

HIDRODINAMIKUS SIKLÓCSAPÁGY TERVEZÉSE

Oktatási segédlet a Gépelemek I. tárgy
2. évközi feladatához

**BSc képzésű gépészmérnök hallgatók részére
II. évfolyam**

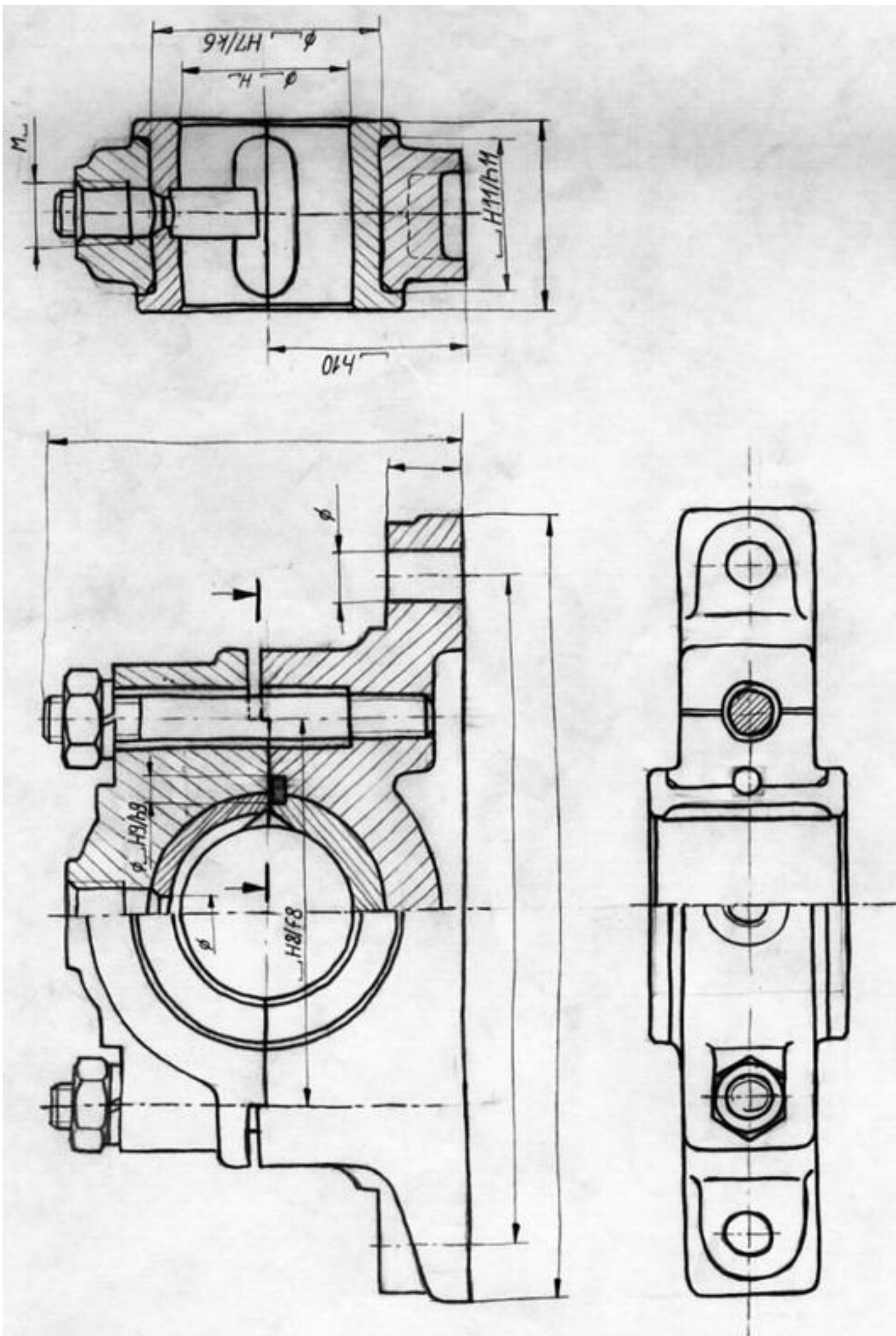
Összeállította

Dr. Szota György egyetemi docens úr munkái
és hallgatói feladatok felhasználásával

Németh Géza egyetemi adjunktus

Első változat

Miskolc, 2008



DESIGN
OF
JOURNAL BEARING

BY



IAN KAYE.



I. Kaye

Miskolc 29/5/92

Villamos generátor hidrodinamikus siklócsapágának méretezése

Adatok:

Teljesítmény	$P = 1300 \text{ kW};$
Csapágyterhelés (radiális)	$F = 31,4 \text{ kN};$
Fordulatszám	$n = 1000 / \text{min}.$

1. A 2.1-4a. táblázat alapján vegyük fel a következő értékeket: A persely Csf80-as fehérfémbélésű acélpersely. A csap anyaga $Fe\ 490-2$, $b/d = 1,3$ és $\bar{p} = 1 \text{ N/mm}^2$.

2. A csapágy fő méretei

$$d = \sqrt{\frac{F}{\bar{p} \frac{b}{d}}} = \sqrt{\frac{31400 \text{ N}}{1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} 1,3}} \approx 160 \text{ mm},$$

$$b = 1,3 d = 1,3 \cdot 160 \text{ mm} \approx 210 \text{ mm}.$$

3. A csap veszélyes keresztmetszetében ébredő igénybevételek és feszültségek:

$$M_{cs} = \frac{P}{\omega} = \frac{1300 \text{ kW} \cdot 1000 \text{ W/kW}}{\frac{1000 / \text{min}}{9,55 \text{ s/min}}} \approx 12415 \text{ mN},$$

$$M_{hj} = \frac{b}{2} F = \frac{0,21 \text{ m}}{2} 31400 \text{ N} = 3300 \text{ mN},$$

$$\tau_{cs} = \frac{M_{cs}}{K_p} \approx \frac{M_{cs}}{0,2d^3} = \frac{1,24 \cdot 10^7 \text{ mmN}}{0,2 \cdot 160^3 \text{ mm}^3} = 15,14 \text{ N/mm}^2,$$

$$\sigma_{hj} = \frac{M_{hj}}{K} \approx \frac{M_{hj}}{0,1d^3} = \frac{3300000 \text{ mmN}}{0,1 \cdot 160^3 \text{ mm}^3} = 8,05 \text{ N/mm}^2,$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{hj}^2 + 4\tau_{cs}^2} = \sqrt{8,05^2 + 4 \cdot 15,1^2} \text{ N/mm}^2 \approx$$

$$\approx 31 \text{ N/mm}^2.$$

A megengedett feszültség

$$\sigma_{meg} = \frac{R_{eH}}{n} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{4} = 60 \text{ N/mm}^2.$$

Mivel a megengedett feszültség nagyobb, mint a redukált feszültség, ezért a csap szilárdsága szempontjából a csapágy d és b mérete megfelelő.

4. Az üzemi relatív játék megválasztása

A csúszási sebesség

$$v = \frac{d}{2} \omega = 0,08 \text{ m} \frac{1000 / \text{min}}{9,55 \text{ s/min}} \approx 8,4 \text{ m/s},$$

amelynek figyelembevételével a 2.1-62. ábra alapján $\psi_{ii} = 0,0016$ értéket választunk.

5. A felületi érdességek megválasztása

Írjunk elő a csapra $R_{ac} = 0,4 \mu m$, a perselyre $R_{ap} = 0,8 \mu m$ megengedett felületi érdességet, amely értékekkel az érdességmagasságok összege

$$\delta_1 + \delta_2 = 4,5 \sqrt{R_{ac} + R_{ap}} = 4,5 \sqrt{0,4 + 0,8} \mu m = 5,4 \mu m.$$

6. A legkisebb résméretet $h_0 > \delta_1 + \delta_2$ alapján vegyük fel $h_0 = 10 \mu m$ -re.

7. A relatív excentricitás

$$\varepsilon = 1 - \frac{h_0}{r\psi_{ii}} = 1 - \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ mm}}{80 \text{ mm} \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}} \approx 0,92.$$

8. A terhelési szám a 2.1-30. ábra alapján $\phi \approx 10$.

9. Az üzemi hőfokon szükséges olajviszkozitás a

$$\bar{p} = \frac{F}{bd} = \frac{31400 \text{ N}}{0,21 \text{ m} \cdot 0,16 \text{ m}} = 934524 \text{ N/m}^2$$

valóságos fajlagos terhelés felhasználásával

$$\eta_{ii} = \frac{\bar{p}\psi_{ii}^2}{\phi\omega} = \frac{934524 \text{ N/m}^2 \cdot 1,6^2 \cdot 10^{-6}}{10 \frac{1000 / \text{min}}{9,55 \text{ s/min}}} = 2,28 \text{ mPa s.}$$

Ez a viszkozitás nagyon kicsi értékű. A kereskedelemben kapható legkisebb viszkozítású kenőolajok a 40...70°C tartományban várható üzemi hőmérsékleten 10...20 mPa s viszkozításúak.

Válasszuk ezek után a következő értékeket:

$$\eta_{ii} = 10 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2}; \quad \psi_{ii} = 1,7 \cdot 10^{-3}.$$

Ezekkel az értékekkel a terhelési szám

$$\phi = \frac{\bar{p}\psi_{ii}^2}{\eta_{ii}\omega} = \frac{934524 \text{ N/m}^2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2} \frac{1000 / \text{min}}{9,55 \text{ s/min}}} \approx 2,58.$$

A 2.1-30. ábra alapján az ehhez tartozó relatív excentricitás $\varepsilon = 0,7$.

A legkisebb résméret ennek megfelelően

$$h_0 = r\psi_{ii} \sqrt{1 - \varepsilon^2} = 80 \text{ mm} \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 \approx 40 \mu m.$$

10. A csapágy üzemi hőmérsékletének meghatározása

A súrlódási szám a 2.1-31. ábra alapján

$$C = \frac{\mu}{\psi_{ii}} \approx 1,4.$$

A súrlódási tényező

$$\mu = 1,4\psi_{ii} = 1,4 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} \approx 2,4 \cdot 10^{-3}.$$

A várható üzemi hőmérséklet természetes hűtés esetén nehéz kivitelű csapágyházzal $\varrho = 140 \text{ W/m}^2\text{°C}$ mellett $\vartheta_0 = 20^\circ\text{C}$ környezeti hőmérséklet mellett

$$\vartheta = \frac{\mu Fr \omega}{\alpha d \pi b} + \vartheta_0 = \frac{2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 31400 \text{ N} \cdot 0,08 \text{ m} \cdot 104,61 / \text{s}}{140 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{°C}} \cdot 0,16 \text{ m} \cdot \pi \cdot 0,21 \text{ m}} + 20^\circ\text{C} =$$

$$= 20 + 42,7^\circ\text{C} = 62,7^\circ\text{C} < \vartheta_{\text{meg}} = 80^\circ\text{C},$$

tehát nehéz kivitelű csapágyházzal készítjük a csapágyat és akkor a természetes hűtés kielégítő.

11. A csapágyillesztés előírása:

A 20°C -hoz tartozó relatív játék

$$\psi_{20^\circ\text{C}} = \psi_{\text{ü}} + S \cdot (\varrho_{\text{ü}} - 20^\circ\text{C}) \cdot 10^{-6} =$$

$$= 1,7 \cdot 10^{-3} + 21,7 \cdot (2,7 - 20) \cdot 10^{-6} = 2,63 \cdot 10^{-3}.$$

A 20°C hőmérsékleten szükséges közepes csapágyjáték

$$J_{m20^\circ} = \psi_{20^\circ} \cdot d = 2,63 \cdot 10^{-3} \cdot 160 \text{ mm} = 0,4208 \text{ mm}.$$

A furatra IT8, a csapra IT7 tűrésminőséget választva a tűrések $T_L = 0,063 \text{ mm}$, $T_C = 0,040 \text{ mm}$.

Alaplyuk csoportban a megfelelő csapágyillesztést eredményező méretek:

$$\text{Furat: } \varnothing 160H8 = \varnothing 160_0^{+0,63},$$

$$\text{Csap: } \varnothing 160_{-0,410}^{-0,370}.$$

12. Az üzemi hőmérséklet és a kenőolaj üzemi viszkozitása ismeretében az ásványolaj alapú kenőolajok viszkozitásának hőmérsékletfüggése alapján ISO VG32 viszkozitású olajat kell választani.

13. A csapágy siklófelületei között átlépő olaj-térfogatáram meghatározása.

Az átáramlási számok értékei a 2.1-32. és a 2.1-33. ábrák alapján

$$J_i = 0,22, \quad J_s = J_i \frac{q_s}{q_i} = 0,22 \cdot 0,6 = 0,132.$$

A tápolaj-térfogatáram

$$q_i \approx q_i = b d \bar{q}_i = 0,22 b d \omega r \psi_{\text{ü}} =$$

$$= 0,22 \cdot 210 \cdot 160 \text{ mm}^2 \frac{1000 / \text{min}}{9,55 \text{ s} / \text{min}} \cdot 80 \text{ mm} \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} = 105000 \frac{\text{mm}^3}{\text{s}} = 6,3 \frac{\text{dm}^3}{\text{min}}.$$

A kenőolaj megfelelő élettartama akkor biztosított, ha a kenőanyag egyes elemei 3...5 min -ként vagy ennél ritkábban lépnek be a siklófelületek közé. Az olajtartályban elhelyezett olajtöltet célszerű nagysága tehát $Q = 20 \dots 30 \text{ dm}^3$.