

FT I – Exercícios

Felipe B. Pinto 61387 – MIEQB

19 de novembro de 2023

Conteúdo

Questão 4 – 1	. . . . .	4	Questão 4 – 4	. . . . .	10
Questão 4 – 2	. . . . .	7	Questão 4 – 5	. . . . .	11
Questão 4 – 3	. . . . .	9			

Questão 4-1

Bombeia-se um produto petrolífero a um certo caudal por um tubo horizontal com um comprimento de 100 m e um diâmetro (D) de 0.15 m. A queda de pressão por atrito no tubo é 70 kN m^{-2} . Durante uma reparação no tubo usou-se tubagem alternativa (70 m de 0.2 m de diâmetro, seguidos de 50 m de 0.1 m de diâmetro). A bomba existente tem uma pressão de descarga de 350 kN m^{-2} . Trabalhando com o mesmo caudal pode-se continuar a usar a mesma bomba durante as reparações? Despreze a variação de energia cinética.

- $L_1 = 100 \text{ m}$

- $D_1 = 0.15 \text{ m}$

- $-\Delta P_{at} = 70 \text{ kN m}^{-2}$

- $-\Delta P_{desc} = 350 \text{ kN m}^{-2}$

- tubagem alternativa:

- $L_{2.1} = 70 \text{ m}$

- $D_{2.1} = 0.2 \text{ m}$

- $\varepsilon = 0.005 \text{ mm}$

- $\mu = 0.5 * 10^{-3} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

- $\rho = 700 \text{ kg m}^{-3}$

- $L_{2.2} = 50 \text{ m}$

- $D_{2.2} = 0.1 \text{ m}$

Questão 4-2

Uma bomba desenvolve uma pressão de 800 kN m^{-2} e bombeia água por um tubo de 300 m (diâmetro = 1.5 dm) de um reservatório à pressão atmosférica para um reservatório 60 m acima, também à pressão atmosférica. Com as válvulas completamente abertas o caudal é $0.05 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Devido à corrosão e às incrustações, a rugosidade efectiva do tubo aumenta 10 vezes. De que percentagem diminui o caudal? Despreze a variação de energia cinética.

- $\Delta P_b = 800 \text{ kN m}^{-2}$

- $Z_2 = 60 \text{ m}$

- $\mu = 1 \text{ E } -3 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

- $L = 300 \text{ m}$

- $G_{v.0} = 0.05 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

- $D = 1.5 \text{ dm}$

- $\varepsilon = 10 \varepsilon_0$

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

Resposta

$$\frac{G_{v.1}}{G_{v.0}} = G_{v.0}^{-1} \bar{v}_1 \pi (D/2)^2 = \frac{\pi D^2}{G_{v.0} 4} \left(\frac{Re_1 \mu}{D \rho} \right);$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_0(\phi, Re) &= \varepsilon_0 \left(\frac{-\Delta P_{at} D}{4 L v^2 \rho}, \frac{\bar{v} D \rho}{\mu} \right) = \\ &= \varepsilon_0 \left(\frac{h_{at} \rho g D}{4 L \rho} \left(\frac{G_v}{\pi (D/2)^2} \right)^{-2}, \frac{D \rho}{\mu} \frac{G_v}{\pi (D/2)^2} \right) = \\ &= \varepsilon_0 \left(\frac{(h_b - Z_2) g \pi^2 D^5}{L G_v^2 64}, \frac{\rho G_v 4}{\mu \pi D} \right) = \\ &= \varepsilon_0 \left(\frac{\left(\frac{-\Delta P_b}{\rho g} - Z_2 \right) g \pi^2 D^5}{L G_v^2 64}, \frac{\rho G_v 4}{\mu \pi D} \right) = \\ &\quad \left((-\Delta P_b - Z_2 \rho g) \pi^2 D^5, \rho G_v 4 \right) \end{aligned}$$

Questão 4 – 3

Pretende-se construir um permutador de calor com um certo número de tubos, todos com 25 mm de diâmetro e 5 m de comprimento, dispostos em paralelo. O permutador será utilizado como arrefecedor, com uma capacidade de 5 MW e o aumento de temperatura na água de alimentação deve ser de 20 K. Sabendo que a queda de pressão nos tubos não deve exceder 2 kN m^{-2} , calcular o número mínimo de tubos a instalar. Supor que os tubos são lisos.

Dados

$$\mu = 1 \text{ mN s m}^{-2}$$

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

$$C_p(\text{H}_2\text{O}) = 4.18 \text{ E } 3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Questão 4 – 4

Calcular o diâmetro hidráulico médio (d_{hm}) do espaço anelar entre um tubo de 4 cm e outro de 5 cm.

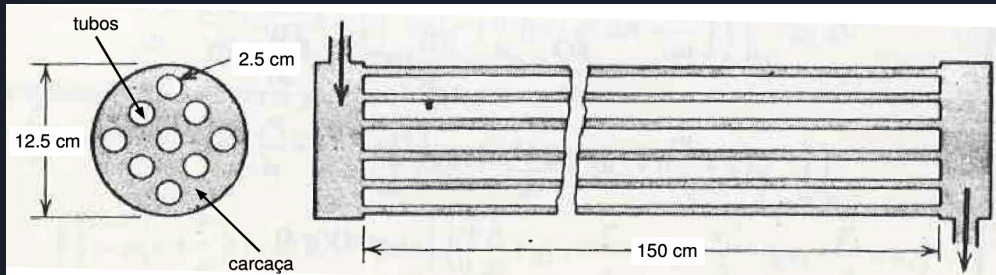
$$d_{hm} = 4 \frac{\text{sessão reta}}{\text{perímetro molhado}}$$

Questão 4 – 5

Um permutador de calor de caixa e tubos tem uma secção recta conforme se representa na figura seguinte. O permutador consiste em 9 tubos com diâmetro de 2.5 cm inseridos dentro de uma conduta circular com um diâmetro de 12.5 cm. O permutador tem um comprimento de 1.5 m. No lado da caixa circula água, e no interior dos tubos circula um termofluido.

água $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ $\mu = 1 \text{ E} - 3 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

termofluido $\rho = 8000 \text{ kg m}^{-3}$ $\mu = 5 \text{ E} - 3 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$



Q4 – 5 a)

Calcule a queda de pressão ($-\Delta P_{at}$) no lado da caixa quando o caudal de água em circulação nessa zona é $G_v = 0.825 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$. Suponha que tanto a parede exterior dos tubos como a parede interna da caixa têm superfícies lisas. Para efeitos de cálculo use o diâmetro hidráulico médio d_{hm} :

$$d_{hm} = 4 \frac{\text{sessão reta}}{\text{perímetro molhado}}$$

Q4 – 5 b)

Calcule o caudal de termofluido em circulação no interior dos tubos quando a queda de pressão no interior dos tubos é ($-\Delta P_{at} = 6 \text{ kPa}$). A rugosidade da superfície interior dos tubos é 0.2 mm.