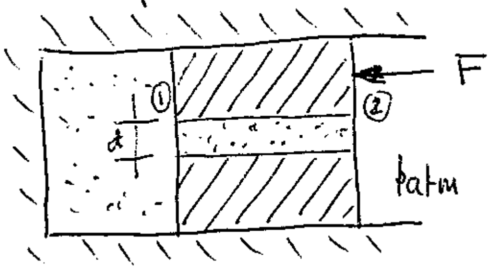
Solução P3 MecFlu1, 25 de junho 2015

Primeira questão:




- escoamento laminar desenvolvido no furo
- perdas na entrada e saída do furo desprezadas

a) a vazão passando pelo furo para escoamento laminar é dada por:

$$\dot{\forall} = \frac{\pi d^4 \Delta p}{128 \mu L} \quad ; \quad \Delta p = p_1 - p_{atm} = \underbrace{\frac{F}{A_p - A_f} + p_{atm}}_{p_1} - p_{atm} \therefore \Delta p = \frac{F}{A_p - A_f}$$

pela conservação da massa ($\rho$=const)

$$\dot{\forall} = \bar{V} A_f = V_p (A_p - A_f)$$

$\bar{V}$ é a velocidade do fluido dentro do furo

então

$$(A_p - A_f) V_p = \frac{\pi d^4}{128 \mu L} \cdot \frac{F}{(A_p - A_f)} \therefore V_p = \frac{\pi d^4 F}{128 \mu L (A_p - A_f)^2}$$

$$\therefore V_p = \frac{F}{8 \mu L \pi \left(\frac{D}{d}\right)^4 \left[1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2\right]^2}$$

b) $$V_p = \frac{150}{(8)(0.2)(0.2)(\pi)\left(\frac{100}{2}\right)^4 \left[1 - \left(\frac{2}{100}\right)^2\right]^2} \therefore V_p = 2{,}39 \times 10^{-5} \ m/s$$

da conservação de massa

$$\bar{V} = \frac{A_p - A_f}{A_f} V_p \therefore \bar{V} = \left[\left(\frac{D}{d}\right)^2 - 1\right] V_p \therefore \bar{V} = \left[\left(\frac{100}{2}\right)^2 - 1\right](2.39 \times 10^{-5})$$

$$\therefore \bar{V} = 0.0597 \ m/s$$

avaliando Reynolds, $$Re = \frac{\rho \bar{V} d}{\mu} = \frac{(900)(0.0597)(2 \times 10^{-3})}{0.2} = 0.54$$

laminar!

Segunda questão

$T = f(m, A, \gamma)$

T = período de oscilação (s)
m: massa da plataforma (kg)
$\gamma$: peso específico da água do mar ($N/m^3$)
A: área da secção reta do cilindro ($m^2$)

a)

| | T | m | A | $\gamma$ |
|---|---|---|---|---|
| M | 0 | 1 | 0 | 1 |
| L | 0 | 0 | 2 | -2 |
| t | 1 | 0 | 0 | -2 |

determinante de ordem 3 ñ nulo

r = 3 dimensões básicas = m

$\left.\begin{matrix} n=4 \\ m=3 \end{matrix}\right\}$ $n-m = 4-3 = 1$ grupo adimensional

$$\pi_1 = m^a A^b \gamma^c T = M^0 L^0 t^0$$

$$[M]^a [L^2]^b \left[\frac{M}{L^2 t^2}\right]^c [t] = M^0 L^0 t^0$$

$$\left.\begin{matrix} M: & a + c = 0 \\ L: & 2b - 2c = 0 \\ t: & -2c - 1 = 0 \end{matrix}\right\} \begin{matrix} a = -1/2 \\ b = 1/2 \\ c = 1/2 \end{matrix} \quad \therefore \quad \pi_1 = T\sqrt{\frac{A\gamma}{m}}$$

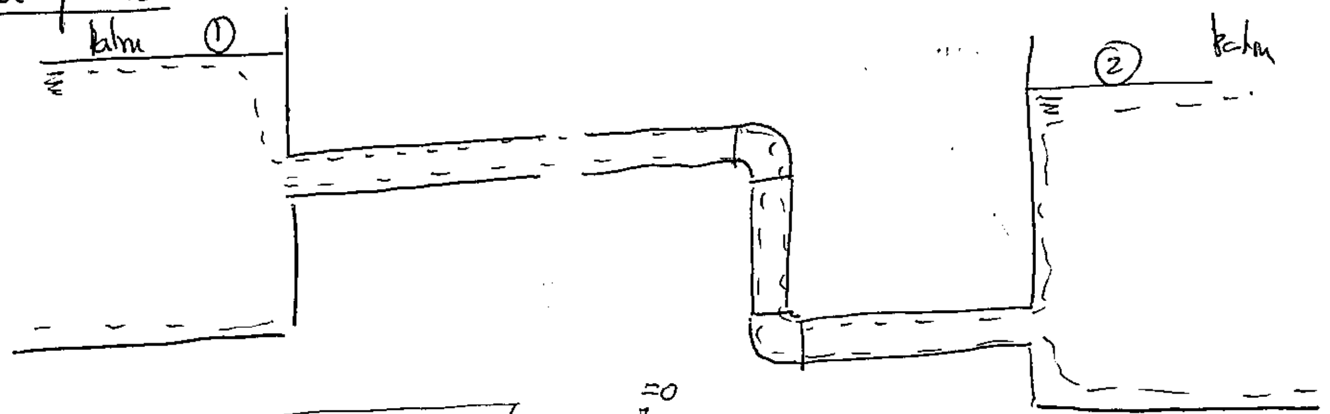
b) Se só temos um grupo adimensional a dependência é $\pi_1 = const.$

projeto original $T_1\sqrt{\frac{\gamma_1 A_1}{m_1}} = const$ projeto novo $T_2\sqrt{\frac{\gamma_2 A_2}{m_2}} = const.$

igualando, $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m_2\gamma_2}{m_1\gamma_1}}\sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$ mas $m_1$ e $\gamma_1$ são os mesmos que $m_2$ e $\gamma_2$

assim $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2} = \frac{D_2}{D_1}$, como $D_1 = 2D_2$ $\Rightarrow$ $T_2 = 2T_1$

Terceira questão:




a) $\left(\cancel{\frac{p_1}{\rho}} + \cancel{\alpha_1 \frac{\bar{V}_1^2}{2}}^{=0} + g z_1\right) - \cancel{\frac{\dot{W}_b}{\dot{m}}}^{=0} - \left(\cancel{\frac{p_2}{\rho}} + \cancel{\alpha_2 \frac{\bar{V}_2^2}{2}}^{=0} + g z_2\right) = h_e + h_{em}$

$h_e = f \frac{L}{D} \frac{\bar{V}^2}{2}$ $\qquad h_{em} = k \frac{\bar{V}^2}{2}$

hy (1) reg permanente
(2) $\bar{V}_1 = \bar{V}_2 \simeq 0$
(3) $p_1 = p_2 = p_{atm}$

$$g(z_1 - z_2) = \frac{\bar{V}^2}{2}\left(f\frac{L}{D} + \Sigma k\right)$$

$$\bar{V} = \left[\frac{2g(z_1 - z_2)}{f\frac{L}{D} + \Sigma k}\right]^{1/2} \quad (a)$$

b) $\bar{V} = \left[\frac{(2)(60-30)(9,8)}{f\,\frac{150+30+30}{0,15} + (0,4+0,8+1)\,{}^{+0.8}}\right]^{1/2} = \left[\frac{588}{(1400)f + 3}\right]^{1/2}$

sabemos que $\frac{e}{D} = \frac{0,060}{150} = 0,0004$ , $Re = \rho \frac{\bar{V} D}{\mu} = \frac{(1000)(150\times10^{-3})\bar{V}}{10^{-3}}$

$\therefore Re = 150\times10^{3}\,\bar{V}$

| | $f$ | $\bar{V}$ | $Re$ | $f_{novo}$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| chute | 0,016 | 4,81 | $7{,}2\times10^5$ | 0.0163 | |
| | 0,0163 | 4.77 | $7.16\times10^5$ | 0,0163 | ok! |

$\dot{V} = \frac{\pi D^2}{4}\bar{V} \quad \therefore \quad \dot{V} = \frac{(\pi)(150\times10^{-3})}{4}(4.77) \quad \therefore \quad \dot{V} = 8,4\times10^{-2}\ m^3/s$

c) equação da energia com bomba

$$g(z_1 - z_2) - \frac{\dot{W}_b}{\dot{m}} = f \frac{L}{D} \frac{\bar{V}^2}{2} + \Sigma k \frac{\bar{V}^2}{2}$$

$\dot{m} = \rho A \bar{V}$

$$g A (z_1 - z_2) - \dot{W}_b = \rho \frac{A}{2} \bar{V}^3 \left( f \frac{L}{D} + \Sigma k \right)$$

arrumando,

$$\rho \frac{\pi D^2}{8} \left[ f \frac{L}{D} + \Sigma k \right] \bar{V}^3 - g \frac{\pi D^2}{4} (z_1 - z_2) \bar{V} + \dot{W}_b = 0$$

com $\dot{W}_b = \eta P$