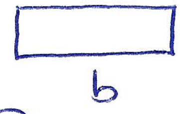
Compare a perda de cargas por metro de duto, para duto de ventilação liso, $Q = 35\,m^3/min$; área $A = 0{,}1\,m^2$, p/ circular; e retangulares



, com relação de aspecto. $Ra = \frac{b}{h} = 1; 2; 3$

Aplica-se a 1ª Lei da Termodinâmica:

$$\left(\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1\right) - \left(\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2\right) = \frac{\dot{W}_a}{\gamma Q} - \cancelto{0}{\frac{\dot{W}_m}{\gamma Q}} \quad \text{(I)}$$

onde $\frac{\dot{W}_a}{\gamma Q} = h_f = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$ e $V_1 = V_2$; $z_1 = z_2$; e resulta de (I):

$$\left(\frac{P_1 - P_2}{\gamma}\right) = \frac{\Delta P}{\gamma} = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$$ e, conforme pede o problema:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{f\rho V^2}{D\,2} \quad \text{(I)}$$, onde $D = D_H$ (hidráulico)

↳ perda de carga por m de tubo.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{35\,m^3}{60\,s} \times \frac{1}{0{,}1\,m^2} = \underline{5{,}83\ m/s}$$

ar $\Rightarrow$ $\nu = 1{,}45 \times 10^{-5}\,m^2/s$ e $\rho = 1{,}23\,kg/m^3$

$\therefore Re = VD/\nu = \underline{4{,}02 \times 10^5 D_H}$ → Temos que determinar os diversos D_H p/ as seções:

Duto circular $\Rightarrow$ $D_H = D$, e como $A = \frac{\pi D_H^2}{4}$ $\Rightarrow$ $\underline{D_H = 0{,}357\,m}$

P/ dutos retangulares $R_H = \frac{S}{J}$ - $\frac{\text{área da seção transversal}}{\text{perímetro molhado}}$

e, como $Ra = \frac{b}{h}$, podemos escrever:

$$D_H = 4R_H = 4 \cdot \frac{hb}{2(h+b)} \text{ e usando } Ra \Rightarrow$$

$$D_H = \frac{2\,Ra \cdot h \cdot h}{(Ra \cdot h + h)} = \frac{2\,h\,Ra}{1+Ra} \text{ . Como } Ra = \frac{b}{h} \Rightarrow h = \frac{b}{Ra} \text{ e } \therefore$$

$$h^2 = \frac{bh}{Ra} = \frac{A}{Ra} \text{ ou } h = \sqrt{\frac{A}{Ra}}$$

$$\therefore D_H = \frac{2\,Ra\,A^{1/2}}{(1+Ra)\cdot(Ra)^{1/2}} = \left(\frac{2\,Ra^{1/2}}{1+Ra}\right) \cdot A^{1/2}$$

Como dutos são geralmente feitos com folha de flandres p/ ar condicionado, este material é muito liso e o escoamento pode ser considerado hidraulicamente liso, e a Equação de Colebrook se torna:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2\log\left(Re\sqrt{f} - 0{,}8\right)$$. Pode-se montar tabela:

Seção do tubo	D_H (m)	Duto	Re	f	$\frac{\Delta P}{L}$ N/m³	% aumento
Circular	0,357	◯	$1{,}44 \times 10^5$	0,0162	0,948	—
Retangular Ra=1	0,316	□	$1{,}27 \times 10^5$	0,0167	1,11	14,6%
Ra=2	0,298	▭	$1{,}20 \times 10^5$	0,017	1,19	20,3%
Ra=3	0,2~~7~~4 0,274	▭	$1{,}10 \times 10^5$	0,0173	1,32	28,2%