

MAK 212 - TERMODİNAMİK
CRN: 21688, 21689, 21690, 21691, 21692
2010-2011 BAHAR YARIYILI

ÖDEV 4a-ÇÖZÜM

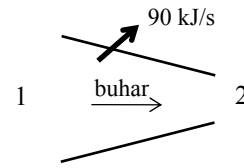
- 1) 5 MPa basınç ve 500°C sıcaklıktaki su buharı bir lüleye 80 m/s hızla girmekte, 2 MPa basınç ve 400°C sıcaklıkta çıkmaktadır. Akış süreklidir. Lülenin kesit alanı 50 cm² olup, çevreye 90 kJ/s ısı kaybı vardır. (a) Akışın kütle debisini, (b) Akışın çıkış hızını, (c) Lülenin çıkış kesit alanını hesaplayınız. (Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Çengel ve Boles, çev. T. Derbentli, **Problem 4-15**).

ÇÖZÜM

Açık sistem (Kontrol hacmi) : Lüle (SASA)

Giriş hali : P₁=5 MPa, T₁=500°C, V₁=80 m/s

Çıkış hali : P₂=2 MPa, T₂=400°C



(a) Buhar tablosundan

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 5 \text{ MPa} \\ T_1 = 500^\circ \text{C} \end{array} \right\} \begin{array}{l} v_1 = 0.06857 \text{ m}^3 / \text{kg} \\ h_1 = 3433 \text{ kJ} / \text{kg} \end{array}$$

ve

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 2 \text{ MPa} \\ T_2 = 400^\circ \text{C} \end{array} \right\} \begin{array}{l} v_2 = 0.15120 \text{ m}^3 / \text{kg} \\ h_2 = 3247.6 \text{ kJ} / \text{kg} \end{array}$$

Buradan buharın kütleli debisi

$$\dot{m} = \frac{1}{v_1} V_1 A_1 = \frac{1}{0.06857 \text{ m}^3 / \text{kg}} (80 \text{ m} / \text{s}) (50 \times 10^{-4} \text{ m}^2) = 5.833 \text{ kg} / \text{s}$$

(b) Çıkış hızı için sürekli akışlı sürekli açık sistemde Termo.nun birinci yasasından

$$\begin{aligned} \dot{Q} - \dot{W}^{\text{şo}} &= \dot{m} \left(h_2 - h_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + \Delta pe^{\text{şo}} \right) \\ -90 \text{ kJ} / \text{s} &= (5.833 \text{ kg} / \text{s}) \left(3247.6 - 3433.8 + \frac{V_2^2 - (80 \text{ m} / \text{s})^2}{2} + \left(\frac{1 \text{ kJ} / \text{kg}}{1000 \text{ m}^2 / \text{s}^2} \right) \right) \\ V_2 &= 585.2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

(c) Lüle çıkış kesit alanı

$$\dot{m} = \frac{1}{v_2} V_2 A_2 \longrightarrow A_2 = \frac{\dot{m} v_2}{V_2} = \frac{(5.833 \text{ kg} / \text{s}) (0.1512 \text{ m}^3 / \text{kg})}{585.2 \text{ m} / \text{s}} = 15.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

- 2) 80 kPa basınç ve 127°C sıcaklıktaki hava sürekli akışlı adyabatik bir yayıcıya 6000 kg/h debiyle girmekte, 100 kPa basınçta çıkmaktadır. Hava akımının hızı yayıcıda 230 m/s'den 30 m/s'ye düşmektedir. (a) Havanın çıkış sıcaklığını, (b) yayıcının çıkış kesit alanını hesaplayın. (Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Çengel ve Boles, çev. T. Derbentli, **Problem 4-21**).

ÇÖZÜM

Açık sistem (Kontrol hacmi) : Yayıcı (SASA)

Giriş hali : P₁=80 kPa, T₁=127°C, V₁=230 m/s

Çıkış hali : P₂=100 kPa, T₂=400°C, V₂=30 m/s

(a) Hava mükemmel gaz kabul edilirse, enerji denkleminde

$$q^{\text{şo}} - w^{\text{şo}} = h_2 - h_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + \Delta pe^{\text{şo}}$$

veya,

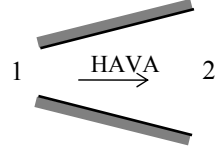
$$h_2 = h_1 - \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} = 400.98 \text{ kJ / kg} - \frac{(30 \text{ m / s})^2 - (230 \text{ m / s})^2}{2} \left(\frac{1 \text{ kJ / kg}}{1000 \text{ m}^2 / \text{s}^2} \right) = 426.98 \text{ kJ / kg}$$

Tablo A-17,

$$T_2 = 425.6 \text{ K}$$

(b) özgül hacim

$$v_2 = \frac{RT_2}{P_2} = \frac{(0.287 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3 / \text{kg} \cdot \text{K})(425.6 \text{ K})}{(100 \text{ kPa})} = 1.221 \text{ m}^3 / \text{kg}$$



Kütlenin korunumundan

$$\dot{m} = \frac{1}{v_2} A_2 V_2 \longrightarrow A_2 = \frac{\dot{m} v_2}{V_2} = \frac{(6000/3600 \text{ kg / s})(1.221 \text{ m}^3 / \text{kg})}{30 \text{ m / s}} = 0.0678 \text{ m}^2$$

- 3) Soğutucu akışkan-134a, adyabatik bir kompresöre doymuş buhar olarak -20°C sıcaklıkta girmekte ve 0.7 MPa basınca sıkıştırıldıktan sonra kompresörden 70°C sıcaklıkta çıkmaktadır. Soğutucu akışkanın debisi 1.2 kg/s'dir. (a) Kompresörü bu şartlarda çalıştırmak için gerekli gücü, (b) soğutucu akışkanın kompresör girişindeki hacimsel debisini hesaplayın. (*Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Çengel ve Boles, çev. T. Derbentli, Problem 4-38*).

CÖZÜM

Açık sistem (Kontrol hacmi) : Kompresör (SASA)

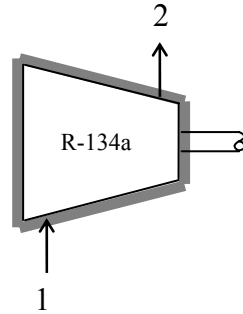
Giriş hali : $T_1 = -20^\circ\text{C}$, $x_1 = 1.0$

Çıkış hali : $P_2 = 0.7 \text{ MPa}$, $T_2 = 70^\circ\text{C}$

(a) Tablodan

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = -20^\circ\text{C} \\ \text{doymuş buhar} \end{array} \right\} \begin{array}{l} v_1 = 0.1464 \text{ m}^3 / \text{kg} \\ h_1 = 235.31 \text{ kJ / kg} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 0.7 \text{ MPa} \\ T_2 = 70^\circ\text{C} \end{array} \right\} h_2 = 307.01 \text{ kJ / kg}$$



Termo.nun birinci yasası (sasa için)

$$\dot{Q}^{\text{ş0}} - \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1 + \Delta ke^{\text{ş0}} + \Delta pe^{\text{ş0}})$$

$$\begin{aligned} \dot{W} &= -\dot{m}(h_2 - h_1) \\ &= -(1.2 \text{ kg / s})(307.01 - 235.31) \text{ kJ / kg} \\ &= -86.04 \text{ kJ/s} \end{aligned}$$

(b) Girişteki hacimsel debi

$$\dot{V}_1 = \dot{m} v_1 = (1.2 \text{ kg / s})(0.1464 \text{ m}^3 / \text{kg}) = 0.176 \text{ m}^3 / \text{s}$$

- 4) Boruda akan 1 MPa basınç ve 80°C sıcaklıktaki soğutucu akışkan-134a, bir yoğuşturucuda borular üzerinden geçirilen hava ile 1 MPa basınç ve 30°C sıcaklığa soğutulmaktadır. 800 m³/dakika debisindeki hava yoğuşturucuya 100 kPa basınç ve 27°C sıcaklıkta girmekte, 95 kPa basınç ve 60°C sıcaklıkta çıkmaktadır. Soğutucu akışkanın kütle debisini hesaplayın. (Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Çengel ve Boles, çev. T. Derbentli, **Problem 4-59**).

ÇÖZÜM Kinetik ve potansiyel enerjiyi ihmal edersek, ısı değiştiricisi için kütle ve enerjinin korunumu denklemleri aşağıdaki gibi ifade edilir

Kütle: $\sum \dot{m}_i = \sum \dot{m}_e \longrightarrow \dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}_a \quad \text{ve} \quad \dot{m}_3 = \dot{m}_4 = \dot{m}_R$

Enerji: $\dot{Q}^{70} - \dot{W}^{70} = \sum \dot{m}_e h_e - \sum \dot{m}_i h_i \longrightarrow \dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_3 h_3 = \dot{m}_2 h_2 + \dot{m}_4 h_4$

İki denklemleri birleştirirsek, $\dot{m}_a (h_2 - h_1) = \dot{m}_R (h_3 - h_4)$

$\dot{m}_R$ için çözersek: $\dot{m}_R = \frac{h_2 - h_1}{h_3 - h_4} \dot{m}_a \cong \frac{C_p (T_2 - T_1)}{h_3 - h_4} \dot{m}_a$

Havayı oda sıcaklığında özgül ısı sabit ideal gaz olarak kabul ettik $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$. Giriste havanın özgül hacmi

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = \frac{(0.287 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3 / \text{kg} \cdot \text{K})(300 \text{ K})}{100 \text{ kPa}} = 0.861 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

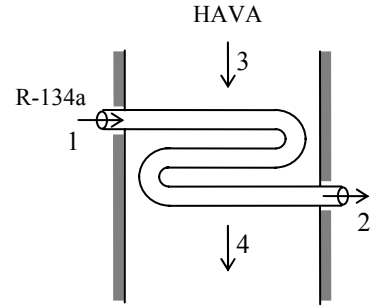
Böylece,

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}_1}{v_1} = \frac{800 \text{ m}^3 / \text{dak}}{0.861 \text{ m}^3 / \text{kg}} = 929.2 \text{ kg} / \text{dak}$$

Soğutucu akışkan tablosundan,

$$\left. \begin{array}{l} P_3 = 1 \text{ MPa} \\ T_3 = 80^\circ \text{C} \end{array} \right\} h_3 = 313.20 \text{ kJ} / \text{kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_4 = 1 \text{ MPa} \\ T_4 = 30^\circ \text{C} \end{array} \right\} h_4 \cong h_{f@30^\circ \text{C}} = 91.49 \text{ kJ} / \text{kg}$$



$$\dot{m}_R \text{ denkleminde yerine yazarsak, } \dot{m}_R = \frac{(1.005 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot ^\circ\text{C})(60 - 27)^\circ\text{C}}{(313.20 - 91.49) \text{ kJ} / \text{kg}} (929.2 \text{ kg} / \text{dak}) = 139.0 \text{ kg} / \text{dak}$$