

Ütemterv
az Áramlástechnikai gépek c. tárgyhoz (GEAHT 522-B)
Energetikai mérnöki alapképzési szakos hallgatók részére
ősi félév (2 óra előadás+2 óra gyakorlat)

- 1.hét: Alapdefiníciók. Az erő- és munkagépek osztályozása különböző szempontok szerint.
- 2.hét: Csővezeték jelleggörbe. Az erő- és munkagépek alapvető üzemi jellemzői.
- 3.hét: Szivattyú csővezetékben. Turbógépek fő üzemi jellemzői.
- 4.hét: Áramlás a járókerékben, sebességi háromszögek, az Euler turbinaegyenlet. A sebességi- és nyomási energia változása a járókeréken, reakciófok, járókerék- és lapátcikláció. A perdületapadás jelensége.
- 5.hét: Axiális gépek síkrácsai. A lapátmetszetek és az egész gép fő üzemi jellemzői.
- 6.hét: Hasonlósági törvények, fajlagos üzemi jellemzők. Szivattyúk jelleggörbéinek meghatározása mérésrel.
- 7.hét: Szivattyúk szívóképessége. Szivattyútípusok és alkalmazási területeik. Szivattyúk indítása és szabályozása.
- 8.hét: Ventilátorok üzemi jellemzői, jelleggörbéi és szabályozásuk.
- 9.hét: Víz turbinák esésmagassága, reakciófoka, jellemző fordulatszáma. Víz turbinák típusok felépítése fő jellemzőik.
- 10.hét: Hidrodinamikus nyomatékváltó és tengelykapcsoló.
- 11.hét: A térfogat kiszorítás elvén működő munkagépek osztályozása. Dugattyús szivattyúk üzemi jellemzői.
- 12.hét: Dugattyús szivattyúk folyadék szállításának időbeli lefolyása, a légüst.
- 13.hét: Radiál- és axiáldugattyús szivattyúk és motorok. A hidrosztatikus hajtómű.
- 14.hét: A forgódugattyús szivattyúk típusai, a fogaskerékszivattyú, a lamellás gép és a tömlőszivattyú folyadék szállítása.

Tantárgyi követelmények

Az előadások 60%-án kötelező a részvétel, valamint a gyakorlatok maximum 30%-ról lehet hiányozni!
Az aláírás feltétele a félév során írandó egy zárthelyi dolgozat legalább 40%-os teljesítése. Az utolsó oktatási héten pótzárthelyit biztosítunk.
Vizsga: 10db minimumteszt kérdésből minimum 8 helyes megválaszolása, ezt követően tételsorból vizsgakérdések húzása, szóbeli vizsga.

Ajánlott irodalom

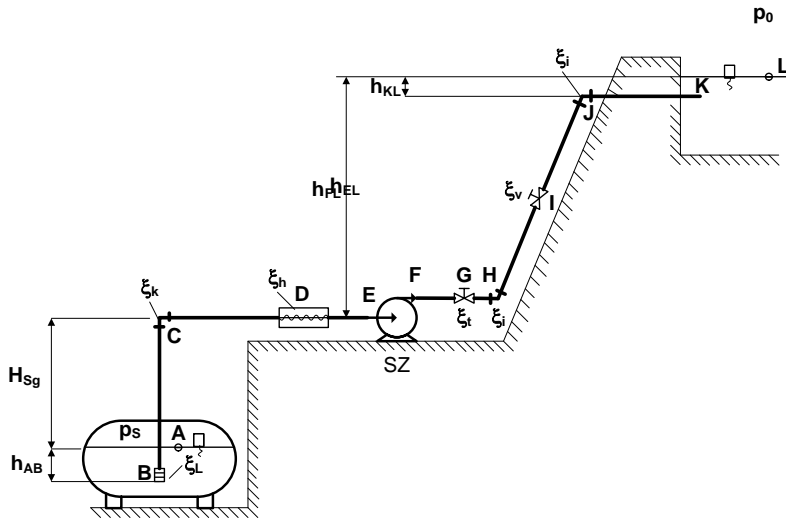
- Dr. Szabó Szilárd: Áramlás- és hőtechnikai gépek. Elektronikus előadásvázlat. (Letölthető az E-learning portálról)
- Dr. Szabó Szilárd: Áramlástechnikai gépek példatár, Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1991, J14-1729
- Dr. Czibere Tibor: Áramlástechnikai gépek, Tankönyvkiadó, Budapest, 1986. J14-500
- Ewald Bach, Ulrich Maier, Bernd Mattheus, Falko Wieneke : Kraft- und Arbeitsmaschinen, VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG Düsseldorf StraÙe 23 · 42781 Haan-Gruiten Europa-Nr.: 10412
- Anderson, J.D.: Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications. McGraw Hill, New York, 1995.
- Dr. Nyíri András: Erő- és munkagépek I., Miskolci Egyetemi Kiadó, 1995.
- Dr. Nyíri András: Erő- és munkagépek II., Miskolci Egyetemi Kiadó, 1996.
- Karassik, I.J., McGuire, T.: Centrifugal Pumps. Second Edition International Thomson Publishing, 1996.
- R.I. Lewis: Turbomachinery performance analysis, John Wiley & Sons Inc., New York, 1996.
- J. Giesecke, e. Mosonyi: Wasserkraftanlagen, Springer
- Grüber József és szerzőtársai: Ventilátorok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974

| | |
|---------|--|
| Név: | |
| Neptun: | |

| Jegy | Σ | Feladat | 1. | 2. | 3. |
|------|-----------|----------|----|----|----|
| | 40 | Elérhető | 13 | 15 | 12 |
| | | Elért | | | |

A zárthelyi időtartama: **85perc**. A megfelelt minősítéshez **40%** szükséges. Jó munkát!

1. feladat



Az árnán vázolt rendszerbe épített szivattyúnak $Q=0,055 \text{ m}^3/\text{s}$ térfogatáramot kell megvalósítania. A rendszer adatai a következők:

$l_{BC}=5 \text{ m}; l_{CD}=2 \text{ m}; l_{DE}=2 \text{ m}; l_{FG}=1 \text{ m}; l_{GH}=2 \text{ m};$
 $l_{HI}=6 \text{ m}; l_{IJ}=7 \text{ m}; l_{JK}=5 \text{ m};$
 $z_C=z_D=z_E, z_F=z_G=z_H; z_J=z_K;$
 $h_{EL}=9 \text{ m}; h_{KL}=1 \text{ m};$
 $\rho=1000 \text{ kg/m}^3; g \cong 10 \text{ m/s}^2; \xi_L=2; \xi_k=0,2;$
 $\xi_h=4; \xi_i=4; \xi_t=0,1; \xi_v=3;$
 $p_S=3 \text{ bar}; p_0=1 \text{ bar};$

Szívócső jellemzői: $\lambda_S=0,025; d_S=100 \text{ mm}$
 Nyomócső jellemzői: $\lambda_N=0,02; d_N=85 \text{ mm}$

- Határozza meg a szívóvezeték h'_S és nyomóvezeték h'_N veszteségmagasságát!
- Határozza meg a szivattyú víz feletti H_{Sg} beépítési magasságát, ha a szivattyú szívócsőnkjén mért nyomás $p_E=0,6 \text{ bar}$!
- Határozza meg a csővezeték jelleggörbéjének egyenletét, és adja meg azt a térfogatáram tartományt, ahol a szivattyúra nincs szükség ahhoz, hogy a folyadékszállítás létrejöhessen! Ábrázolja jelleghelyesen a jelleggörbét és a fontosabb metszégeket jelölje be!

2. feladat

Egy légttechnikai rendszer állapotfelmérése és korábbi mérésének adatai alapján az alábbi geometriai és üzemi adatait rögzítették. A radiális ventilátor járókerékének átmérője $D_2=500 \text{ mm}$; kilépő szélessége $b_2=90 \text{ mm}$; a lapátok kilépő áramlási szöge $\beta_2 = 32^\circ$, a ventilátor szívócsőnkja kör keresztmetszetű melynek átmérője $D_S=200 \text{ mm}$ -es; nyomócsőnkjának keresztmetszete $A_N=350 \times 350 \text{ mm}$. A ventilátor névleges üzemi pontjának adatai $\rho=1,25 \text{ kg/m}^3$ sűrűségű közeg szállításakor: $n=1000 \text{ min}^{-1}$; $Q=0,6 \text{ m}^3/\text{s}$; $\Delta p_{st}=570 \text{ Pa}$; $\eta_o=75\%$. ($g \cong 10 \text{ m/s}^2$)

- Határozza meg a ventilátor össznyomás növekedését, manometrikus szállítómagasságát, hasznos- és tengelyteljesítményét, valamint a ventilátor típuszámát!
- Mekkora tengelyteljesítményű villamos motorra van szükségünk változatlan térfogatáram igény esetén, amikor a levegő (-10° C) lehülése miatt annak sűrűsége $\rho_2=1,34 \text{ kg/m}^3$ értékre nő? Mekkora lesz ekkor az össznyomás növekedés és a manometrikus szállítómagasság? A hatásfok változásától eltekintünk!
- Határozza meg a ventilátor járókerékének kilépő sebességi háromszögét (u_2, c_{2m}, c_{2u})! Mekkora a ventilátor hidraulikai hatásfoka, ha a járókerékre a levegő perdületmentesen érkezik?

3. feladat

Axiális szivattyú járókerékének agyátmérője $D_B=0,25 \text{ m}$ külső átmérője $D_K=0,5 \text{ m}$, fordulatszáma $n=700 \text{ min}^{-1}$. A szállított közeg sűrűsége $\rho=10^3 \text{ kg/m}^3$. A meridiánsebesség, az elterelés mértéke és a reakciófok a sugár mentén nem változik értékük: $c_m=4 \text{ m/s}$; $\Delta w=5 \text{ m/s}$; reakciófok: $r_t=1$. A hidraulikai veszteségektől eltekintünk ($\eta_h \cong 1$); a járókerék lapátvastagsága elhanyagolható. ($g \cong 10 \text{ m/s}^2$)

- Meghatározandók és felrajzolandók a sebességi háromszögek a $D=0,4 \text{ m}$ -es átmérőjű hengermetszeten! A megoldáshoz használja a reakciófok alapdefinícióját, az Euler turbina egyenletét és h_p -nek a sebességekkel felírt definíciós képletét!
- Mekkora változik a hengermetszeten a gép reakciófoka, ha a belépés perdületmentes? (c_m és Δw megváltozásától tekintsen el!)
- Mekkora a szivattyú **teljes** elméleti és manometrikus szállítómagassága, valamint hasznos teljesítménye?

1. feladat megoldása

$$Q := 0.055 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

a megoldásban a z=0m a szívócsonkon van!!

$$\text{IBC} := 5\text{m} \quad \text{ICD} := 2\text{m} \quad \text{IDE} := 2\text{m} \quad \text{IFG} := 1\text{m} \quad \text{IGH} := 2\text{m} \quad \text{IHI} := 6\text{m} \quad \text{IJJ} := 7\text{m} \quad \text{IJK} := 5\text{m}$$

$$\text{hEL} := 9\text{m} \quad \text{hKL} := 1\text{m} \quad \text{zC} = \text{zD} = \text{zE}; \quad \text{zF} = \text{zG} = \text{zH}; \quad \text{zJ} = \text{zK}$$

$$\rho := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{ksziv} := 3$$

$$pS := 3\text{bar}$$

$$p0 := 1\text{-bar}$$

$$\text{ksziL} := 2 \quad \text{kszik} := 0.2 \quad \text{ksziH} := 4 \quad \text{kszit} := 4 \quad \text{kszii} := 0.1$$

$$pN := p0$$

$$\text{lambdaS} := 0.025 \quad \text{dS} := 100\text{mm} \quad \text{lambdaN} := 0.02 \quad \text{dN} := 85\text{mm}$$

$$pg := 1356\text{Pa}$$

$$pE := 0.6\text{-bar} \quad \text{ksziKI} := 1$$

$$AkS := \frac{dS^2 \pi}{4} = 7.854 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

$$vS := \frac{Q}{AkS} = 7.003 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$hSv := \left[\text{lambdaS} \cdot \frac{\text{IBC} + \text{ICD} + \text{IDE}}{dS} + (\text{ksziL} + \text{kszik} + \text{ksziH}) \right] \cdot \frac{vS^2}{2 \cdot g} = 20.719\text{m}$$

3 pont

$$AkN := \frac{dN^2 \pi}{4} = 5.675 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

$$vN := \frac{Q}{AkN} = 9.692 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$hNv := \left[\text{lambdaN} \cdot \frac{\text{IFG} + \text{IGH} + \text{IHI} + \text{IJJ} + \text{IJK}}{dN} + (\text{kszit} + 2 \cdot \text{kszii} + \text{ksziv} + \text{ksziKI}) \right] \cdot \frac{vN^2}{2 \cdot g} = 61.727\text{m}$$

3 pont

Bernoulli egyenlet felírása az A-E potok közé:

$$\frac{pS}{\rho \cdot g} + zA + \frac{vS^2}{2 \cdot g} = \frac{pE}{\rho \cdot g} + \text{HSg} + \frac{vS^2}{2 \cdot g} + hSv$$

$$\text{HSg} := \frac{pS - pE}{\rho \cdot g} - hSv - \frac{vS^2}{2 \cdot g} = 0.829\text{m}$$

2 pont

$$\text{HHa} := \frac{pS - pg}{\rho \cdot g} - \text{HSg} - hSv = 8.316\text{m}$$

$$\text{Hg} := \text{HSg} + \text{hEL}$$

$$\text{Hstat} := \frac{pN - pS}{\rho \cdot g} + \text{Hg} = -10.171\text{m}$$

2 pont

$$\text{Hdin} := hSv + hNv = 82.446\text{m}$$

$$\text{Konst} := \frac{\text{Hdin}}{Q^2} = 2.725 \times 10^4 \frac{\text{s}^2}{\text{m}^5}$$

$$Q0 := \sqrt{\frac{-\text{Hstat}}{\text{Konst}}} = 0.0193 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

2 pont

ábra 1 pont

2. feladat megoldása

$$D2 := 500\text{mm} \quad b2 := 90\text{mm} \quad DS := 200\text{mm} \quad AN1 := 350\text{mm} \quad AN2 := 350\text{mm} \quad \rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \rho2 := 1.34 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$n := 1000 \frac{1}{\text{min}} \quad Q := 0.6 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad dpst := 570\text{Pa} \quad \eta\delta := 75\%$$

$$\beta2 := 32^\circ \quad g := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \pi = 3.142$$

kiegészítő számítások:

$$AN := AN1 \cdot AN2 = 0.123\text{m}^2 \quad cN := \frac{Q}{AN} = 4.898 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \frac{cN^2}{2} = 11.995 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$AS := \frac{DS^2 \cdot \pi}{4} = 0.031\text{m}^2 \quad cS := \frac{Q}{AS} = 19.099 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \frac{cS^2}{2} = 182.378 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\omega := 2 \cdot \pi \cdot n = 104.72 \frac{1}{\text{s}} \quad r2 := \frac{D2}{2} = 0.25\text{m}$$

$$A2 := 2 \cdot r2 \cdot \pi \cdot b2 = 0.141\text{m}^2$$

$$dp\ddot{o} := dpst + \frac{\rho}{2} \cdot cN^2 = 584.994\text{Pa}$$

2 pont

$$Hman := \frac{dp\ddot{o}}{\rho \cdot g} = 46.8\text{m}$$

1 pont

$$Ph := \rho \cdot g \cdot Q \cdot Hman = 350.996\text{W}$$

$$Y := Hman \cdot g = 467.995 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

1 pont

$$Pt := \frac{Ph}{\eta\delta} = 467.995\text{W}$$

1 pont

$$K := \omega \cdot \frac{\sqrt{Q}}{\frac{3}{Y^4}} = 0.806$$

Ha <1 akkor Radiális
Ha >3 akkor Axiális
máskülönban Félaxiális
! Ha határon van elfogadható bármelyik

1 pont

$$dp\ddot{o}2 := dp\ddot{o} \cdot \frac{\rho2}{\rho} = 627.113\text{Pa}$$

2 pont

$$Hman2 := \frac{dp\ddot{o}2}{\rho2 \cdot g} = 46.8\text{m}$$

1 pont

$$Ph2 := \rho2 \cdot g \cdot Q \cdot Hman2 = 376.268\text{W}$$

$$Pt2 := \frac{Ph2}{\eta\delta} = 501.691\text{W}$$

1 pont

$$u2 := \frac{D2}{2} \cdot \omega = 26.18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 pont

$$c2m := \frac{Q}{D2 \cdot \pi \cdot b2} = 4.244 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 pont

$$c2u := u2 - c2m \cdot \cot(\beta2) = 19.388 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 pont

$$Y = 467.995 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$Y_e := u2 \cdot c2u = 507.574 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\eta_h := \frac{Y}{Y_e} = 0.922$$

2 pont

3. feladat megoldása

$$DB := 0.25\text{m} \quad DK := 0.5\text{m} \quad n := 700 \frac{1}{\text{min}} \quad \rho := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad c1m := 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad c2m := c1m = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$rrI := 1 \quad \eta_h := 1 \quad Dh := 0.4\text{m} \quad cmer := c1m \quad \Delta w := 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad g := 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\omega := 2 \cdot \pi \cdot n = 73.304 \frac{1}{\text{s}} \quad Ak := \frac{(DK^2 - DB^2) \cdot \pi}{4} = 0.147\text{m}^2 \quad \Delta cu := \Delta w$$

$$Q := c1m \cdot Ak = 0.589 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$u1 := \frac{Dh}{2} \cdot \omega = 14.661 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$u2 := u1 \quad u := u1$$

1 pont

$$wvu := \dots$$

$$rrI := \frac{hp}{H}$$

$$rrI := \frac{hp}{\eta_h \cdot He}$$

$$rrI := \frac{\frac{u2^2 - u1^2}{2g} + \frac{w1^2 - w2^2}{2g}}{\eta_h \cdot \frac{u2 \cdot c2u - u1 \cdot c1u}{g}}$$

$$w1^2 - w2^2 := w1w2$$

$$w1w2 := 2 \cdot rrI \cdot u1 \cdot \Delta cu = 146.608 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$wvu := \frac{w1w2}{2 \cdot \Delta cu} = 14.661 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{röviden: } wvu_{rov} := rrI \cdot u = 14.661 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2 pont

perdületmentes belépés esetén: $c1u := 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad c2u := \Delta cu = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességi háromszög alapján

$$wvuII := wvu - \frac{\Delta cu}{2} = 12.161 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$rrII := \frac{wvuII}{u} = 0.829$$

$$\text{const} := \frac{1.5}{\text{m}^{0.75}}$$

2 pont

1 pont

$$rB := \frac{DB}{2} = 0.125\text{m} \quad rK := \frac{DK}{2} = 0.25\text{m}$$

Az Euler turbinaegyenletből és a dQ egyenletéből a teljes gépre vonatkozóan:

$$He_{atlag} := \frac{2 \cdot \pi \cdot \omega}{Q \cdot g} \cdot cmer \cdot \Delta cu \cdot \left(\frac{rK^3}{3} - \frac{rB^3}{3} \right) = 7.127\text{m}$$

2 pont

$$H_{atlag} := He_{atlag} \cdot \eta_h = 7.127\text{m}$$

1 pont

$$Ye_{atlag} := H_{atlag} \cdot g = 71.268 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

1 pont

$$Pgép := \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{atlag} \cdot \eta_h = 4.198 \times 10^4\text{W}$$

| | |
|---------|--|
| Név: | |
| Neptun: | |

Teszt időtartama: **20 perc**. A megfelelt minősítéshez **8** tökéletes válasz szükséges. Szóbeli a tesztet követően!

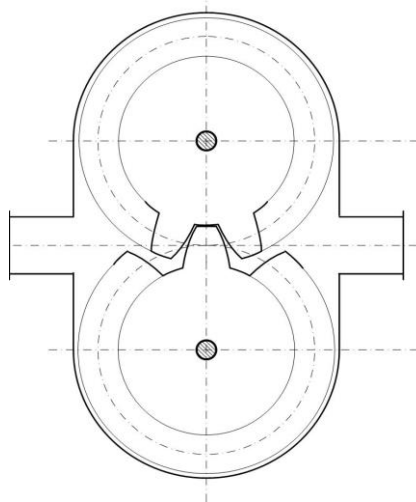
Jó munkát!

1. Definiálja a munkagépek fajlagos energianövekményét, és adja meg dimenzióját!

- képlettel:
- szöveggel:
- dimenzió: []

2. Sorolja fel a turbószivattyúk indítási feltételeit!

3. A mellékelt fogaskerekes szivattyú vázlatban jelöljön ki egy forgásirányt és adja meg a hozzá tartozó folyadékszállítási irányt! Adja meg, hogy melyik a gép szívó- és nyomó oldala!



4. Adja meg az Euler turbina egyenletet!

- szivattyúra perdületmentes belépés esetén:
- turbinára perdületmentes kilépés esetén:

5. Nevezze meg a hidrodinamikus nyomatékváltók alábbi mennyiségeit:

| | |
|---------------------------------------|--|
| $q = \frac{c_{s2m}}{\omega_s r_{s2}}$ | |
| $i = \frac{\omega_T}{\omega_s}$ | |
| $k = -\frac{M_T}{M_s}$ | |
| $\eta = i \cdot k$ | |

6. Nevezze meg a Francis turbinák három lapátkoszorúját és röviden adja meg fő szerepüket!

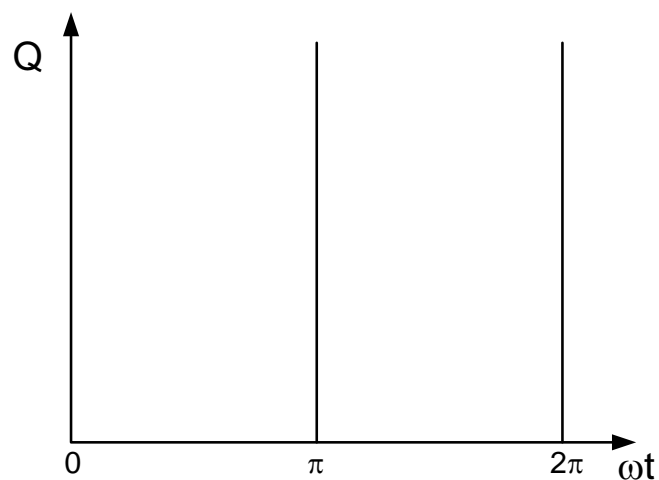
-
-
-

7. Milyen módszereket ismer a dugattyús szivattyúk folyadékszállításának egyenletessé tételére?

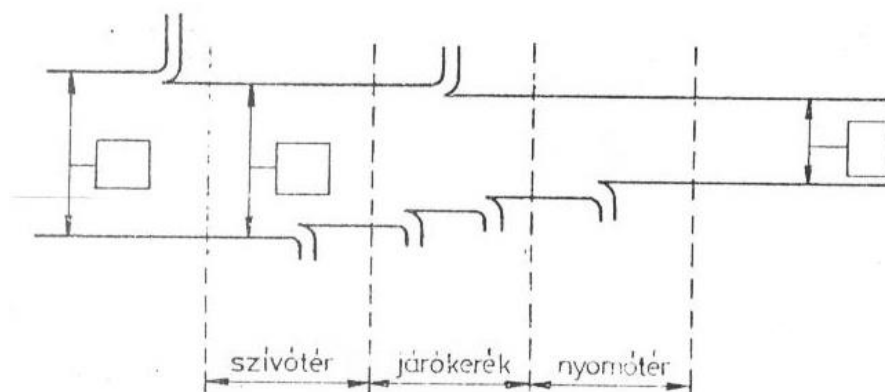
8. Definiálja az NPSH-t!

- képletben:
- szövegesen:

9. Rajzolja be egy kettősműködésű, egyhengeres, átmenő tengelyű szivattyú folyadékszálítási görbáját az alábbi ábrába!



10. Az ábrákon egy szivattyú teljesítményszalagja látható. A diagramba írja be a teljesítményvesztéseket (csak a jelüket), valamint a megjelölt metszeteknek megfelelő teljesítményértékeket!



MINIMUMTESZT megoldás

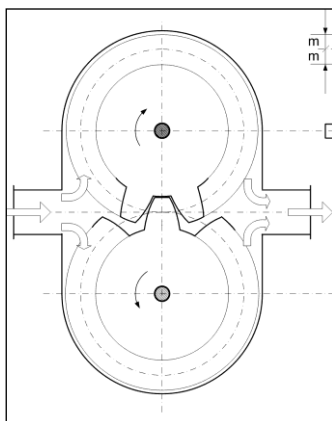
1. Definiálja a munkagépek fajlagos energianövekményét, és adja meg dimenzióját!

- képlettel: $Y = g \cdot (z_2 - z_1) + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + \frac{p_2 - p_1}{\rho}$
- szöveggel: Fajlagos energianövekmény a gép szívó és nyomócsoncja között
- dimenzió: [J/kg]

2. Sorolja fel a turbószivattyúk indítási feltételeit!

- szívóvezetéknek és a szivattyúnak folyadékkal fel kell tölteni
- $Q = 0 \frac{m^3}{s}$ -nál $H_0 > H_{st}$
- radiális szivattyú: zárt tolózár
- axiális szivattyú: nyitott tolózár

3. A mellékelt fogaskerekes szivattyú vázlatban jelöljön ki egy forgásirányt és adja meg a hozzá tartozó folyadékszállítási irányt! Adja meg, hogy melyik a gép szívó- és nyomó oldala!



4. Adja meg az Euler turbina egyenletet!

- szivattyúra perdületmentes belépés esetén: $Y_e = u_2 \cdot c_{2u}$
- turbinára perdületmentes kilépés esetén: $Y_e = u_1 \cdot c_{1u}$

5. Nevezze meg a hidrodinamikus nyomatékvaltók alábbi mennyiségeit:

| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| $q = \frac{c_{s2m}}{\omega_s r_{s2}}$ | fajlagos térfogatáram |
| $i = \frac{\omega_T}{\omega_S}$ | fordulatszám módosítás |
| $k = -\frac{M_T}{M_S}$ | nyomaték módosítás |
| $\eta = i \cdot k$ | hatásfok |

6. Nevezze meg a Francis turbinák három lapátkoszorúját és röviden adja meg fő szerepüket!

- **Járókerék feladata:** energiaátadás.
- **Vezetőkerék feladata:** szabályozás.
- **Támlapát feladata:** szilárdságtani (csigaház összetartása)+ rávezetés.

7. Milyen módszereket ismer a dugattyús szivattyúk folyadékszállításának egyenletessé tételére?

légüst

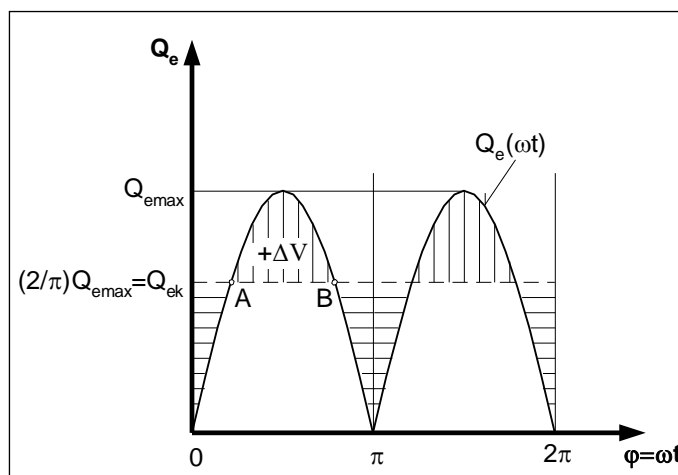
kettős működés alkalmazása

párhuzamosan kapcsolt hengerek számának növelése

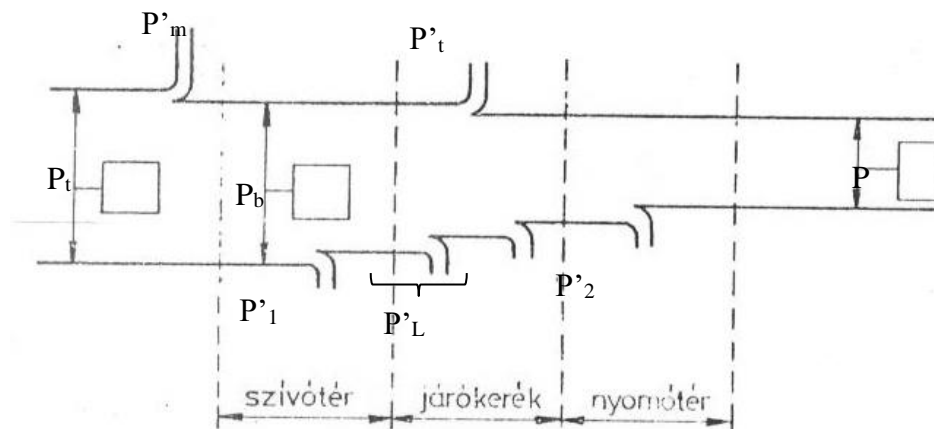
8. Definiálja az NPSH-t!

- képletben: $H_H = \frac{Y_H}{g} = \frac{Y_1}{g} - \frac{p_g}{\rho \cdot g} = \frac{p_1 - p_g}{\rho \cdot g} + \frac{c_1^2}{2 \cdot g}$
- szövegesen: NPSH a szivattyú szívócsőjén rendelkezésre álló fajlagos (egységnyi súlyú folyadéké) energiaérték (sebességi + nyomási) a telített gőznyomásnak megfelelő energia felett

9. Rajzolja be egy kettősműködésű, egyhengeres, átmenő tengelyű szivattyú folyadékszálítási görbáját az alábbi ábrába!



10. Az ábrán egy szivattyú teljesítményszalagja látható. A diagramba írja be a teljesítményvesztéseket (csak a jelüket), valamint a megjelölt metszeteknek megfelelő teljesítményértékeket!



Áramlástechnikai Gépek
VIZSGATÉTELEK
Előadó: Prof. Szabó Szilárd

1. Csővezeték jelleggörbe, statikus, dinamikus szállítomagasság. Szivattyú csővezetékben.
2. Az erő- és munkagépek osztályozása különböző szempontok szerint.
3. Az erő- és munkagépek alapvető üzemi jellemzői (szállított mennyiségek, fajlagos energiaváltozások, teljesítmények, hatásfokok).
4. A térfogat kiszorítás elvén működő munkagépek osztályozása.
5. Dugattyús szivattyúk közepes folyadékszállításai, szállítomagassága, teljesítményei, hatásfokai, jelleggörbéi és indikátordiagramja.
6. Dugattyús szivattyúk folyadékszállításának időbeli lefolyása, a légüst feladata és működése.
7. Radiál- és axiáldugattyús szivattyúk és motorok. A hidrosztatikus hajtómű hatásfoka, fordulatszám- és nyomatékmódosítása.
8. A forgódugattyús szivattyúk osztályozása, előnyei, hátrányai. A fogaskerékszivattyú elméleti közepes folyadékszállítása.
9. A lamellás gép és a tömlőszivattyú folyadékszállítása.
10. Turbógépek fő üzemi jellemzői (folyadékszivattyú, vízturbina).
11. Szivattyú belső energiadiagramja, tömegáram (térfogatáram) szalagja, teljesítményszalagja és a bennük szereplő mennyiségek közti összefüggések.
12. Áramlás a járókerékben, sebességi háromszögek, az Euler turbinaegyenlet levezetése.
13. A sebességi- és nyomási energia változása a járókeréken, reakciófok, járókerék- és lapátcirkuláció.
14. A perdületapadás jelensége, a perdületapadási tényező definíciója, a reakciófok és a lapátalak összefüggése.
15. Nyomáseloszlás a járókerék lapátjain.
16. Axiális gépek síkrácsai. A lapátmetszetek és az egész gép fő üzemi jellemzői.
17. Hasonlósági törvények, fajlagos üzemi jellemzők.
18. Szivattyúk jelleggörbéinek meghatározása méréssel, kagylódiagram, a szivattyútípusok és a jelleggörbe összefüggése.
19. Szivattyúk szívóképessége, NPSH definíciója, H_{Ha} és H_{Hr} értelmezése és meghatározása, kavitációmentes üzem feltétele, maximális beépítési magasság.
20. Szivattyútípusok és alkalmazási területeik.
21. Szivattyúk indítása és szabályozása. Az indítás feltételei. Szabályzások, beszabályozás.
22. Ventilátorok üzemi jellemzői. "Csupasz" ventilátor energiadiagramja.
23. Ventilátorok jelleggörbéi, és azok hőmérsékletfüggése. A ventilátorok szabályozása.
24. Vízturbinák esésmagassága, reakciófoka, jellemző fordulatszáma. Vízturbinák osztályozása.
25. Akciós vízturbinák esésmagassága. A Bánki turbina. A Pelton turbina és a kettős szabályozása.
26. Francis turbina, Kaplan turbina, csőturbina, propeller turbina, Dériaz turbina.
27. Hidrodinamikus nyomatékváltó. Alapelv, felépítés, alapegyenlet, jelleggörbék.
28. A hidrodinamikus tengelykapcsoló. Felépítés, jelleggörbe.