

## Dimenziótlan üzemi jellemzők, típusjellemzők, jellemző fordulatszám

### (7. fejezet)

1. Becsülje meg egy 220 mm járókerék átmérőjű, 2880/min fordulatszámmal hajtott szivattyú térfogatáramát, szállítómagasságát és összhatásfokát. (0,087 m<sup>3</sup>/s; 50,26 m; 83,5 %) A szivattyú jellemző fordulatszáma 45. Az optimális üzemi pont becsült hatásfokmaximuma és a szivattyú alapértelmezés szerinti nyomásszáma az alábbi képletekkel számítható:

$$\eta_{\max} = 0,94 - 0,048 Q_{\text{opt}}^{-0,32} - 0,29(\lg [n_q/44])^2 \quad \psi = [300 / (270 + n_q)]^{9/4}$$

2. Hasonlítsa össze kis közepes és nagy jellemző fordulatszámú szivattyúk szállítómagasság, teljesítményfelvétel és hatásfok diagramjainak alakját az optimális pont adataival dimenziótlanított fajlagos mennyiségek koordinátarendszerében. Milyen következtetések vonhatók le a diagramokból?

3. Egy szivattyú optimális térfogatárama 16 dm<sup>3</sup>/s, fordulatszáma 960 1/min, jellemző fordulatszáma 25,5. Mekkora a szivattyú szállítómagassága? (8 m) Mekkora a  $\sigma$  fordulatszám-tényező? (0,162) A Cordier-diagram jó közelítéssel a

$$\delta = (2,1 / (1,41 + \lg \sigma))^{1,34}$$

4. alakú átmérőtényező-fordulatszám-tényező képlettel írható le. Mekkora a Cordier-diagram előírásának megfelelő járókerék átmérő? [ $\sigma = \varphi^{0,5} / \psi^{0,75}$  és

$$\delta = \psi^{0,25} / \varphi^{0,5}] (207 \text{ mm})$$

5. Mekkora a megadott  $H = 45 - 2781[s^2/m^5] Q^2$ ;  $\eta [\%] = 72 - 14694 (Q - 0,07)^2$  jelleggörbéjű 1470/min fordulatszámú, 320 mm járókerék átmérőjű egyfokozatú szivattyú jellemző fordulatszáma? (29,3) Célszerűen választott léptékekkel rajzolja meg a  $\psi_{n,D}(\varphi_{n,D})$  és az  $\eta(\varphi_{n,D})$  dimenziótlan jelleggörbék grafikonját görbénként 4-4 számított pont alapján.

6. Egy CR 8-60 típusú, 2850/min fordulatszámú, hat fokozatú tápszivattyú szállítómagassága  $H = 68 - 0,2 Q^2$ , illetve összhatásfoka  $\eta = 0,66 - 0,00731 (Q -$

9,5)<sup>2</sup>. A térfogatáram mértékegysége a képletekben [m<sup>3</sup>/h]. Határozza meg a szivattyúba épített járókerék jellemző fordulatszámát! A jellemző fordulatszám értéke alapján állapítsa meg a járókerék típusát. Határozza meg a vizet szállító szivattyú teljesítmény felvételét az üresjárat 0 térfogatáram esetén – extrapolálva a Q = 1,5; 1; 0,5 m<sup>3</sup>/h térfogatáramú pontok teljesítmény adatait.

**Megoldás:**

Az n<sub>q</sub> jellemző fordulatszámot az optimális üzemi pont és egy járókerék adataival kell számolni.

$$\frac{d\eta}{dQ} = -2 \times 0.00731 \times (Q_{opt} - 9.5) = 0, \text{ így } Q_{opt} = 9.5 \frac{m^3}{h} = 0.002639 \frac{m^3}{s}.$$

Az egy fokozat által létrehozott szállítómagasság (az optimális üzemi pontban)

$$H_{1fokozat,opt} = \frac{H_6(Q_{opt})}{6} = \frac{68 - 0.2 \times 9.5^2}{6} = 8.325 \text{ m},$$

így a jellemző fordulatszám n<sub>q</sub> = n  $\frac{Q_{opt}^{\frac{1}{2}}}{H_{1,opt}^{\frac{1}{4}}} = 29.9$ , azaz a járókerék radiális átömlésű.

A bevezetett teljesítmény a térfogatáram függvényében

$$P_{bev} = \frac{P_h(Q)}{\eta(Q)} = \frac{Q \rho g H(Q)}{\eta(Q)} = \frac{9810 \times Q \left[ \frac{m^3}{s} \right] \times \left( 68 - 0.2 \left( Q \left[ \frac{m^3}{h} \right] \right)^2 \right)}{0.66 - 0.00731 \times \left( Q \left[ \frac{m^3}{h} \right] - 9.5 \right)^2}.$$

Azért kell extrapolációval meghatározni Q = 0 -nál a bevezetett teljesítményt, mert itt a hatásfok zérus (mivel a hasznos teljesítmény zérus), de a bevezetett teljesítmény nyilván nem nulla, ui. a hajtómotornak fedeznie kell az összes vesztséget. Az extrapolációt a ΔP<sub>be</sub> differenciák segítségével végezzük el (a végeredmény erősen függhet a számítás pontosságától és az extrapolációs módszertől).

Q [m <sup>3</sup> /h]	1.5	1	0.5	
H <sub>b</sub> (Q)	67.55	67.8	67.95	
Q [m <sup>3</sup> /s]	0.000417	0.000278	0.000139	
P <sub>h</sub> [W]	276.1	184.8	92.6	
η(Q)	0.192	0.132	0.068	
P <sub>be</sub>	1437	1401	1364	<b>1324</b>
ΔP <sub>be</sub>		36	38	<b>40</b>

Tehát a teljesítményfelvétel az üresjárási pontban P<sub>be,üresjárás</sub> = 1.324 kW

7. Az n<sub>1</sub> = 1450/min fordulatszámú szivattyú jelleggörbéje H<sub>1</sub> = 40 m – 40000 s<sup>2</sup>/m<sup>5</sup> Q<sup>2</sup>. Számítsa ki az n<sub>2</sub> = 2900/min fordulatszámú motorral hajtott szivattyú jelleggörbéjének 5 pontját a Q<sub>2</sub> = 0,01 m<sup>3</sup>/s – 0,05 m<sup>3</sup>/s térfogatáram intervallumban 0,01 m<sup>3</sup>/s-onként, mivel a mérések szerint az affinitás ebben a

tartományban érvényes. Írja fel az  $n_2$  fordulatszámú szivattyú  $H_2(Q_2)$  jelleggörbéjének egyenletét. ( $H_2 = 160 - 40000 Q_2^2$ )

8. Az  $n_q = 25$  jellemző fordulatszámú centrifugál szivattyúk, ventilátorok optimális nyomásszáma  $\psi = 1$  (nem  $\psi_{n, D}$  !!!). Mekkora a szükséges  $D_2$  járókerék átmérő a direkt hajtású,  $n = 1470/\text{min}$  fordulatszámú, 20 m szállítómagasságú, vizet szállító szivattyú, illetve a 1000 Pa össznyomás-növekedést létrehozó,  $1,2 \text{ kg/m}^3$  sűrűségű levegőt szállító ventilátor esetén (0,257 m, illetve 0,53 m)? Mekkora a két gép térfogatárama ( $0,0259 \text{ m}^3/\text{s}$ , illetve  $0,226 \text{ m}^3/\text{s}$ )? Mekkora a két gép teljesítményfelvétele 70 % összhatásfok esetén (7,259 kW, illetve 0,323 kW) és mekkora hajtónyomatéokra kell méretezni a tengelyt 1,5-szeres biztonság esetén (70,7 Nm, illetve 3,15 Nm)?
9. Vizet szállító örvényszivattyú fordulatszáma 1450/min, szállítómagassága 17 m, térfogatárama  $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$  a tervezési üzemállapotban. Mekkora a jellemző fordulatszám (30)? Mekkora átmérőjű járókerék esetén lesz a szivattyú nyomásszáma az ilyen típusú szivattyúk esetén szokásos  $\psi = 1$  értékű (240 mm)? Számítsa ki a  $\varphi$  mennyiségi számot (0,036). Mekkora térfogatáramot szállít, milyen szállítómagasság ellenében ez a szivattyú optimális üzemben 970/min motorfordulatszám esetén ( $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ ; 7,61 m)?
10. Az  $n = 2880/\text{min}$  fordulatszámú szivattyú-járókerék idealizált jelleggörbéjének egyenlete:  $H_{\infty} = 145 \text{ m} - 1570 \text{ s/m}^2 \cdot Q_e$ . A járókerék külső átmérője 250 mm, szélessége ezen az átmérőn 14 mm. Perdület mentes belépést feltételezve mekkora a lapátszög a kilépésnél? ( $12,55^\circ$ ) A lapátvégek kiélezettek. Számítsa ki a valódi jelleggörbe  $Q = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$  térfogatáramú pontjában a  $\varphi$  mennyiségi szám (0,0162) és a  $\psi$  nyomásszám értékét (0,895). A volumetrikus hatásfok becült értéke e pontban 95 %, a perdület apadási tényező 0,85, a hidraulikai hatásfok becült értéke ugyanitt 80%.
11. Az  $n_1 = 1460/\text{min}$  fordulatszámú szivattyú jelleggörbéje  $H_1 = 40 \text{ m} - 40000 \text{ s}^2/\text{m}^5 \cdot Q_1^2$ . Számítsa ki az  $n_2 = 2920/\text{min}$  fordulatszámú motorral hajtott szivattyú jelleggörbéjének öt pontját  $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ -onként a  $Q_2 = 0,01 \text{ m}^3/\text{s} \div 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$  térfogatáram intervallumban, tudva, hogy a mérések szerint az affinitás ebben a tartományban érvényes! Írja fel az  $n_2$  fordulatszámú szivattyú  $H_2(Q_2)$  jelleggörbéjének egyenletét. Mekkora a megnövelt fordulatszámú szivattyú jellemző fordulatszáma? A legjobb hatásfokú pontban  $Q_2 = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hány fokozatú a szivattyú

**12. Egy ventilátor átmérő-tényezője 1.75, fordulatszám-tényezője 0.6. Milyen járókerék átmérő esetén szállít a gép 27000 m<sup>3</sup>/h 1.2 kg/m<sup>3</sup> sűrűségű levegőt 1440/min fordulatszámon? Mekkora ekkor a ventilátor által létesített nyomásnövekedés értéke?**

**Megoldás:**

$$\delta = 1.75 = \psi^{1/4} \varphi^{-1/2}, \quad \sigma = 0.45 = \psi^{-3/4} \varphi^{1/2}$$

$$\sigma \delta = 0.45 \cdot 1.75 = 0.7875 = \psi^{-1/2} \rightarrow \psi = 0.773, \quad \varphi = \left( \frac{\psi^{1/4}}{\delta} \right)^2 = 0.287$$

$$\varphi = \frac{Q}{\frac{D_2^2 \pi}{4} D_2 \pi n u_2} \rightarrow D_2 = \sqrt[3]{\frac{4Q}{\varphi \pi^2 n}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 27000 / 3600}{0.287 \cdot \pi^2 \cdot 1440 / 60}} = 761 \text{ mm}$$

$$u_2 = D_2 \pi n = 0.761 \cdot \pi \cdot 1440 / 60 = 57.4 \text{ m/s}$$

$$\Delta p = \psi \frac{\rho}{2} u_2^2 = 0.773 \cdot \frac{1.2}{2} \cdot 57.4^2 = 1528 \text{ Pa}$$