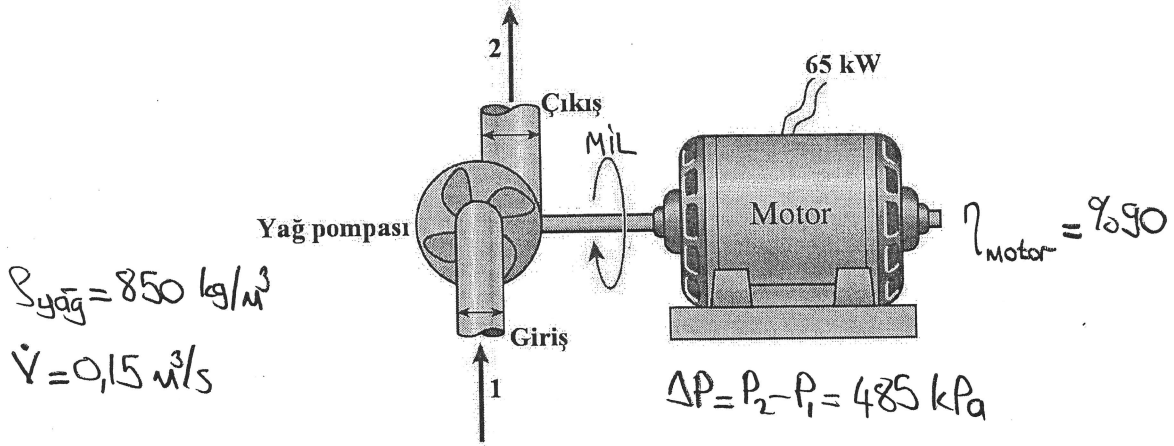


Örnek: Bir yağ pompası, yoğunluğu 850 kg/m^3 olan bir yağı $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ hacimsel debi ile pompanın girişinden çıkışına doğru gönderirken, pompaya bir mil ile bağlı motora 65 kW değerinde güç girişi olmaktadır. Pompa girişi ile çıkışı arasında 30 cm yükseklik vardır. Pompaya bağlı boru girişi ve çıkışının çapları ise sırası ile 9 cm ve 11 cm olarak verilmiştir. Pompadaki yağın basınç artışı 485 kPa olarak ölçüldüğüne ve motor verimi $\%90$ olduğuna göre pompanın mekanik verimini [%] olarak hesaplayınız.



Çözüm:

Buradaki pompa → sistem

giriş ile çıkış arasındaki pompa iç yüzeyi + boruların iç yüzeyleri → sistem sınırı

pompa sınırından giren ve çıkan enerjiler → yağın giriş ve çıkış mekanik enerjileri + pompaya giren mil işi

Pompanın çalışması için milin çalışması gerekmektedir. Mili ise motor döndürecektir. Motorun çalışması ise 65 kW gücünde giren elektrik enerjisi ile sağlanacaktır.

Bu örnekte incelenen sistem, sınırları belirtilmiş pompadır.

Önce mekanik enerjiyi yazarız:

$$e_{\text{mekanik}} = \underbrace{P_v}_{\text{Akış işi}} + \underbrace{V^2/2}_{\text{Kinetik enerji}} + \underbrace{gh}_{\text{Potansiyel enerji}} \quad (\text{J/kg})$$

Dönen mil ile pompaya bir iş girişi olacak ve bu iş girişi pompanın ihtiyacı olan mekanik enerjiyi sağlayacaktır.

$$\dot{W}_{\text{mil}} = \Delta \dot{E}_{\text{mekanik}} \quad (\text{W}) \quad [\text{ideal durum}]$$

$$\dot{E}_{\text{mekanik}} = \dot{m} e_{\text{mekanik}} = \dot{m} (e_{\text{mekanik, çıkış}} - e_{\text{mekanik, giriş}}) \quad (\text{W})$$

$\downarrow$ kg/s J/kg

$$\dot{W}_{mil} = \dot{\Delta E}_{mekanik} = \dot{m} \left[(P\upsilon)_2 - (P\upsilon)_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + g \overbrace{(z_2 - z_1)}^h \right] \quad (W)$$

$$\dot{m} = \rho_{yqg} \cdot \dot{V} \quad (kg/s) \rightarrow \dot{m} = (850 \text{ kg/m}^3)(0,15 \text{ m}^3/s) = 127,5 \text{ kg/s}$$

$$\dot{V} = V \cdot A \quad (m^3/s) \rightarrow V_1 = \frac{\dot{V}}{A_{k,1}} = \frac{\dot{V}}{\frac{\pi D_1^2}{4}} = \frac{0,15 \text{ m}^3/s}{\frac{\pi (0,09 \text{ m})^2}{4}} = 23,58 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{\dot{V}}{A_{k,2}} = \frac{\dot{V}}{\frac{\pi D_2^2}{4}} = \frac{0,15 \text{ m}^3}{\frac{\pi (0,11 \text{ m})^2}{4}} = 15,78 \text{ m/s}$$

Dikkat: Gap arttı $\rightarrow$ Hız azaldı.

$$h = z_2 - z_1 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$P_2 \upsilon_2 - P_1 \upsilon_1 = \upsilon (P_2 - P_1) \rightarrow$ Sıvılarda özgül hacim ve yoğunluk değişimi önemlidir. $\upsilon = \upsilon_1 = \upsilon_2$ alınabilir. (Sıkıştırılabilir akışkanlar için).

$$P_2 \upsilon_2 - P_1 \upsilon_1 = \upsilon \Delta P = \upsilon_{yqg} \Delta P = \frac{1}{\rho_{yqg}} \Delta P = \frac{1}{850 \text{ kg/m}^3} (485000 \text{ Pa}) = 570,59 \text{ J}$$

$$\dot{W}_{mil} = \dot{\Delta E}_{mekanik} = (127,5 \text{ kg/s}) \left[(570,59 \text{ J}) + \frac{(15,78 \text{ m/s})^2 - (23,58 \text{ m/s})^2}{2} + (9,81 \text{ m/s}^2)(0,3 \text{ m}) \right]$$

$$\dot{W}_{mil} = 53553,70 \text{ W} = \underline{\underline{53,55 \text{ kW}}}$$

$\rightarrow$ Pompa için gerekli mil gücü (Yararlı pompa gücü)

$$\dot{W}_{pompa,y} = \dot{W}_{mil} = 53,55 \text{ kW} \quad [\text{ideal durum}]$$

Bu pompanın çalışması için 53,55 kW'lık bir güç ihtiyacı vardır. 65 kW'lık elektrik enerjisi girişi ile %90 verimli motor çalıştırıyor. Yani motor kullandığı elektrik enerjisinin %90 kadarını mükte aktarabiliyor.

$$\begin{aligned}\dot{W}_{\text{mükte motordan}} &= \eta_{\text{motor}} \cdot \dot{W}_{\text{elektrik}} \\ &= (0,90) \cdot (65 \text{ kW}) \\ &= 58,5 \text{ kW} \quad [\text{Gerçek durum}]\end{aligned}$$

İdeal durumda mükte pompaya 53,55 kW güç aktarılıyor. Gerçek durumda mükte pompaya 58,50 kW güç aktarılıyor.

Bu iki durum karşılaştırılarak pompanın verimi elde edilir.

$$\dot{W}_{\text{pompa}} = \eta_{\text{pompa}} \cdot \dot{W}_{\text{mükte motordan}}$$

$$53,55 \text{ kW} = \eta_{\text{pompa}} \cdot (58,50 \text{ kW})$$

$$\eta_{\text{pompa}} = 0,915 = \underline{\underline{\%91,5}}$$

Not 1: Pompa girişi ile çıkışı arasındaki yükseklik ($h=0,3 \text{ m}$) göreceli olarak küçük olduğu için bu durumlarda hesaba katılmasa da olur. (Sonuç çok etkilemez).

Not 2: Pompa-motor sisteminin verimi:

$$\begin{aligned}\eta_{\text{pompa-motor}} &= \eta_{\text{pompa}} \cdot \eta_{\text{motor}} \\ &= (0,915) (0,90) \\ &= 0,8235 \\ &= \underline{\underline{\%82,35}}\end{aligned}$$

YARARLANILAN KAYNAKLAR:

“Thermodynamics: An Engineering Approach”, 9th Edition, Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Mehmet Kanoglu, McGraw-Hill Education, 2019.

“Termodinamiğin Temelleri”, SI Basım, Claus Borgnakke, Richard E. Sonntag, Sekizinci Baskıdan Çeviri, (Hüseyin Günerhan, çeviri editörü yardımcıları arasında yer almaktadır), Palme Yayıncılık, 2018, Ankara.

“Principles of Engineering Thermodynamics”, SI Edition, John R. Reisel, Cengage Learning, 2016.

“Termodinamik-Mühendislik Yaklaşımıyla”, Yedinci Baskıdan Çeviri, (Hüseyin Günerhan, editör yardımcıları arasında yer almaktadır), Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Palme Yayıncılık, 2015.

“Engineering Thermodynamics”, 8th Edition, Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, John Wiley, 2014.

Bu bilgi notunun bazı bölümleri, yukarıda verilen kitaplardan ve/veya ilgili sunumlarından yararlanılarak veya ilham alınarak hazırlanmıştır.

“Termodinamik 1” derslerine ait bilgi notları; Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Hüseyin GÜNERHAN tarafından çeşitli kaynaklardan da yararlanılarak ve emek ve zaman harcanarak hazırlanmış özgün bir eserdir. İzin alınmadan çoğaltılması ve kullanılması telif hakları gereği yasaktır.

(Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu, Kanun Numarası: 5846, Kabul Tarihi: 5/12/1951, Yayımlandığı Resmi Gazete: 13/12/1951 Sayı: 7981, Yayımlandığı Düstur: Tertip 3 Cilt 33 Sayfa 49).