

BORU HATLARI POMPA TASARIMI

ÖRNEK PROBLEM[1-4]

KAYNAKLAR

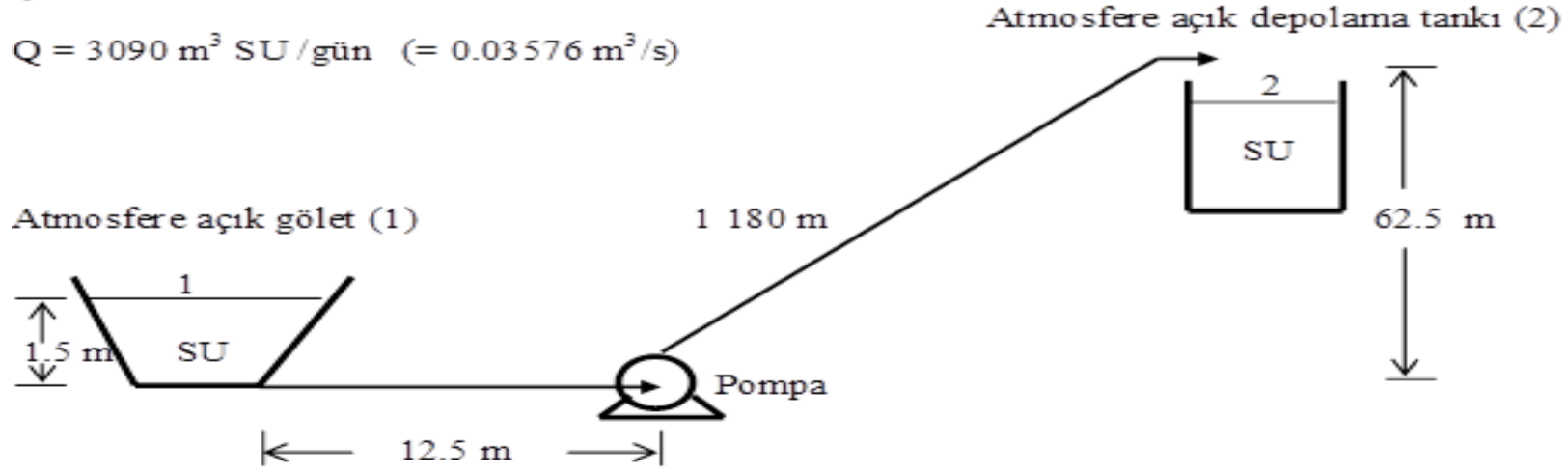
1. J.M. Coulson, J.F. Richardson ve R.K. Sinnott, 1983. Chemical Engineering V: 6, Design, 1st Ed., Pergamon, Oxford.
2. M.S. Peters ve K.D. Timmerhaus, 1985. Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 3rd Ed., McGraw-Hill, New York.
3. R.H. Perry, D. Green, 1984. Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6rd Ed., McGraw-Hill, New York.
4. R. Turton, R.C.Bailie, W.B.Whiting, J.A. Shaeiwitz, 1998. Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes, 1st Ed., Prentice Hall, New Jersey.

BORU HATLARI POMPA TASARIMI ÖRNEK PROBLEM

Günlük kapasitesi 3090 m^3 olan bir arıtma tesisinin su ihtiyacı, derinliği 1.5 m olan atmosfere açık bir göletten sağlanacaktır. Gölet tabanından 12.5 m uzaklıktaki bir pompa ile emilen $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki su, 62.5 m yukarıda bulunan atmosfere açık bir depolama tankının yüzeyine, 1180 m uzunluğundaki bir boru hattı kullanılarak nakledilecektir. Boru hattı ve pompa tasarımı için; 3 inç St 40 çelik boru ve 3 adet 90° St dirsek kullanılabileceği ($L_{eş}/D = 30$) ve pompa veriminin % 80 alınabileceği öngörülmektedir. Buna göre; gerekli pompa gücünü, pompa toplam yüksekliğini, pompanın türünü belirleyerek, ön görülen boru çapının uygunluğunu yorumlayınız.

ÇÖZÜM:

$$Q = 3090 \text{ m}^3 \text{ SU/gün} \quad (= 0.03576 \text{ m}^3/\text{s})$$



Gölet yüzeyi ile depolama tankı yüzeyi (1 – 2 noktaları) arasında MED uygulanarak çözüme gidilir.

Mekanik Enerji Denkliği (MED):

$$\Delta z \frac{g}{g_c} + \Delta v^2 \frac{1}{2\alpha g_c} + \Delta P \frac{1}{\rho} + \sum F = \eta W_p$$

$$(z_2 - z_1) \frac{g}{g_c} + (v_2 - v_1)^2 \frac{1}{2\alpha g_c} + (P_2 - P_1) \frac{1}{\rho} + \sum F = \eta W_p$$

Bastırılmayan bir akışkan olan suyun, $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki özellikleri tablodan bulunur.

Yoğunluk (ρ) = 998.2 kg/m^3 ve Viskozite (μ) = $1.002 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$

3 inç. St 40 çelik borunun özellikleri tablodan bulunur:

Boru çapı (D) = 3.068 in (= 0.0779 m)

90° St dirsek için ($L_{e\ddot{s}}/D$) = 30 olarak verilmiştir. Dolayısıyla, ($L_{e\ddot{s}}$) = $30 \times 0.0779 = 2.3 \text{ m}$ bulunur.

Gölet için $A_1 = \infty$ ve Geniş depolama tankı için $A_2 = \infty$ kabul edilebilir.

Dolayısı ile yüzey hızları, $v_1 = Q/A_1 = 0$ ve $v_2 = Q/A_2 = 0$ bulunur.

3 inç. St. 40 Çelik borunun kesit alanı; $A = (\pi/4)D^2 = (\pi/4)(0.0779)^2 = 0.00477 \text{ m}^2$ bulunur.

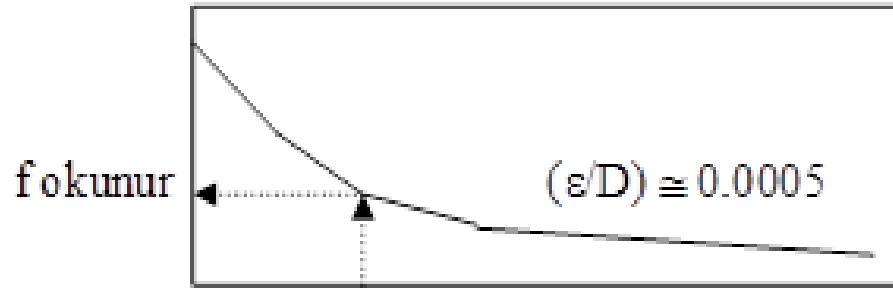
Dolayısı ile çizgisel hız; $v = Q/A = 0.03576 / 0.00477 = 7.497 \text{ m/s}$ bulunur.

3 inç. St. 40 Çelik borunun kesit alanı; $A = (\pi/4)D^2 = (\pi/4)(0.0779)^2 = 0.00477 \text{ m}^2$ bulunur.

Dolayısı ile çizgisel hız; $v = Q/A = 0.03576 / 0.00477 = 7.497 \text{ m/s}$ bulunur.

Çelik boru için, $\varepsilon = 0.00015 \text{ ft}$ ve Bağıl pürüzlülük $(\varepsilon/D) = 0.00015 / (3.068/12) = 0.0006$
 $\Rightarrow \varepsilon/D \cong 0.0005$

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{(998.2)(7.497)(0.0779)}{(1.002 \times 10^{-3})} = 581\,790.2 \quad \Rightarrow \quad Re \cong 582\,000 \text{ Türbülent akımdır.}$$



$$f = f(Re, \varepsilon/D) = (582\,000, 0.0005) = 0.0048$$
$$f \cong 0.005$$

$$Re \cong 582\,000$$

$$\sum F = 4f \frac{(L_{\text{düz}} + L_{\text{eş}})}{D} \frac{v_2^2}{2g_c} = 4(0.005) \frac{[(12.5 + 1180) + 3(2.3)] (7.497)^2}{(0.0779) 2(1)} = 8\,653.7 \text{ N.m/kg veya J/kg}$$

Veri ve bulgular, (1 – 2) noktaları arasında uygulanan MED 'de yerine konur.

$$\underbrace{(62.5 - 1.5)}_{=5984} \frac{9.81}{1} + 8\,653.7 = 0.8 \times W_p \quad \Rightarrow \quad W_p = 11\,565.1 \text{ J/kg}$$

Gerekli pompa gücü (P):

$$P = W_p \cdot (\rho \cdot Q) = (11\,565.1 \text{ J/kg})(998.2 \text{ kg/m}^3)(0.03576 \text{ m}^3/\text{s}) = 412\,823.6 \text{ J/s}$$

$$P = 412\,823.6 \text{ J/s veya } (\cong 412\,823.6 \text{ W}) \text{ veya } (\cong 412.8 \text{ kW}) \text{ veya } (\cong 412\,823.6 / 746 = 553.4 \text{ HP})$$

YÜKSEK HIZLI TEK KADEMELİ veya ÇOK KADEMELİ SANTRİFÜJ POMPA

uygun düşmektedir.

Ön görülen boru en uygun (optimum) çapa sahip mi ?

