

ZBIRKA ZADATAKA

Prvulović, S. , Tolmač, D. : Transportni sistemi – Zbirka rešenih zadataka, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 2012.

3. OBLAST : PRIMERI PRORAČUNA GASOVODA

ZADATAK 6.

Na početku cevovoda za pneumatski transport treba da se obezbedi $15 \text{ m}^3_{\text{n}}/\text{min}$ vazduha pritiska 2,45 bar. Cevovod za dovod vazduha je horizontalan prečnika $D=50 \text{ mm}$, dužine $l=150 \text{ m}$ i apsolutne hrapavosti $\delta=0,1 \text{ mm}$. Odrediti pritisak na početku cevovoda za dovod vazduha, koji struji pri konstantnoj temperaturi od 20°C .

REŠENJE

Gustina vazduha ρ_0 pri normalnim uslovima na $t_0=15^\circ\text{C}$, i gustina vazduha ρ_2 na kraju cevovoda pri konstantnoj temperaturi od $t=20^\circ\text{C}$:

$$\rho_0 = \frac{p_0}{RT_0} = \frac{p_0}{R \cdot (t_0 + 273)} = \frac{101325}{286,8 \cdot 288} = 1,225 \text{ kg} / \text{m}^3$$

($p_0 = 101325 \text{ Pa}$ – atmosferski pritisak)

$$\rho_2 = \frac{p_2}{RT_2} = \frac{p_2}{R \cdot (t + 273)} = \frac{245000}{286,8 \cdot 293} = 2,9 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Zapreminski protok vazduha q_2 , brzina strujanja vazduha V_2 , koeficijent kinematske viskoznosti vazduha ν_2 i Reynoldsov broj Re_2 na kraju dovodnog cevovoda:

$$q_2 = \frac{G}{\rho_2} = \frac{\rho_0 q_0}{\rho_2} = \frac{1,225 \cdot 15}{2,9 \cdot 60} = 0,106 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V_2 = \frac{q_2}{A} = \frac{0,106}{0,00196} = 54 \text{ m} / \text{s}$$

$$(A = \frac{D^2 \pi}{4} = \frac{(0,05)^2 \cdot 3,14}{4} = 0,00196 \text{ m}^2)$$

$$\nu_2 = \frac{\mu}{\rho_2} = \frac{18,15 \cdot 10^{-6}}{2,9} = 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$$

$$Re_2 = \frac{V_2 D}{\nu_2} = \frac{54 \cdot 0,05}{6,25 \cdot 10^{-6}} = 430000$$

Relativnoj hrapavosti $\delta/D=0,1/50=0,002$ i ovoj vrednosti Re broja odgovara prema dijagramu $\lambda - \text{Re}$ (str.73), koeficijent trenja $\lambda=0,025$.

Pritisak na početku dovodnog cevovoda je:

$$p_1 = \sqrt{p_2^2 + p_2 \cdot \rho_2 \cdot V_2^2 \cdot \lambda \cdot \frac{l}{D}}$$

$$p_1 = \sqrt{(2,45 \cdot 10^5)^2 + 2,45 \cdot 10^5 \cdot 2,9 \cdot 54^2 \cdot 0,025 \cdot \frac{150}{0,05}}$$

$$p_1 = \sqrt{21,5425 \cdot 10^{10}}$$

$$p_1 = 4,64 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$$

$$p_1 = 4,64 \text{ bar}$$

Ako se sada izračunaju redom vrednosti na početku cevovoda

$$\rho_1 = \frac{p_1}{RT_1} = \frac{p_1}{R \cdot (t + 273)} = \frac{464000}{286,8 \cdot 293} = 5,5 \text{ kg} / m^3$$

$$q_1 = \frac{G}{\rho_1} = \frac{\rho_0 q_0}{\rho_1} = \frac{1,225 \cdot 15}{5,5 \cdot 60} = 0,0556 \text{ m}^3 / s$$

$$V_1 = \frac{q_1}{A} = \frac{0,0556}{0,00196} = 28,4 \text{ m} / s$$

$$\nu_1 = \frac{\mu}{\rho_1} = \frac{18,15 \cdot 10^{-6}}{5,5} = 3,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / s$$

može se pokazati da je

$$\text{Re}_1 = \frac{V_1 D}{\nu_1} = \frac{28,4 \cdot 0,05}{3,3 \cdot 10^{-6}} = 430000 = \text{Re}_2$$

što je svojstvo izotermnog strujanja. Dakle, sasvim je sve jedno da li za iznalaženje koeficijenta trenja poznavali Re broj na početku ili na kraju cevovoda.

Pad pritiska u cevovodu je $\Delta p = p_1 - p_2 = 4,64 - 2,45 = 2,19 \text{ bar}$.

MSc Jasna Tolmač
e-mail: jasnatolmac@yahoo.com