

W instalacji zasilającej wymiennik ciepła zainstalowane są: 4 standardowe kolanka 90°, 3 kolanka 180° o małej wartości stosunku promienia gięcia do średnicy wewnętrznej rury, 2 zawory zwrotne, 2 zawory kątowe i 3 zasuwy. Zawory i zasuwy są całkowicie otwarte.

Opór miejscowy	długość ekwiwalentna $\frac{L_e}{d_w}$
----------------	--

kolanko 90°	30
kolanko 180° - ciasne	50
zawór zwrotny	50
zawór kątowy	145
zasuwa	13

Proste odcinki rur mają w sumie $L := 150 \cdot m$, a woda o temperaturze $T_f := 50 \text{ }^\circ C$ przepływa z prędkością $w := 4 \cdot \frac{m}{s}$. Spadek ciśnienia wody w wymienniku ciepła wynosi $\Delta p_{wc} := 12 \cdot kPa$. Średnica wewnętrzna rury $d_w := 52 \cdot mm$.

OBLICZYĆ:

- 1) całkowity spadek ciśnienia w układzie w kPa,
- 2) strumień substancji w kg/s,
- 3) moc mechaniczną do zasilenia pompy w kW zakładając, że sprawność wewnętrzna pompy jest równa $\eta_{ip} := 0.8$, a sprawność mechaniczna $\eta_m := 0.985$.

ROZWIĄZANIE

Gęstość i współczynnik lepkości wody dla temperatury $T_f = 50 \text{ }^\circ C$

$$\rho := 988.03 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

$$\mu := 0.00054685 \cdot Pa \cdot s \qquad \nu := \frac{\mu}{\rho} = (5.535 \cdot 10^{-7}) \frac{m^2}{s}$$

Liczba Reynoldsa

$$Re := \frac{w \cdot d_w}{\nu} = 375807$$

Współczynnik tarcia Fanninga - wzór Filonenki

$$f := 0.046 \cdot Re^{-0.2} = 0.0035299 \qquad \text{wzór ważny dla: } 3 \cdot 10^4 < Re < 10^6$$

Spadek ciśnienia na odcinkach rury prostej

$$\Delta p_{pro} := 4 \cdot f \cdot \frac{L}{d_w} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} = 321.938 \text{ kPa}$$

Spadki ciśnienia na oporach miejscowych

$$wsp := 4 \cdot f \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} = 0.112 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_i = n \cdot wsp \cdot \left(\frac{L_e}{d_w} \right) \quad n - \text{liczba oporów danego typu}$$

Kolanka 90°

$$\Delta p_{k90} := 4 \cdot wsp \cdot 30 = 13.393 \text{ kPa}$$

Kolanka 180°

$$\Delta p_{k180} := 3 \cdot wsp \cdot 50 = 16.741 \text{ kPa}$$

Zawory zwrotne

$$\Delta p_{zz} := 2 \cdot wsp \cdot 50 = 11.161 \text{ kPa}$$

Zawory kątowe

$$\Delta p_{zk} := 2 \cdot wsp \cdot 145 = 32.366 \text{ kPa}$$

Zasuwy

$$\Delta p_{za} := 3 \cdot wsp \cdot 13 = 4.353 \text{ kPa}$$

Całkowity spadek ciśnienia w układzie

$$\Delta p := \Delta p_{pro} + \Delta p_{k90} + \Delta p_{k180} + \Delta p_{zz} + \Delta p_{zk} + \Delta p_{za} = 399.951 \text{ kPa}$$

Strumień substancji

$$\dot{m} := \frac{\pi \cdot d_w^2}{4} \cdot w \cdot \rho = 8.393 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Moc mechaniczna do napędu pompy

$$N_m := \frac{\dot{m} \cdot \Delta p}{\rho \cdot \eta_{ip} \cdot \eta_m} = (4.312 \cdot 10^3) \text{ W}$$