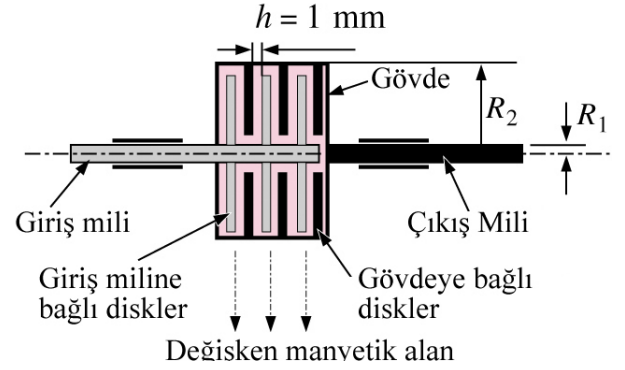


SAKARYA ÜNİVERSİTESİ-MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ DERSİ YILIÇI SINAVI

02.12.2010/Saat 10:30

Süre: 75 dakika

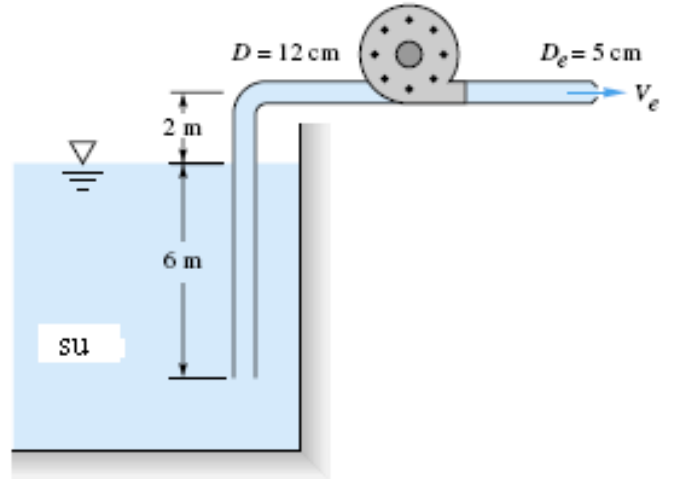
SORU #1. çok diskli elektro-reolojik bir kavrama sistemi, eşit aralıklarla yerleştirilmiş, iç yarıçapı R_1 , dış yarıçapı R_2 olan N adedi giriş miline bağlı çelik disklerden oluşur. Diskler arasındaki boşluklar Bingham plastiği davranışı sergileyen viskoz bir akışkanla doldurulmuştur. Böyle bir kavrama için $R_1 = 40$ mm, $R_2 = 200$ mm, $N = 15$ ve $h = 1$ mm olarak verilmektedir. Yağın dinamik viskozitesi $\mu = 0.1$ Pa · s ve akma gerilmesi $\tau_y = 2.5$ kPa olduğuna göre, giriş mili $n = 2000$ d/d hızında dönerken ne kadarlık bir tork iletiminin gerçekleşeceğini hesaplayınız.



SORU #2. Archimedes'in kendi adıyla anılan ilkesini, Kral Hiero'nun tacının saf altından olup olmadığını nasıl belirleyebileceğini düşündüğü sırada küvette banyo yaparken keşfettiği söylenir. Archimedes banyo küvetindeyken, düzgün olmayan şekilli bir cismin ortalama yoğunluğunu, bu cismin havadaki ve sudaki ağırlıklarını ölçerek belirleyebileceğini fark etmişti. Taç havada 32 N, suda ise 30.3 N çekiyorsa tacın saf altından olup olmadığını belirleyiniz. Saf altının yoğunluğu 19300 kg/m³tür.

SORU #3. Bir kenarı 1 m olan üstü açık küp şeklindeki bir balık tankı bir asansörle yukarı doğru (a) $V = 0.5$ m/s hızla çekilirken, (b) $a = 0.5$ m/s² ile ivmelenirken tankın kenar yüzeylerinden birine gelen basınç kuvvetini ve bu kuvvetin etki noktasını belirleyiniz. (c) Tankta belirli sayıda balık bulunması halinde (a) ve (b) de bulduğunuz değerler nasıl değişir.

SORU #4 Şekildeki pompa, havuzdan saatte 220 m³ su çekerek çıkış ağzı 5 cm olan bir borudan atmosfere boşaltmaktadır. Tesisatta oluşan toplam yük kaybı 5 m olduğuna göre, pompanın suya verdiği faydalı güç nedir? Pompa-motor grubunun toplam verimi %79 tahmin edildiğine göre, çekilen elektriksel güç kaç kW tır.



Başarılar dilerim.
Doç. Dr. Tahsin Engin

Çözüm 1: Giriş miline bağlı her bir plaka üzerinde, merkezden r kadar uzaktaki çeper kayma gerilmesi

$$\tau_w = \tau_y + \mu \frac{du}{dr} = \tau_y + \mu \frac{V}{h} = \tau_y + \mu \frac{\omega r}{h}$$

olur. Dolayısıyla dA büyüklüğündeki bir diferansiyel alan üzerinde oluşan viskoz sürtünme kuvveti ve bunun meydana getirdiği tork

$$dF = \tau_w dA = \left(\tau_y + \mu \frac{\omega r}{h} \right) (2\pi r) dr$$

$$dT = r dF = r \left(\tau_y + \mu \frac{\omega r}{h} \right) (2\pi r) dr = 2\pi \left(\tau_y r^2 + \mu \frac{\omega r^3}{h} \right) dr$$

olarak yazılabilir. İntegral alınırsa

$$T = 2\pi \int_{r=R_1}^{R_2} \left(\tau_y r^2 + \mu \frac{\omega r^3}{h} \right) dr = 2\pi \left[\tau_y \frac{r^3}{3} + \frac{\mu \omega r^4}{4h} \right]_{r=R_1}^{R_2} = 2\pi \left[\frac{\tau_y}{3} (R_2^3 - R_1^3) + \frac{\mu \omega}{4h} (R_2^4 - R_1^4) \right]$$

Bu sadece bir plakanın bir yüzü üzerinde oluşan tork değeridir. N tane plakada $2N$ tane yüzey olacağından, toplam tork

$$T = 4\pi N \left[\frac{\tau_y}{3} (R_2^3 - R_1^3) + \frac{\mu \omega}{4h} (R_2^4 - R_1^4) \right]$$

olacaktır. Verilen değerler yerine yazılırsa $T = 2823.2 \text{ N} \cdot \text{m}$ bulunur.

Çözüm 2: Tacın kütlesi

$$m = \frac{W_{\text{hava}}}{g} = \frac{32 \text{ N}}{9.81 \text{ m/s}^2} \left(\frac{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{1 \text{ N}} \right) = 3.262 \text{ kg}$$

Tacın havadaki ve sudaki ağırlıklarının arasındaki fark kaldırma kuvvetine eşit olmalıdır:

$$F_K = W_{\text{hava}} - W_{\text{su}} = 32 - 30.3 = 1.70 \text{ N}$$

Kaldırma kuvvetinin tanımından

$$F_K = \rho_{\text{su}} g \forall = 1.70 \text{ N} \Rightarrow \forall = \frac{1.70}{1000 \times 9.81} = 1.733 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Buna göre tacın ortalama yoğunluğu

$$\rho = \frac{m}{\forall} = \frac{3.262 \text{ kg}}{1.733 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 18824 \text{ kg/m}^3$$

Saf altının yoğunluğu 19300 kg/m^3 tür. Buna göre ölçme hataları da dikkate alındığında, tacın saf altından yapılmış olduğu anlaşılmaktadır.

Çözüm 3: a) Hesaplama açısından tankın durması ile doğrusal bir yörünge üzerinde sabit hızla gitmesi arasında bir fark yoktur, dolayısıyla tankın yanal yüzeylerinden birine gelen basınç kuvveti

$$F = \rho g h_c A = 1000 \times 9.81 \times \frac{1}{2} \times (1 \times 1) = \mathbf{4905 \text{ N}}$$

olup etki noktası serbest yüzeyden $y_p = h_p = 2/3 \text{ m}$ aşağıda olur.

b) Tank yukarı doğru $a = 0.5 \text{ m/s}^2$ ile ivmelenirken su içerisindeki basınç, durgun haldekinden farklı olur. Koordinat sistemini tankın sol üst köşesine yerleştirelim. Bu durumda orijindeki basınç atmosferiktir ve dolayısıyla $P(0,0) = P_0 = 0$ alınabilir. $a_x = 0$ alınarak Denklem 3-49 dan akışkanın içindeki herhangi bir noktanın etkin basıncı

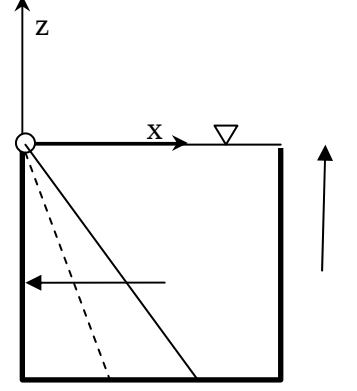
$$P(z) = -\rho(g + a_z)z$$

şeklinde elde edilir. Yanda kesikli çizgi tank yukarı sabit hızla çıkarken basınç dağılımını, sürekli çizgi ise ivmeli durumu temsil etmektedir. Sol yüze gelen basınç kuvveti, bu yüzeyin ağırlık merkezindeki basınç ile alanının çarpımına eşit olacağından

$$P_c = -1000 \times (9.81 + 0.5) \times (-0.5) = 5155 \text{ Pa} \rightarrow F = P_c A = 5155 \times (1 \times 1) = \mathbf{5155 \text{ N}}$$

olup etki noktası serbest yüzeyden $y_p = h_p = 2/3 \text{ m}$ aşağıda olur

c) İçeride balık bulunması bu değerleri değiştirmez, sadece tankın toplam ağırlığını artırır.



Çözüm 4: Borudan çıkış hızı

$$V_e = \frac{\frac{220}{3600} \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4} \times 0.05^2 \text{ m}^2} = 31.12 \text{ m/s}$$

Havuz serbest yüzeyini 1, boru çıkış ağzını da 2 olarak alalım. Bu durumda $z_1 = V_1 = P_1 = P_2 = 0$ ve $z_2 = 2 \text{ m}$ olur. Denklem 5-74'ten

$$h_{pompa,f} = z_2 + \frac{V_e^2}{2g} + h_K = 2 + \frac{31.12^2}{19.62} + 5 \rightarrow h_{pompa,f} \approx \mathbf{56.4 \text{ m}}$$

Buna göre suya verilen faydalı mekanik güç

$$\dot{W}_{pompa,f} = \dot{m} g h_{pompa,f} = \left(1000 \times \frac{220}{3600}\right) \times 9.81 \times 56.4 \approx \mathbf{33812 \text{ W}}$$

Gerekli elektriksel güç ise

$$\dot{W}_{elektrik} = \frac{\dot{W}_{pompa,f}}{\eta_{pompa-motor}} = \frac{33812}{0.79} = 42800 \text{ W} = \mathbf{42.8 \text{ kW}}$$