

MAK 206 TERMODİNAMİK II DERSİ FİNAL SINAVI ÇÖZÜMLERİ (2003_Bah)

1.

1-durum

$$P_1 = 6 \text{ kPa}$$

Faz durumu: Doymuş sıvı

Tablolardan:

$$T_1 = T_s = 36.159^\circ\text{C}$$

$$h_1 = h_s = 151.48 \text{ kJ/kg}$$

$$V_1 = V_s = 0.0010065 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$s_1 = s_s = 0.52082 \text{ kJ/kgK}$$

2-durum

$$P_2 = 2 \text{ MPa}$$

1-2 durum değişimi sırasında aracı akışkan sıvı fazda olduğundan (sıkıştırılmaz);

$$V_2 = V_1 = 0.0010065 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ ve}$$

$$W_p = h_2 - h_1 = V(P_2 - P_1) \Rightarrow$$

$$h_2 = 153.49 \text{ kJ/kg}$$

$$s_2 = s_1 = 0.52082 \text{ kJ/kgK}$$

3-durum

$$P_2 = 2 \text{ MPa}$$

$$T_d < 400^\circ\text{C} \text{ olduğundan}$$

Faz durumu: Kızgın buhar

Tablolardan:

$$h_3 = 3248.3 \text{ kJ/kg}$$

$$V_3 = 0.15121 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$s_3 = 7.1292 \text{ kJ/kgK}$$

4-durum

$$P_4 = 6 \text{ kPa}$$

$$s_4 = s_3 = 7.1292 \text{ kJ/kgK}$$

$$s_s < s_4 < s_b \text{ olduğundan}$$

Faz durumu : sıvı-buhar karışımı

$$s_4 = s_s + x s_{sb} \rightarrow x = \frac{s_4 - s_s}{s_{sb}}$$

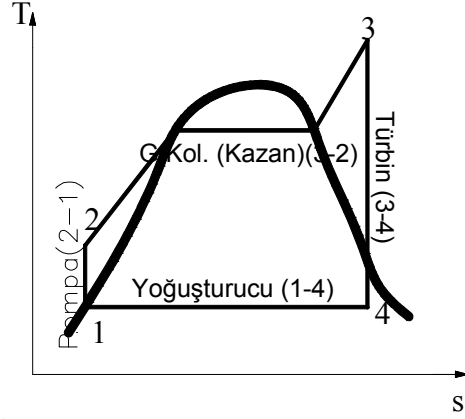
$$x = \frac{7.1292 - 0.52082}{8.329 - 0.52082} = 0.846$$

$$h_4 = h_s + x * h_{sb} =$$

$$151.48 + 0.846(2568.60 - 151.48) \Rightarrow$$

$$h_4 = 2196.36 \text{ kJ/kg}$$

$$V_4 = V_s + x * V_{sb} = 20.0782 \text{ m}^3/\text{kg}$$



İdeal Rankin çevriminin T-s diyagramı.

a.

	P(bar)	T(°C)	x(-)	V(m³/kg)	h(kJ/kg)	S(kJ/kgK)
G. kol. g.	20	-	-	0.0010065	153.49	0.5208
Türbin g.	20	400	-	0.0010065	3248.3	7.1292
Yoğuş. g.	0.06	36.159	0.846	0.15121	2196.36	7.1292
Pompa g.	0.06	36.159	-	20.0782	157.48	0.5208

b.

$$\dot{W}_{tür} = \dot{m} W_{tür} = \dot{m}(h_3 - h_4) = 1.5 \text{ MW} \Rightarrow$$

$$\dot{m} = \frac{1500}{3248.3 - 2196.36} = 1.426 \text{ m}^3/\text{sn}$$

c.

$$\eta_{isl} = \frac{W_{net}}{Q_{ver}} = \frac{W_{tür} - W_{pom}}{Q_{g.kol.}} = \frac{(h_3 - h_4) - (h_2 - h_1)}{(h_3 - h_2)} \rightarrow$$

$$\eta_{isl} = 0.339 = \%33.9$$

d.

$$\eta_d = \frac{h_3 - h_{4^2}}{h_3 - h_4} = 0.80 \Rightarrow$$

$$h_{4^2} = h_3 - 0.80(h_3 - h_4) = 2406.75 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_{isl} = \frac{W_{net}}{Q_{ver}} = \frac{W_{tür} - W_{pom}}{Q_{g.kol.}} = \frac{(h_3 - h_{4^2}) - (h_2 - h_1)}{(h_3 - h_2)} \rightarrow$$

$$\eta_{isl} = 0.271 = \%27.1$$

verimde bu durumda %6.8 bir azalma oluyor

2. a.

1-durum

$$P_1 = 400 \text{ kPa}, T_1 = 860^\circ\text{C}, V_1 = 0.03 \text{ m}^3$$

2-durum

$$P_2 = 200 \text{ kPa}$$

$T_2 = T_1 = 860^\circ\text{C}$ ve 1-2 durum değişiminde $T=c$ olduğundan:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = c \rightarrow V_2 = 0.06 \text{ m}^3$$

3-durum

$$P_3 = 100 \text{ kPa}$$

$V_3 = V_2 = 0.06 \text{ m}^3$ ve 3-2 durum değişiminde $V=c$

$$\frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \frac{RT_2}{RT_3} \Rightarrow P_2 T_3 = P_3 T_2 \rightarrow T_3 = 430^\circ\text{C}$$

4-durum

$$V_4 = V_1 = 0.03 \text{ m}^3$$

$P_4 = P_3 = 100 \text{ kPa}$ ve 4-3 durum değişiminde $P = c$

$$\frac{P_4 V_4}{P_3 V_3} = \frac{RT_4}{RT_3} \Rightarrow V_3 T_4 = V_4 T_3 \rightarrow T_4 = 215^\circ\text{C}$$

T - s ve P - V diyagramlarının çizilebilmesi için durum değişimleri boyunca meydana gelen entropi değişimi de hesaplanmalıdır. Bu amaç doğrultusunda;

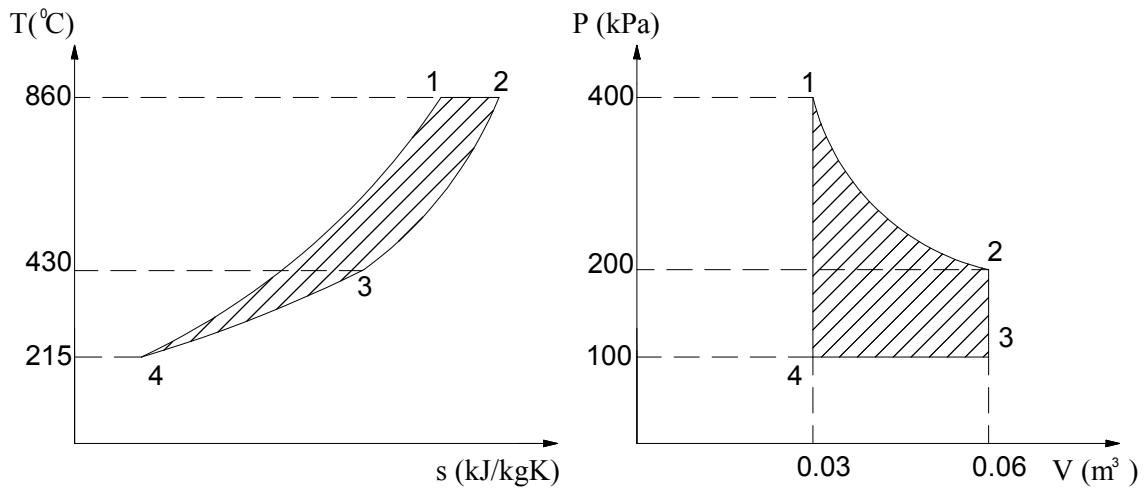
$$s_2 - s_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

bağıntısından yararlanılarak entropi değişimleri hesaplanmıştır:

$$2-1 \rightarrow \Delta s = 0.1989 \text{ kJ/kgK}, \quad 3-2 \rightarrow \Delta s = -0.4969 \text{ kJ/kgK}$$

$$4-3 \rightarrow \Delta s = -0.6959 \text{ kJ/kgK}, \quad 1-4 \rightarrow \Delta s = 0.9939 \text{ kJ/kgK}$$

Yapılan hesaplamalar çerçevesinde çevrimin T - s ve P - V diyagramları aşağıdaki gibidir.



b. Çevrimin T - s ve P - V diyagramlarından anlaşılacağı gibi durum değişimleri boyunca:

2-1 İş, **3-2** sistemden alçak sıcaklık ısı kaynağına ısı transferi ($Q_{\text{çık}}$), **4-3** Sıkıştırma, **1-4** Yüksek ısı kaynağından sisteme ısı transferi (Q_{ver})

c. Tümden tersinir bir çevrimin verimi;

$$\eta_{ter} = 1 - \frac{T_{soğ}}{T_{sı}} = 1 - \frac{215}{860} = 0.75 = \%75$$

Yapılan hesaplamalardan görüleceği gibi $\eta_{isl} < \eta_{ter}$ 'dır. Bu zaten beklenen bir sonuçtu.

3. a. Sistemde oluşan toplam tersinmezlikler (kompresör için):

$$I = W_{yay} - W_{ter} = T_o s_{üre} = \Delta s_{sis} + \Delta s_{çev} = T_0 (s_1 - s_2) + \frac{Q_{çev}}{T_0}$$

$Q_{çev}$ ile ilgili herhangi bir bilgi olmadığından $Q_{çev} = 0$ dolayısıyla $\Delta s_{çev} = 0 \rightarrow$

$$I = T_o s_{üre} = T_0 (s_1 - s_2) = T_0 \left[c_p \ln \frac{T_1}{T_2} - R \ln \frac{P_1}{P_2} \right] = 293 \left[1.004 \ln \frac{293}{343} - 0.287 \ln \frac{110}{240} \right] = 19.25 kJ / kg$$

b.

$$W_{ter12} = dh - dq = (h_1 - h_2) - T_0 (s_1 - s_2) = c_p (T_1 - T_2) - T_0 (s_1 - s_2) = -30.949 kJ / kg \rightarrow$$

$$\dot{W}_{ter12} = \dot{m} W_{ter12} = -71.185 kW$$

c.

$$\eta_{II} = \frac{W_{ter}}{W_{yay}} = \frac{W_{ter}}{W_{ter} + I} = \frac{71.185}{90.435} = 0.787 = \%78.7$$