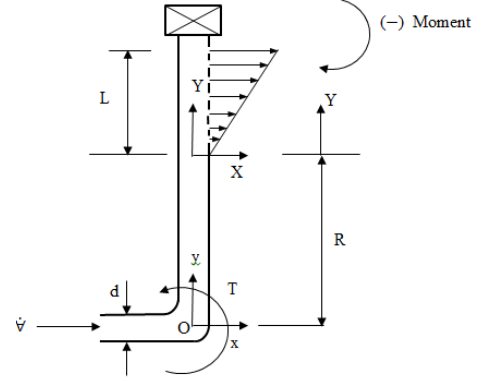


T.C. SAKARYA ÜNİVERSİTESİ MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ DERSİ YAZ OKULU ARA SINAVI
 (Doç.Dr. Tahsin ENGİN – Yrd.Doç.Dr. Zekeriya PARLAK)

SORU #1 Şekilde gösterildiği gibi yoğunluğu 900 kg/m^3 olan bir sıvı 90° lik bir dirsekten geçerek, $L = 0,5 \text{ m}$ uzunluğundaki ve $b = 0,01 \text{ m}$ genişliğindeki delikten 0 m/s hızdan 2 m/s 'ye lineer olarak değişecek şekilde yatay olarak çıkıyor ($V = 4y$). $R = 1 \text{ m}$ olduğuna, akış daimi ve ağırlıklar ihmal edildiğine göre O noktasını desteklemek için gerekli olan momenti bulunuz?



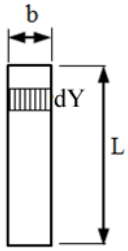
ÇÖZÜM #1

$$\sum \vec{M} = \frac{d}{dt} \int_{KH} (\vec{r} \times \vec{V}) \rho dV + \int_{KY} (\vec{r} \times \vec{V}) \rho (\vec{V} \cdot \vec{n}) dA$$

Akış daimi, meydana gelen kuvvetler ile momentum akışı aynı düzlemde ve çıkıştaki birin vektör ile hız vektörü aynı yöndedir. Sadece çıkış akışı O noktası üzerinde saat yönünde bir moment meydana getirecektir

$$\sum M = \int_{KY} (r V) \rho(V) dA$$

Alternatif olarak çıkan akışkanın O noktasından geçen eksene göre yaptığı moment:



$$dM = dF \cdot r,$$

$$dF = d\dot{m} V,$$

$$d\dot{m} = \rho V dA$$

$$dA = b dY$$

$$dF = \rho b V^2 dY$$

$$dM = \rho b (R + Y) V^2 dY$$

$$M = \int_0^L \rho b (4Y)^2 (R + Y) dY$$

$$M = 16\rho b \int_0^L (RY^2 + Y^3) dY$$

$$M = 16\rho b \left(\frac{RY^3}{3} + \frac{Y^4}{4} \right)_0^L = \rho b \left(\frac{RL^3}{3} + \frac{L^4}{4} \right)$$

$$M = 16 \cdot 900 \cdot 0,01 \left(\frac{1 \cdot 0,5^3}{3} + \frac{0,5^4}{4} \right) = 8.25 \text{ N.m}$$

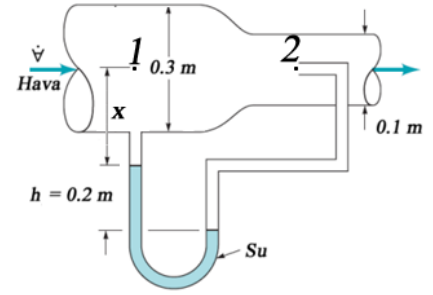
$$\sum M = \sum_{\text{çıkan}} r \dot{m} V - \sum_{\text{çıkan}} r \dot{m} V$$

Moment saat ibresi yönünde meydana geleceğinden

$$T = -8.25 \text{ N.m}$$

Borunun O noktasındaki saat ibresi yönünde uygulanan 8.25 N.m momente karşı koyacak, saat yönünün tersinde bir moment ile desteklenmesi gerekmektedir.

SORU #2 Değişken kesitli bir borudan hava şekilde gösterildiği gibi daimi olarak akmaktadır. Viskoz ve sıkışabilirlik etkileri ile birlikte kayıpları da ihmal ederek hacimsel debiyi bulunuz?
 $(\rho_{hava} = 1.2 \text{ kg/m}^3, \rho_{su} = 1000 \text{ kg/m}^3)$



ÇÖZÜM #2

1 ve 2 noktalarını şekildeki gibi seçerek, Bu iki nokta arasında Bernoulli eşitliğini uygularsak;

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

$$V_2 = 0 \text{ (durma noktası)}, z_2 = z_1$$

$$P_2 - P_1 = \frac{\rho_h V_1^2}{2}$$

1 ve 2 noktaları arasında basınç taraması yaparsak;

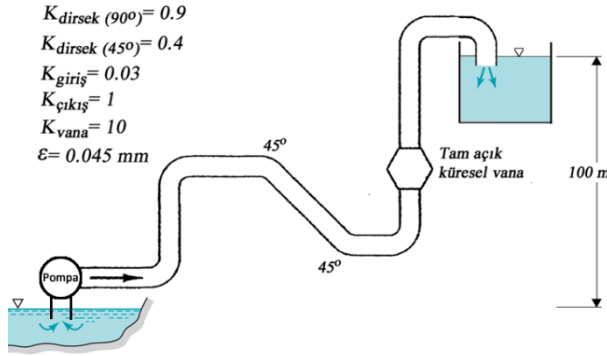
$$P_1 + \rho_h g x + \rho_s g h - \rho_h g h - \rho_h g x = P_2$$

$$P_2 - P_1 = g h (\rho_s - \rho_h)$$

$$\frac{\rho_h V_1^2}{2} = g h (\rho_s - \rho_h)$$

$$V_1 = \sqrt{2 g h \left(\frac{\rho_s}{\rho_h} - 1 \right)} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \left(\frac{1000}{1,2} - 1 \right)} = 57,15 \text{ m/s}$$

$$\dot{V} = \frac{\pi 0,3^2}{4} 57,15 = 4.03 \text{ m}^3/\text{s}$$



SORU #3 Bir gölden saniyede $0,05 \text{ m}^3$ su, 900 m uzunluğunda 10 cm çapında ticari çelik borudan oluşan borulama sistemiyle 100 m yukarıdaki bir depoya taşınmaktadır. Borulama sisteminde beş adet 90° lik, iki adet ise 45° lik derecelik dirsek bir tam sürgülü açık vana, bir iyi yuvarlatılmış giriş, bir keskin kenarlı çıkış vardır. Pompa-motor gurubunun verimi $\%70$ olduğuna göre suyu yukarı taşımak için gerekli olan elektrik gücünü belirleyiniz?

$$(\rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \mu = 10^{-3} \text{ Pa.s})$$

ÇÖZÜM #3

1 noktasını göl yüzeyinde 2 noktasını depo sıvı yüzeyinde seçiyoruz.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_{pompa,f} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_k$$

$$P_1 = P_2 = P_{atm} = 0, V_1 \cong V_2 \cong 0, z_1 = 0, z_2 = 100 \text{ m}$$

$$h_{pompa,f} = z_2 + h_k$$

$$V = \frac{\dot{V}}{\pi D^2/4} = \frac{0,05}{\pi 0,1^2/4} = 6,37 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{1000 \cdot 6,37 \cdot 0,1}{10^{-3}} = 637000 \text{ akış türbülanslıdır}$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,045}{100} = 4,5 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} \cong -1,8 \log \left[\frac{6,9}{Re} + \left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} \right)^{1,11} \right] = -1,8 \log \left[\frac{6,9}{637000} + \left(\frac{4,5 \cdot 10^{-4}}{3,7} \right)^{1,11} \right] = 7,65$$

$$f = 0,017$$

$$h_k = \left(f \frac{L}{D} + \sum K_K \right) \frac{V^2}{2g}$$

$$\sum K_K = 5 \cdot K_{dirsek(90^\circ)} + 2 \cdot K_{dirsek(45^\circ)} + K_{giriş} + K_{çıkış} + K_{vana}$$

$$\sum K_K = 5 \cdot 0,9 + 2 \cdot 0,4 + 0,03 + 1 + 10 = 16,33$$

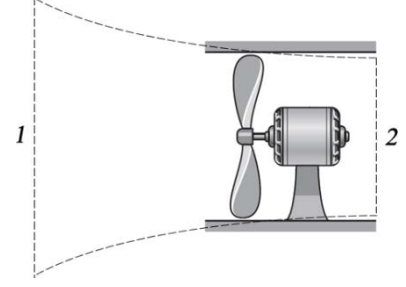
$$h_k = \left(0,017 \frac{900}{0,1} + 16,33 \right) \frac{6,37^2}{2 \cdot 9,81} = 350,17 \text{ m}$$

$$h_{pompa,f} = z_2 + h_k = 100 + 350,17 = 450,17 \text{ m}$$

$$\dot{W}_{pompa,f} = \dot{m} g h_{pompa,f} = 1000 \cdot 0,05 \cdot 9,81 \cdot 450,17 = 220808 \text{ W}$$

$$\dot{W}_{elektrik} = \frac{\dot{W}_{pompa,f}}{\eta_{pompa-motor}} = \frac{220808}{0,7} = 315440 \text{ W} \cong 316 \text{ kW}$$

SORU #4 Dakikada $1,8 \text{ m}^3$ temiz hava ihtiyacı olan bir odayı havalandırmak üzere bir fan seçilecektir. Fan çıkışından hava hızının 10 m/s 'yi geçmemesi istenmektedir. Kullanılacak fan-motor grubu $3,6 \text{ W}$ elektrik tükettiğine göre (a) fanın dış çapını bulunuz? (b) fan-motor grubunun verimini bulunuz
($\rho_h = 1.2 \text{ kg/m}^3$)



ÇÖZÜM #4

(a)

$$D = \sqrt{\frac{\dot{V}}{(\pi V)/4}} = \frac{1,8/60}{(\pi \cdot 10)/4} = 0,061 \text{ m}$$

(b)

1 noktasını fanın girişinden uzak bir noktada ve 2 noktasını fan çıkışında belirlenir., 1 noktası fandan yeteri kadar uzak olduğundan $P_1 = P_{atm}$ ve buradaki akış hızı önemsizdir $V_1 \cong 0$. Aynı şekilde $P_2 = P_{atm}$ olacaktır. 1 ve 2 noktası arasındaki bu kontrol hacmi için enerji denklemini yazarsak;

$$\dot{m} \left(\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 \right) + \dot{W}_{fan} = \dot{m} \left(\frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \right) + \dot{E}_{mek,kayıp}$$

$\dot{E}_{mek,kayıp} = \dot{E}_{mek,kayıp,fan}$ dır. Böylece $\dot{W}_{fan,f} = \dot{W}_{fan} - \dot{E}_{mek,kayıp,fan}$

$$\dot{W}_{fan,f} = \dot{m} \frac{V_2^2}{2} = 1,2 \cdot \left(\frac{1,8}{60} \right) \frac{10^2}{2} = 1,8 \text{ W}$$

$$\eta_{fan-motor} = \frac{\dot{W}_{fan,f}}{\dot{W}_{elektrik}} = \frac{1,8}{3,6} = 0,5$$

%50 verimle çalışmaktadır.