2-7

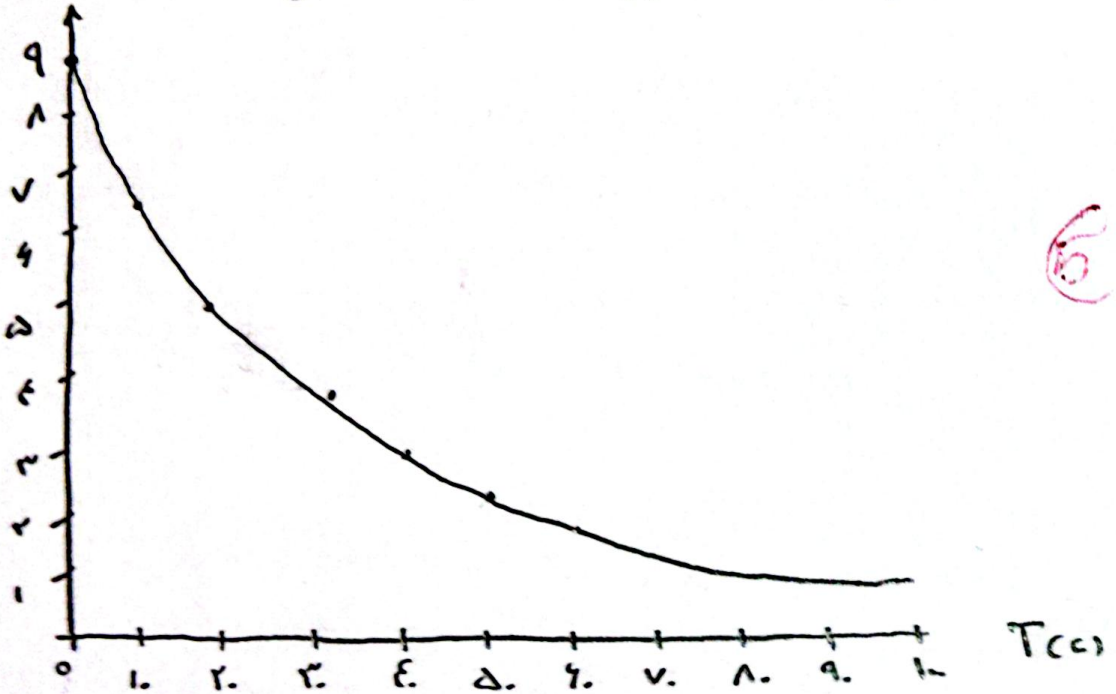
$D = 30\,mm$

$$Re = \frac{VD}{\nu} \rightarrow Q = V \times A \rightarrow Q = \frac{Re\,\nu}{D} \times \frac{\pi}{4}(D)^2$$

$$\rightarrow Q = \frac{Re\,\nu}{4} D = \frac{2100}{4} \times 30 \times 10^{-3} \nu = 49{,}5\,\nu$$

حل سایر تابع Q نسبت به ν را داریم که با توجه به تغییر دما آب به بیوت کتاب مراجعه کنیم که مقدار لزوت سینماتیکی

برای هر دمای آبی را می دهد.



(21-7

$\nu = 0/001\ m^2/s$ $\quad D = 0/14\ m$ $\quad L = 4000\ m$ $\quad Q = 126 \times 10^{-3}\ m^3/s$

$Re = \frac{4 \times 126 \times 10^{-3}}{3,14 \times 0/14 \times 10^{-3}} = 401,27 \rightarrow$ جریان آرام $\quad f = \frac{64}{401} = 0/16 \quad V = \frac{126 \times 10^{-3}}{\pi \times 4 \times 10^{-2}} = 1\ m/s$

$h_L = 0/16 \cdot \frac{4000}{0/14} \cdot \frac{1}{2 \times 10} = 80\ m$

-3

(5)

سوال ۷-۱ گزینه ۴ است چون میدان تنش برشی در داخل لوله و در جداره حداکثر مقدار خود را دارد و در وسط لوله به کم

تماس با جداره تنش برشی برابر است و افت فشار به صورت خطی است (5)

15-1

$D = 305\ mm$ $\quad \mu_{\text{زيت}} = 1\ N.S/m^2$ $\quad Q = 44,4\ L/s$ $\quad \rho_{\text{زيت}} = 0,85$ $\quad \gamma_w = 9810\ N/m^3$

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$Q = V.A = 44,4 \times 10^{-3} = V \times \frac{\pi}{4} \times (305 \times 10^{-3})^2$$

$$0,073$$

$$\rightarrow V = 0,61\ \frac{m}{s}$$

$$Re = \frac{0,85 \times 9810 \times 305 \times 10^{-3}}{9,81 \times 1}$$

5

$Re = 157,5 < 2000$ laminar $\rightarrow f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{157,5} = 0,4063$

3

۲۸-۷ گزینه ۲

$V = 4 \frac{m}{s}$, $D = 0/05\,m$ $L = 1\,m$ $f = 0/02$

$$h_f = 0/02 \times \frac{1}{0/05} \times \frac{4^2}{2 \times 10} = 10\,m$$

$$\Delta P = h_f \times \gamma_w = 100\,kPa$$

$Re = 2100$

$2100 = \frac{V_c \times 1000 \times 4 \times 10^{-2}}{14} \Rightarrow$ 5

$V_c =$

$Q_A + Q_B = Q_C$

$V_A A_A + V_B A_B = V_C A_C$

$2 \times 10^{-2} + Q_B = V_C \times \frac{\pi}{4} \times (100 \times 4)^2$

$1002 + Q_B = 1004.3 \rightarrow Q_B =$

$\simeq 4.03 \times 10^{-3} \frac{L}{s}$

$V_C = \frac{Q_C}{A}$

جواب سوال (۳۳)

گزینه ۲ ← برای جریان متلاطم کامل در لوله‌ها، ضریب زبری (f) تابعی از عدد رینولدز و زبری نسبی است

$$f = \phi\left(Re, \frac{\varepsilon}{D}\right)$$

(5)

جواب سوال (۴۸)

این مسئله تیپ ۱ است ← مقدار افت فشار مجهول است. از دبی داده شده مقدار سرعت $V = Q/A = 9.72\ m/s$ به دست می آید. رابطه‌ی هد انرژی برای حجم کنترل شامل آب بین سطح مخزن [مقطع ۱] و خروجی لوله [مقطع ۲] با استفاده از رابطه افت هد موضعی بدست می آید.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + h_d = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_f \Rightarrow 0 + 0 + (160m) + h_d = 0 + \frac{V^2}{2g} + (150m) + f\frac{(120m)}{(0.12m)}\frac{V^2}{2g}$$

$$\Rightarrow h_d = \frac{V^2}{2g}(1 + 1000f) - 10$$

که h_d هد پمپ یا توربین است. مقدار زبری لوله‌ی فولادی و مقدار f از نمودار مودی بدست می آید

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{(0.045\ mm)}{(120\ mm)} = 0.00038 \quad ; f = 0.016$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{(9.72\ m/s)(0.12m)}{(1.12\times10^{-6}\ m^2/s)} = 1.04\times10^6$$

حال h_d را بدست می آوریم:

$$h_d = \frac{(9.72\ m/s)^2}{2(9.81\ m/s)}[1 + 1000(0.016)] - 10 \Rightarrow h_d = 72.03\ m$$

چون h_d از صفر بزرگتر است این دستگاه یک پمپ است و مقدار توان این پمپ برابر است با:

$$\dot{W}_p = \gamma Q h_p = (9.81\ kN/m^3)(0.11\ m^3/s)(72.03m) \Rightarrow \dot{W}_p = 77.7\ kW$$

Sayeh Roshan

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + h_p = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_f$$

تمرین 54_7

$$-6 + \frac{2^2}{2\times 10} + 0 + h_p = 0 + 0 + 25 + 0.02\left(\frac{2000}{0.4}\right)\left(\frac{2^2}{2\times 10}\right) \longrightarrow h_p = 50.3\ m$$

SUBJECT:

Year: Month: Day:

۷-۲۲

پاسخ تشریحی ۱)

$D = 0.024 \quad , L = 2.4$

$\frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z_1 = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + h_f + h_m$

$0 + 0 + 10m = 0 + \frac{V^2}{2g} + 0 + f\frac{2.4}{0.024}\frac{V^2}{2g} + 2\frac{V^2}{2g}$

$L_0 = \frac{V^2}{2g}(1 + 100f + 2)$ زبری نسبی جدول $= 0.15$

$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.15}{24} = 0.00625 \simeq 0.006 \Rightarrow f = 0.03$

$l_0 = \frac{V^2}{2g}(1 + 3 + 2) \rightarrow V^2 = \frac{98.1}{3} \Rightarrow V = 5.71$

$Q = VA = 5.71 \times \frac{\pi}{4} \times (0.024)^2 = 0.00323 \ m^3/s$ (5)

۷-۹۲ چون انرژی سطح ۱ و ۲ (مقدار هم) ثابت هستند اختلاف بین این دو نقاط برابر آلاف است

چون لوله هاموازی هستند $h_f = h_{f1} = h_{f2} = h_{f3}$

(۴۲) ① برنولی بعد از تلمبه و انتهای لوله:

$$\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} + Z_3 + h_f$$

$\frac{P_2}{\gamma} = 5$ ، $Z_2 = Z_3 = 0$ ، $h_f = 0.02 \times \frac{10}{0.1} = 2$

$$\Rightarrow \frac{V_3^2}{2g} = 5 \Rightarrow V_3 = 10$$

② برنولی قبل و بعد از تلمبه:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_T$$

$$\Rightarrow 15 + 5 + 0 = 5 + 5 + 0 + h_T \Rightarrow h_T = 10$$

$$\dot{W}_T = Q\gamma h = \frac{\pi}{4}(0.2)^2 \times 10 \times 9.81 \times 10 = 30.81\,kW$$

گزینه ۳

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+Z_1=\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2}{2g}+Z_2+h_L \rightarrow Z_1=h_L=\left(f\frac{L}{D}+K_m\right)\frac{8Q^2}{g\pi^2D^4} \qquad (11-1$$

$$\rightarrow 2=\frac{8\times 0.02^2}{9.81\times\pi^2D^4}\left(f\frac{20}{D}+[0.5+2(0.9)+1]\right)\rightarrow 0.05\times10^6D^5-10.5D-2.4=0 \quad (1)$$

$$\rightarrow D=0.124 \rightarrow V=\frac{Q}{A}=\frac{0.02}{\frac{\pi}{4}0.124^2}=1.78$$

① $\begin{cases}\frac{\varepsilon}{D}=\frac{0.26}{124}=0.002 \rightarrow f=0.024 \\ Re=\frac{VD}{\upsilon}=\frac{1.78\times0.124}{1.3\times10^{-6}}=1.7\times10^5\end{cases}$

$D=0.124 \quad V=1.64$

② $\begin{cases}\varepsilon/D=0.002 \rightarrow f=0.024 \\ Re=\frac{VD}{\upsilon}=1.5\times10^5\end{cases}$

$$\underline{D=12\ mm}$$

$$\frac{D}{\varepsilon} \rightarrow h_f = f_1 = h_{f_2} = h_{f_3}$$

$$Q = C_v Q_{ideal} = C_v A_2 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)(V_1 - V_2)}{\rho(1-\beta^4)}}$$ سوال

$$= 0.98 \times \frac{\pi}{4} \times (0.05)^2 \sqrt{\frac{2 \times (9 \times 10^5)}{10^3 (1 - \beta^4)}}$$

$$Q = 2.348 \times 10^{-4}$$

$$\hookrightarrow 2.348 \frac{L}{s}$$ (5.)

$$V = \frac{Q}{A} \Rightarrow \frac{2.348 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(0.01)^2} = 11.2 \frac{m}{s}$$

۲ ⇒ خروجی مخزن باز

۲ : ۳ ضریب انتقال

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_l$$

$$\text{(I)} \quad \frac{500\ kPa}{9,81} + 0 + 0 = 0 + \frac{V^2}{2g} + 0 + \left\{ f \times \frac{13}{0/02} + (\epsilon) \right\} \frac{V^2}{2(9,81)}$$

فرض اول: $f = 0/02 \xrightarrow{\text{(I)}} V = 6,67$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0/045\ mm}{20\ mm} = 0/0023 \quad ; f = 0/0258$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{6,67 \times 0/02}{1,12 \times 10^{-6}} = 1,2 \times 10^5$$

فرض دوم: $f = 0/0258 \longrightarrow V = 4,09$

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{4,09 \times 0/02}{1,12 \times 10^{-6}} = 1,1 \times 10^5 \quad ; \quad f = 0/0258$$

بین مقدار صحیح $f = 0/0258$ است.

حال رابطه انرژی بین مقطع ۱ و مقطع اتصال T

$$\frac{P_1}{\gamma} + 0 + 0 = \frac{P_T}{\gamma} + \left(1 + f\frac{l}{D}\right)\frac{V^2}{2g}$$

$$P_T = P_1 - \left(1 + f\frac{l}{D}\right)\frac{\rho V^2}{2} \rightarrow P_T = 400\ kPa - \left[1 + 0.0295\frac{8}{0.02}\right]\frac{1000 \times 6.9^2}{2}$$

$$P_T = 192.4\ kPa$$

عنصر لوله شیر به ات $P_T = 400\ kPa$, $h_c = 0.4\ m$

در حالت باز بودن شیر $P_T = 192.4\ kPa$ $h = h_0$

اگر P_0 , P_c فشار حالت شیر باز و شیر بسته باشد با استفاده از قانون گاز ایده آل می توان نوشت :

$$m = \rho_0 V_0 = \rho_c V_c$$

$$\rho = \frac{P}{RT}$$

$$\rightarrow \frac{P_c}{RT} V_c = \frac{P_0}{RT} V_0 \rightarrow \frac{P_c}{RT} A\,(0.5 - 0.4)$$

$$\rightarrow 0.1 P_c = (0.5 - h_0) P_0$$

در سمت ضربه گیر، سیال ساکن است، می توان P_0 ، P_c را از فشار P_T ، از آن جا ارتفاع آب

در حالت باز بودن را به صورت زیر بدست آوریم :

$$P_c = P_{T(c)} - \gamma h_c = 400\ kPa - 9.81 \times 0.4 = 396\ kPa$$

$$P_0 = P_{T_0} - \gamma h_0 = 192.4\ kPa - (9.81) h_0$$

$$0.1\,(396\ kPa) = (0.5 - h_0)(192.4 - 9.81 h_0) \Rightarrow \underline{h_0 = 0.29\ m}$$

$D = 1{,}5 \times 10^{-2}\ m$ $\quad V = 2{,}5\ \frac{m}{s}$

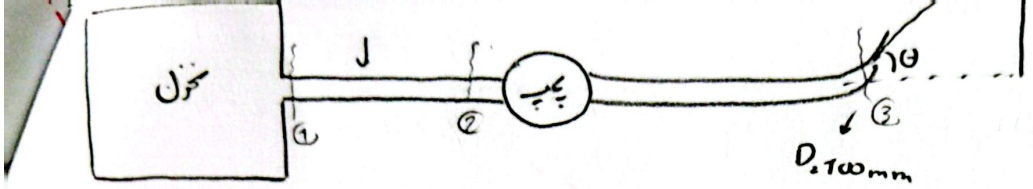
ضریب اصطکاک $f = 0{,}02$

$$\Delta H_T = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0{,}02 \times \frac{1}{2{,}5 \times 10^{-2}} \times \frac{(2{,}5)^2}{2 \times 9{,}8} = 0{,}25$$

4½

5

59-7



$\theta = 40^\circ$

$$\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} + z_3 \rightarrow 0 + \frac{V_2^2}{2g} + 0 = 0 + \frac{V_3^2}{2g} + 12$$

$$\rightarrow \frac{V_2^2}{2g} = \frac{(V_2 \cos\theta)^2}{2g} + 12 \rightarrow V_2 = 18,44 \frac{m}{s}$$

$$V_2 A_2 = V_3 A_3 \rightarrow V_2 \times \frac{\pi}{4} \times (200)^2 = 18,44 \times \frac{\pi}{4} \times (100)^2 \rightarrow V_3 = 4,61 \frac{m}{s}$$ ✓

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_p = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_f$$

$$\rightarrow \frac{70 \times 10^3}{9810} + 0 + 0 + h_p = 0 + \frac{(10,44)^2}{2 \times 9,81} + 0 + f \times \frac{45}{0,2} \times \frac{(4,61)^2}{2 \times 9,81} \rightarrow h_p = 10,2 + 352f$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{4,61 \times 0,2m}{1,12 \times 10^{-6}} = 8,2 \times 10^5$$

با اندکی از نمودار مودی

$f = 0,0137 \quad h_p = 15,02m$ ✓

(6)

$$\dot{W}_p = \gamma Q h_p = 9,81 \times \left(\frac{\pi}{4}(0,2)^2 (4,61)\right)(15,02) \rightarrow \dot{W}_p = 27,3 kW$$ ✓