

ESCOAMENTO LAMINAR VISCOZO INTERNO

O gradiente de pressão necessário para forçar água a escoar num tubo horizontal com 25,4 mm de diâmetro é 1,13 kPa/m. Determine a tensão de cisalhamento na parede do tubo. Calcule, também, a tensão de cisalhamento a 7,6 e 12,7 mm da parede do tubo. Considere escoamento laminar completamente desenvolvido.

$$\frac{\Delta p}{L} = \frac{2\tau}{r} \Rightarrow \tau = \frac{r}{2} \cdot \frac{\Delta p}{L} = \frac{r}{2} \cdot 1130$$

$$\tau = 565 \cdot r$$

$$r = \frac{25,4}{2} = 12,7 \text{ mm} \Rightarrow \tau = 565 \cdot 12,7 \times 10^{-3}$$

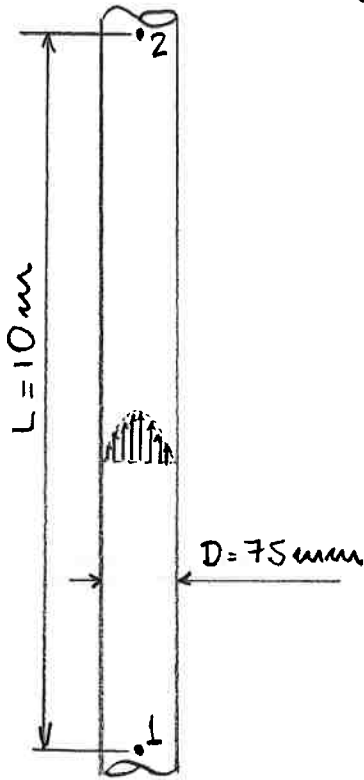
$$\tau = 7,18 \text{ Pa}$$

$$r = \frac{25,4}{2} - 7,6 = 5,1 \text{ mm} \Rightarrow \tau = 2,88 \text{ Pa}$$

$$r = \frac{25,4}{2} - 12,7 = 0 \Rightarrow \tau = 0$$

ESCOAMENTO LAMINAR VISCOSO INTERNO

Glicerina a 20 °C escoam para cima num tubo (diâmetro = 75 mm). A velocidade na linha de centro do tubo é igual a 1,0 m/s. Determine a perda de carga e a queda de pressão sabendo que o comprimento do tubo é igual a 10 m.



Glicerina a 20°C $\rightarrow \rho = 1260 \text{ kg/m}^3$
 $\mu = 1,5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$

$$\bar{V} = V_{\text{máx}}/2 = 1/2 = 0,5 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot \bar{V} \cdot D}{\mu} = \frac{1260 \cdot 0,5 \cdot 0,075}{1,5} = 31,5 < 2100$$

$$\bar{V} = \frac{(\Delta p - \rho \cdot L \cdot \sin \theta) \cdot D^2}{32 \cdot \mu \cdot L} \text{ com } \theta = 90^\circ$$

$$\therefore \Delta p = \frac{32 \cdot \mu \cdot L \cdot \bar{V}}{D^2} + \rho \cdot L$$

$$\Delta p = \frac{32 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 0,5}{(0,075)^2} + 9,81 \cdot 1260 \cdot 10$$

$$\Delta p = 166000 \text{ Pa} \Rightarrow \boxed{\Delta p = 166 \text{ kPa}} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Esta é a} \\ \text{queda de} \\ \text{pressão.} \end{array} \right.$$

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{\alpha_1 \cdot \bar{V}_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\rho} + \frac{\alpha_2 \cdot \bar{V}_2^2}{2g} + z_2 + h_L$$

$$\bar{V}_1 = \bar{V}_2; \alpha_1 = \alpha_2; z_1 = 0 \text{ (P.H.R.)} \Rightarrow z_2 = L$$

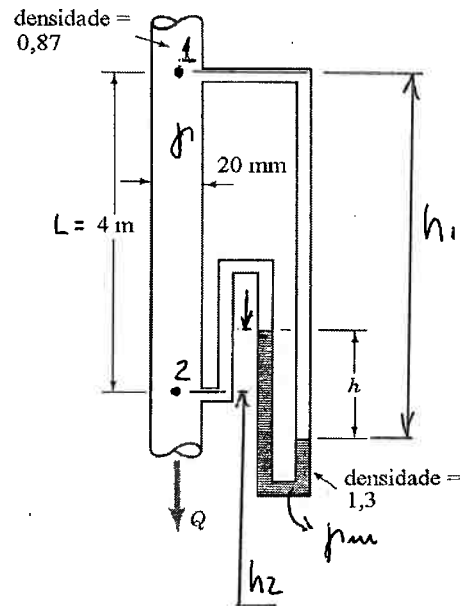
$$p_1 - p_2 = \Delta p$$

$$\frac{p_1}{\rho} = \frac{p_2}{\rho} + L + h_L \Rightarrow h_L = \frac{\Delta p}{\rho} - L = \frac{166000}{9,81 \cdot 1260} - 10$$

$$\boxed{h_L = 3,43 \text{ m}}$$

ESCOAMENTO LAMINAR VISCOSO INTERNO

Óleo ($SG = 0,87$; $\nu = 2,2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$) escoa no tubo vertical mostrado na figura ao lado. A vazão do óleo é $4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Determine a leitura do manômetro, h .



$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 4 \times 10^{-4}}{\pi \cdot (0,02)^2} = 1,27 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot \bar{V} \cdot D}{\mu} = \frac{\bar{V} \cdot D}{\nu} = \frac{1,27 \cdot 0,02}{2,2 \times 10^{-4}} = 115 < 2100$$

$$Q = \frac{\pi \cdot (\Delta p + \rho \cdot L) D^4}{128 \mu L}$$

este sinal determina o sinal p/baixo.

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{128 \cdot \mu \cdot L \cdot Q}{\pi \cdot D^4} - \rho \cdot L$$

$$\rho = SG \cdot \rho_{H_2O} = 0,87 \cdot 9810 = 8534,7 \text{ N/m}^3$$

$$\mu = \nu \cdot \rho = \nu \cdot SG \cdot \rho_{H_2O} = 2,2 \times 10^{-4} \cdot 0,87 \cdot 1000 = 0,1914 \text{ Pa.s}$$

$$\Delta p = \frac{128 \cdot 0,1914 \cdot 4 \cdot 4 \times 10^{-4}}{\pi \cdot (0,02)^4} - 8534,7 \cdot 4 = 43844,6 \text{ Pa}$$

$$p_1 + \rho \cdot h_1 - \rho_m \cdot h + \rho \cdot h_2 = p_2 \Rightarrow p_1 - p_2 = \Delta p = \rho_m \cdot h - \rho \cdot (h_1 + h_2)$$

$$\text{Mas } L - h_2 = h_1 - h \Rightarrow L + h = h_1 + h_2$$

$$\text{Combinando: } \Delta p = -\rho(L + h) + \rho_m \cdot h = (\rho_m - \rho)h - \rho L$$

$$43844,6 = (1,3 \cdot 1000 \cdot 9,81 - 8534,7) \cdot h - 8534,7 \cdot 4$$

$$\therefore \boxed{h = 18,5 \text{ m}}$$