

3. mérés

Fogaskerékszivattyú szállítóképessége és volumetrikus hatásfoka

A mérésről készült rövid videó az itt látható QR-kód segítségével:



vagy az alábbi linken érhető el:

http://www.uni-miskolc.hu/gepelemek/tantargyaink/001b_gepeszmernoki_alapismeretek/3.meres.mp4

1. A mérési gyakorlat célkitűzése

A fogaskerékszivattyúkat egyszerű felépítésük és megbízható üzemük miatt széles körben alkalmazzák hidraulikus vezérlésű gépszerkezetek működtetéséhez, szerszámgépek, robbanó motorok és egyéb gépi berendezések központi olajozóberendezéseihez. E szivattyúk általában $p \approx 15 \div 20$ bar üzemi nyomás mellett $q = 10 \div 20$ l/min folyadék szállításra készülnek, különleges kiképzéssel és pontosabb megmunkálással azonban $p \approx 140 \div 160$ bar üzemi nyomású fogaskerékszivattyúk is készíthetők.

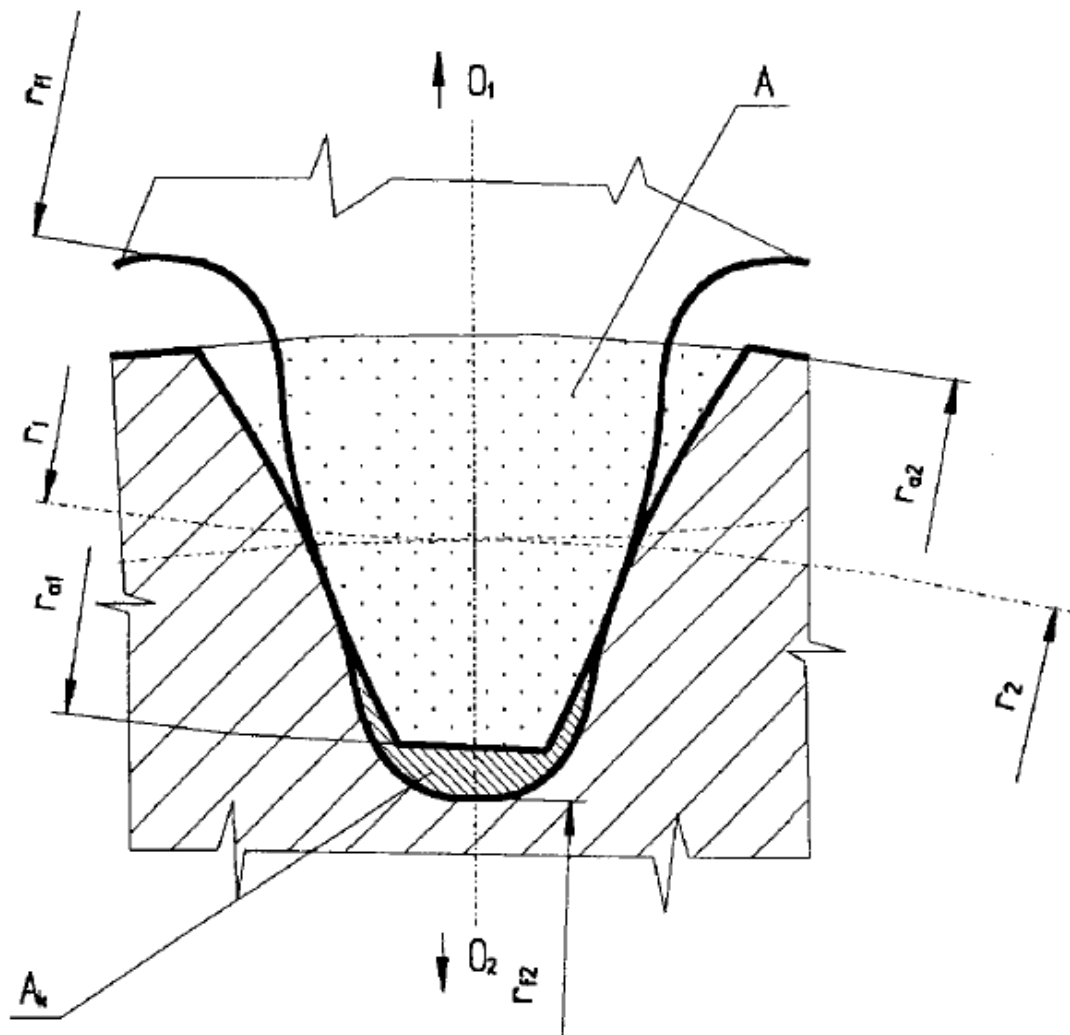
A fogaskerékszivattyú felépítéséből és működéséből következik, hogy szállítóképessége függ a szívó- és nyomótér nyomáskülönbségétől (terhelésétől). Ezt a függvénykapcsolatot elvi megfontolások alapján számítással nem tudjuk elég pontosan meghatározni a bonyolult áramlási viszonyok miatt. Pontosabban csak mérések alapján ítélni lehet meg a fogaskerékszivattyú szállítóképességét és volumetrikus hatásfokát.

E mérési gyakorlat célja, hogy megvizsgáljuk egy kenőolajszivattyú szállítóképességét és volumetrikus veszteségeit. A mérés tanulságait igyekeztünk azzal növelni, hogy egy viszonylag jó és egy ismert hibával rendelkező szivattyú mérési eredményeit értékeljük és hasonlítjuk össze.

2. A fogaskerékszivattyú szállítóképessége

A fogaskerékszivattyú kerekei általában evolvensprofilú, egyenesfogú, azonos fogszámú fogaskerekek. E kerekek egymással elvileg hézagmentesen kapcsolódnak, s a szivattyú háza érintkezik a fogaskerekek fejszalagjaival és homloklapfelületeivel. A kerekek forgatásakor az

ellenkerék foga a szívótérben gördül ki a fogárokból, miközben a fogárok feltöltődik folyadékkal. A feltöltött fogárok a ház fala mentén a nyomótérbe jut, ahol az ellenkerék foga begördül a fogárokba és onnan a folyadék nagy részét a nyomóvezetékbe nyomja, a fejhézag terébe beszoruló folyadékmennyiség pedig visszakerül a szívótérbe. Működését tekintve tehát a fogaskerékszivattyú **sokdugattyús** dugattyús szivattyú, amelynél a fogárok a hengereknek, az ellenkerék fogai a dugattyúknak, a fejhézag tere pedig a káróstérnek felel meg.



8. ábra

A fenti gondolatmenet alapján egyszerűen felírható a fogaskerékszivattyú elméleti közepes folyadékszállítása. Figyelembe véve a 8. ábra jelöléseit, az elméleti közepes folyadékszállítás (térfogatáramlás):

$$q_{eköz} = 2 \cdot z \cdot A \cdot b \cdot n \quad (27)$$

ahol

- $z \cdot n$ az időegység alatt kapcsolódó fogpárok száma;
- $n = n_1 = n_2$ a fogaskerekek fordulatszáma;

- $z = z_1 = z_2$ a fogaskerek fogszáma;
- b a fogárok hossza (fogaskerék szélesség);
- A a fogárok hasznos keresztmetszete.

Elemi fogazatú kerekéknél a fogárok hasznos keresztmetszetét közelítéssel a fogaskerék moduljával is kifejezhetjük

$$A \approx \frac{m \cdot \pi}{2} \cdot 2 \cdot m = m^2 \cdot \pi \quad (28)$$

amellyel a közelítő folyadékcszállítás (térfogatáramlás)

$$q_{eköz} = 2 \cdot m^2 \cdot \pi \cdot b \cdot z \cdot n \quad (29)$$

A valóságos folyadékcszállítás mindig kisebb, mint az (27) alapján meghatározható elméleti folyadékcszállítás. A fogaskerék és a szivattyúház érintkező felületei között, valamint a fogaskerék fogak érintkező felületei között csak elméletileg lehet zérus rés, a valóságban $\approx 0,02 \div 0,03$ mm értékű résekkel mindenütt számolnunk kell, amelyeken keresztül a szállított folyadékmennyiség egy része "visszaáramlik" ("szlip"-veszteség), tehát csökkenti a szállítóképességet. Ezen kívül a fogaskerek tengelyeinél is lehet tömítetlenség, tehát folyadékveszteség. A valóságos folyadékcszállítás (térfogatáramlás):

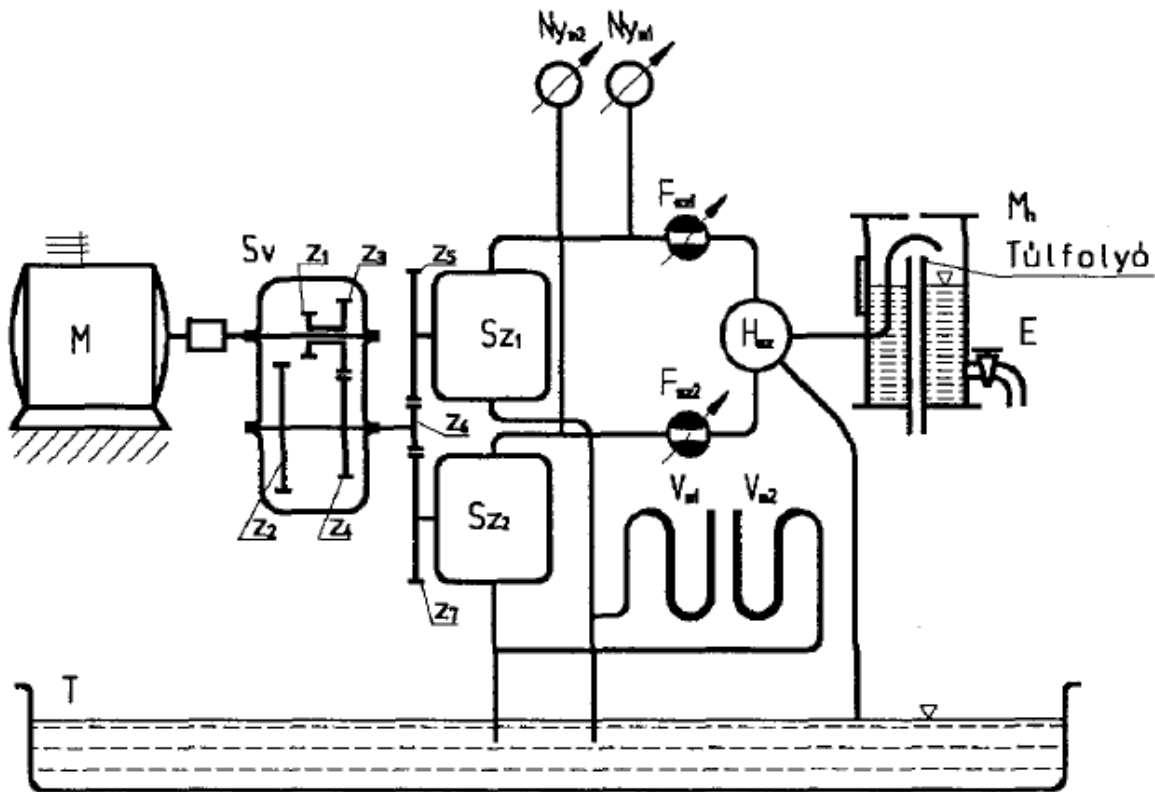
$$q_{eff} = q_e \cdot \eta_{vol} \quad (30)$$

Az η_{vol} volumetrikus hatásfok értéke függ a fogaskerékszivattyú terhelésétől, a szállított folyadék viszkozitásától, a szivattyú fordulatszámától, a szivattyú részviszonyaitól, tömítetlenségeitől. Általánosságban megállapíthatjuk, hogy a szivattyú terhelésnövekedésekor csökken, növekvő szállításnál nő, a szivattyú fordulatszámának növelésével nő, a résméreték csökkentésével nő a volumetrikus hatásfok értéke.

3. A mérőberendezés leírása

A 9. ábrán látható a mérőberendezés kapcsolási vázlata. Az M jelű hajtómotor az S_v jelű sebességváltón keresztül hajtja az S_{z1} és S_{z2} jelű szivattyúkat. A sebességváltóval a szivattyúk két különböző fordulatszámon működtethetők. A szivattyúk az F_{sz1} ill. F_{sz2} jelű fojtószelepeken keresztül nyomják a szállított olajmennyiséget. Ezekkel a szelepekkel szabályozható és állítható be a szivattyúk terhelése az Ny_{m1} és Ny_{m2} jelű nyomásmérők szerint. A V_{m1} és V_{m2} jelű vákuummérők a szívótérben uralkodó vákuumot érzékelik. A szivattyúk által a fojtószelepeken keresztül szállított folyadék a H_{sz} jelű kétállású hidraulikus

irányváltó szelepbe jut. E szelep 1 jelű állásánál az Sz_1 jelű szivattyú által szállított folyadékot vezeti az M_h jelű mérőhengerbe, míg az Sz_2 jelű szivattyú által szállított folyadékot visszavezeti a T jelű tartályba. A szelep 2 jelű állásánál viszont az Sz_2 jelű szivattyú szállít a mérőhengerbe, az Sz_1 jelű szivattyú pedig a tartályba. A mérőhengerben a folyadékszint maximálisan a túlfolyó szintjéig emelkedhet. A mérőhenger kiürítése az E jelű tolózár nyitása útján történhet.



9. ábra

Adatok:

- M jelű motor: Háromfázisú rövidre zárt aszinkron motor. A motor teljesítménye $P=0,44\text{kW}$, $n=1440/\text{min}$ fordulatszám mellett. E mérőberendezésben a villamosmotor fordulatszáma a mérés során $1455\div 1565/\text{min}$ között változik, a beállítható terheléstől függően.
- S_v jelű sebességváltó: kétfokozatú fogaskerekes sebességváltómű.

Áttétel:

II. jelű fokozatban
$$i_{II} = \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_5}{z_6} = \frac{43}{29} \cdot \frac{53}{21} = 3,7422$$

I. jelű fokozatban

$$i_I = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_5}{z_6} = \frac{54}{18} \cdot \frac{53}{21} = 7,5714$$

c) Szivattyú: Közepes nyomású kenőolajszivattyú mezőgazdasági erőgéphez.

A szivattyú fogaskerékpárjának adatai:

- Fogszám $z = z_1 = z_2 = 11;$
- Modul $m = 3mm;$
- Tengelytáv $a = 33mm;$
- Láb kör átmérők $d_l = d_{l1} = d_{l2} = 25,6mm;$
- Fejkör átmérők
Sz₁ jelű szivattyúnál: $d_f = d_{f1} = d_{f2} = 38mm,$
Sz₂ jelű szivattyúnál: $d_f = d_{f1} = d_{f2} = 37,7mm,$
- Fogaskerék szélesség $b = b_1 = b_2 = 28mm;$
- Szivattyúház furatátmérők mindkét szivattyúnál $D = D_1 = D_2 = 38mm,$
- A fogárok hasznos keresztmetszete $A_{S_{z1}} = 0,2475cm^2$
 $A_{S_{z2}} = 0,2150cm^2$
- A fogárok káros keresztmetszete $A_{kS_{z1}} = 0,0325cm^2$
 $A_{kS_{z2}} = 0,03825cm^2$

d) H_{sz} jelű szelep: kétállású hidraulikus irányváltó szelep.

e) $F_{S_{z1}}$ és $F_{S_{z2}}$ fojtószelepek: 1/2"-os "fojtószelepek" (átmeneti radiátorszelepekből átalakítva).

f) E jelű tolózár: 3/4"-os éktolózár.

g) Ny_{m1} és Ny_{m2} jelű nyomásmérők: 10 bar méréshatárú csőrugós manométerek.

h) V_{m1} és V_{m2} jelű vakuummérők: $\approx 220mm$, méréshatárú vízmanométerek.

i) T jelű tartály: 25 dm³ befogadóképességű hegesztett olajtartály. A tartály 20 dm³ $\eta_{20C^\circ} \approx 10E^\circ$ viszkozitású kenőolajjal töltött.

j) A mérőberendezés tartozékai: 1 db 1/100 min beosztású versenyóra;
1 db beállító kar a H_{sz} jelű szelephez.

4. A mérési program végrehajtása

A villamos motor indítása előtt eldöntjük, hogy melyik szivattyút akarjuk mérni és melyik fordulatszámra. Ennek megfelelően a H_{sz} jelű szelepet pontosan az 1 vagy 2 jelű állásba állítjuk (ütközésig) ill. az S_v jelű sebességváltón beállítjuk a kívánt n_I vagy n_{II} szivattyú fordulatszámot (I vagy II jelű helyzet). Az F_{sz1} és F_{sz2} jelű fojtószelepeket kinyitjuk. Végül az E jelű tolózarat kinyitjuk. **A motor csak e beállítások után indítható!** A motor indítása után az S_v jelű sebességváltónak valamint a H_{sz} jelű szelepnek határozottan a beállított szélső helyzetben kell maradni, tehát a motor forgása közben ezeket még **véletlenül sem szabad állítani!** (A biztonság érdekében ezek beállítását a mérési gyakorlat vezetője végezze.)

A motor indítása után a mért szivattyúra a megfelelő fojtószelep óvatos beállításával konkrét terhelést adunk. Miután a nyomásmérő a kívánt értéket mutatja, az E jelű tolózarat zárjuk és konkrét térfogat szállítási idejét mérjük, majd a tolózár nyitásával a mérőhengerből visszaengedjük a tartályba az olajat. A fojtószeleppel most újabb nyomásértéket állítunk be, a tolózarat zárjuk és ismét mérjük konkrét térfogat szállítási idejét. A mérést így **maximum 8 bar nyomásig** tetszőlegesen ismételhetjük. A mérési eredményeket táblázatban foglaljuk össze.

5. A mérési eredmények értékelése

A mérési eredmények alapján elkészítjük a mérés jegyzőkönyvét. Ez tartalmazza a fogaskerékszivattyú mérés rövid leírását és eredményeképpen a $q_{eff} = f(\Delta p)$ szivattyú jelleggörbéket és az $\eta_{vol} = f(\Delta p)$ görbéket mindkét szivattyúra és mindkét fordulatszámra.