

Erőművek szabályozása (Nappali)

Tantárgy Neptun kódja: Nappali: **GEAHT543-B**

Tárgyfelelős intézet:EVG - Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

Tárgyfelelős: Dr. Bencs Péter - egyetemi

docens **Óraszám/hét:** 2 óra előadás+2 óra

gyakorlat **Számonkérés módja:** gyakorlati jegy

Kreditpont: 4

Tárgy tematikus leírása:

1. hét Erőművi szabályozási elvek és szempontok.
2. hét A szabályozás eszközei.
3. hét A gőzkazánok szabályozhatósága.
4. hét Gőzturbinák szabályozási lehetőségei.
5. hét Teljesítmény szabályozás.
6. hét Teherledobási probléma kezelése.
7. hét Modern fordulatszám szabályozási és biztonságtechnikai megoldások.
8. hét Zárthelyi
9. hét Elvételes és ellennyomású turbinák szabályozása.
10. hét Gázturbinák szabályozása.
11. hét Égéstér hőmérséklet szabályozás.
12. hét Lapátállítási.
13. hét Egyenértékű üzemóra számítás.
14. hét Elővizsga és Pótzárthelyi

Erőművek szabályozása ZH

1. Egy $D=5\text{ cm}$ belső átmérőjű kenőolaj-vezetékben áramló, $\nu = 20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ kinematikai viszkozitású kenőolaj térfogatárama $Q=2 \text{ l/s}$. Határozza meg az áramlás jellegét!

MEGOLDÁS:

$$c = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{D^2 \pi}{4}} = \frac{0,002}{\frac{0,05^2 \pi}{4}} = \frac{0,002}{0,00196} = 1,02 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Re = \frac{cD}{\nu} = \frac{1,02 \cdot 0,05}{20 \cdot 10^{-6}} = 2550$$

$Re > Re_{krit} = 2320$, az áramlás turbulens.

2. Egy $D=50\text{ mm}$ belső átmérőjű, $L=1\text{ km}$ hosszú, vízszintes csővezetékben áramló fűtőolaj térfogatárama $Q=10 \text{ m}^3 / \text{h}$. A fűtőolaj kinematikai viszkozitása $\nu = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$, sűrűsége $\rho = 900 \text{ kg} / \text{m}^3$. Mekkora nyomáskülönbség szükséges az olaj szállításához?

$$c = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{D^2 \pi}{4}} = \frac{10}{3600 \frac{0,05^2 \pi}{4}} = \frac{10}{3600 \cdot 0,00196} = 1,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Re = \frac{cD}{\nu} = \frac{1,42 \cdot 0,05}{40 \cdot 10^{-6}} = 1775$$

$Re < Re_{krit} = 2320$, az áramlás lamináris.

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1775} = 0,036$$

$$p_1 - p_2 = \lambda \frac{L}{D} \frac{\rho}{2} c^2 = 0,036 \frac{10^3}{0,05} \frac{900}{2} 1,42^2 = 654000 \text{ Pa} = 6,54 \text{ bar}$$

3. Egy szivattyú $Q=0,05\text{ m}^3/\text{s}$ térfogatáramú vizet ($\rho=10^3\text{ kg/m}^3$) szállít az ábrán vázolt csővezetékrendszeren keresztül az I. medencéből a II. medencébe. A csővezetékrendszer adatai a következők:

$$l_{BC}=l_{CD}=l_{EF}=l_{FG}=l_{GH}=2\text{ m}, l_{HI}=1\text{ m}$$

$$d_1=100\text{ mm}, d_2=80\text{ mm}, d_3=150\text{ mm},$$

$$H_g=5\text{ m}, H_{sg}\cong 1\text{ m},$$

$$\lambda_1=0,03, \lambda_2=0,04, \lambda_3=0,02,$$

$$\zeta_B=0,5, \zeta_{K1}=0,21, \zeta_{K2}=1,13, \zeta_T=0,2, \zeta_{ki}=1,$$

$$\zeta_D=0,8 \text{ (a } d_3 \text{ átmérőre vonatkozik).}$$

Mennyi a szívó-, a nyomóvezeték, valamint az egész csővezetékrendszer egyenértékű csőhossza, ha a vonatkoztatási átmérő és csősúrlódási tényező: d_2 és λ_2 ? Határozza meg a csővezeték jelleggörbéjét!

MEGOLDÁS:

$$\begin{aligned} h'_S &= K_S Q^2 = \left(\zeta_B + \frac{\lambda_1}{d_1} l_{BC} + \zeta_{K1} + \frac{\lambda_1}{d_1} l_{CD} \right) \frac{c_1^2}{2g} = \\ &= \left(\zeta_B + \frac{\lambda_1}{d_1} l_{BC} + \zeta_{K1} + \frac{\lambda_1}{d_1} l_{CD} \right) \frac{Q^2}{\left(\frac{d_1^2 \pi}{4} \right)^2} \frac{1}{2g} = \\ &= \left(0,5 + \frac{0,03}{0,1} 2 + 0,21 + \frac{0,03}{0,1} \right) \frac{Q^2}{\left(\frac{0,1^2 \pi}{4} \right)^2} \frac{1}{2 \cdot 9,81} = 1578,17 Q^2 \end{aligned}$$

$$h'_S = \lambda_2 \frac{l_{eS}}{d_2} \frac{c_2^2}{2g} = \lambda_2 \frac{l_{eS}}{d_2} \frac{Q^2}{\left(\frac{d_2^2 \pi}{4} \right)^2} = K_S Q^2$$

$$l_{eS} = 2g \frac{d_2}{\lambda_2} \left(\frac{d_2^2 \pi}{4} \right)^2 K_S = 2 \cdot 9,81 \frac{0,08}{0,04} \left(\frac{0,08^2 \pi}{4} \right)^2 1578,17 = 1,56\text{ m}$$

$$\begin{aligned} h'_N &= K_N Q^2 = \left(\frac{\lambda_2}{d_2} l_{EF} + \zeta_{K2} + \frac{\lambda_2}{d_2} l_{FG} + \zeta_T + \frac{\lambda_2}{d_2} l_{GH} \right) \frac{c_2^2}{2g} + \\ &+ \left(\zeta_D + \frac{\lambda_3}{d_3} l_{HI} + \zeta_{ki} \right) \frac{c_3^2}{2g} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{\lambda_2}{d_2} l_{EF} + \zeta_{K2} + \frac{\lambda_2}{d_2} l_{FG} + \zeta_T + \frac{\lambda_2}{d_2} l_{GH} \right) \frac{Q^2}{\left(\frac{d_2^2 \pi}{4} \right)^2} \frac{1}{2g} + \\
&+ \left(\zeta_D + \frac{\lambda_3}{d_3} l_{HI} + \zeta_{Ki} \right) \frac{Q^2}{\left(\frac{d_3^2 \pi}{4} \right)^2} \frac{1}{2g} = \\
&= \left[\frac{0,04}{0,08} (2+2+2) + 1,13 + 0,2 \right] \frac{Q^2}{\left(\frac{0,08^2 \pi}{4} \right)^2} \frac{1}{2 \cdot 9,81} + \\
&+ \left(\frac{0,02}{0,15} 1 + 0,8 + 1 \right) \frac{Q^2}{\left(\frac{0,15^2 \pi}{4} \right)^2} \frac{1}{2 \cdot 9,81} = (8734,72 + 315,54) Q^2 = 9050,27 Q^2
\end{aligned}$$

$$h'_N = \lambda_2 \frac{l_{eN}}{d_2} \frac{c_2^2}{2g} = \lambda_2 \frac{l_{eN}}{d_2} \frac{Q^2}{\left(\frac{d_2^2 \pi}{4} \right)^2} = K_N Q^2$$

$$l_{eN} = 2g \frac{d_2}{\lambda_2} \left(\frac{d_2^2 \pi}{4} \right)^2 K_N = 2 \cdot 9,81 \frac{0,08}{0,04} \left(\frac{0,08^2 \pi}{4} \right)^2 9050,27 = 8,97 \text{ m}$$

$$l_e = l_{eS} + l_{eN} = 1,56 + 8,97 = 10,54 \text{ m}$$

Bernoulli-egyenlet a medencék felszíni pontjai között:

$$\frac{p_0}{\rho} = g H_g + \frac{p_0}{\rho} + g h'.$$

Ebből a csővezeték jelleggörbéje:

$$\begin{aligned}
H_{cs}(Q) &= H_{st} + K Q^2 = H_g + (K_S + K_N) Q^2 = \\
&= 5 + (1578,173 + 9050,270) Q^2 = 5 + 10628,43 Q^2.
\end{aligned}$$