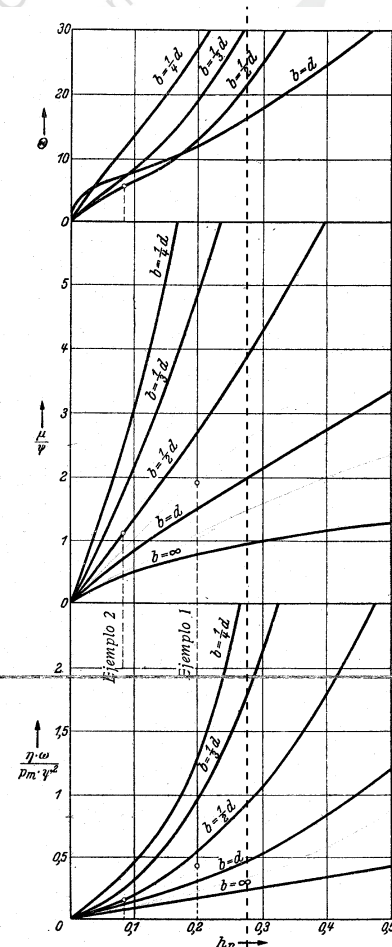


Fig. 15/4. Curvas características para calcular los cojinetes de acuerdo con la teoría de la lubricación (3)