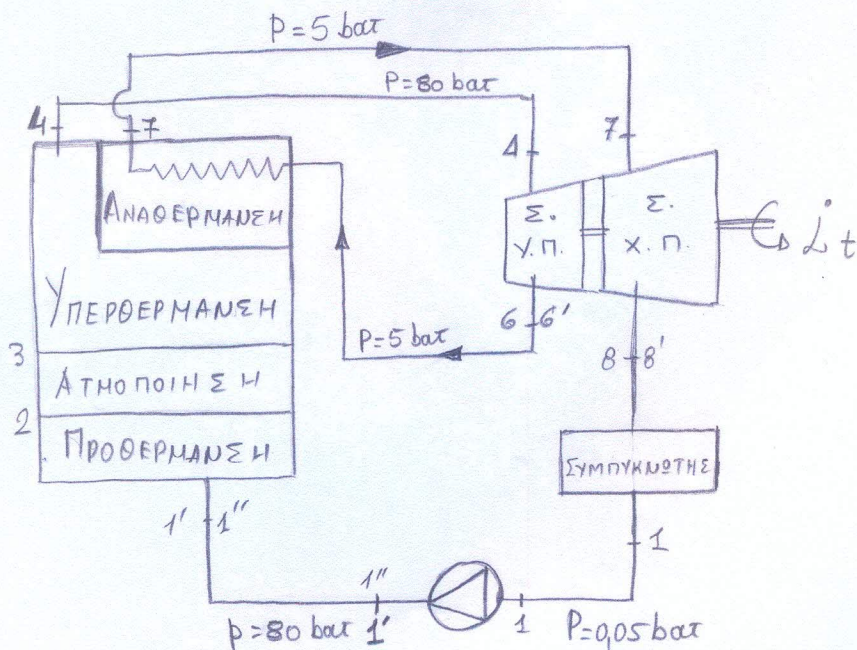
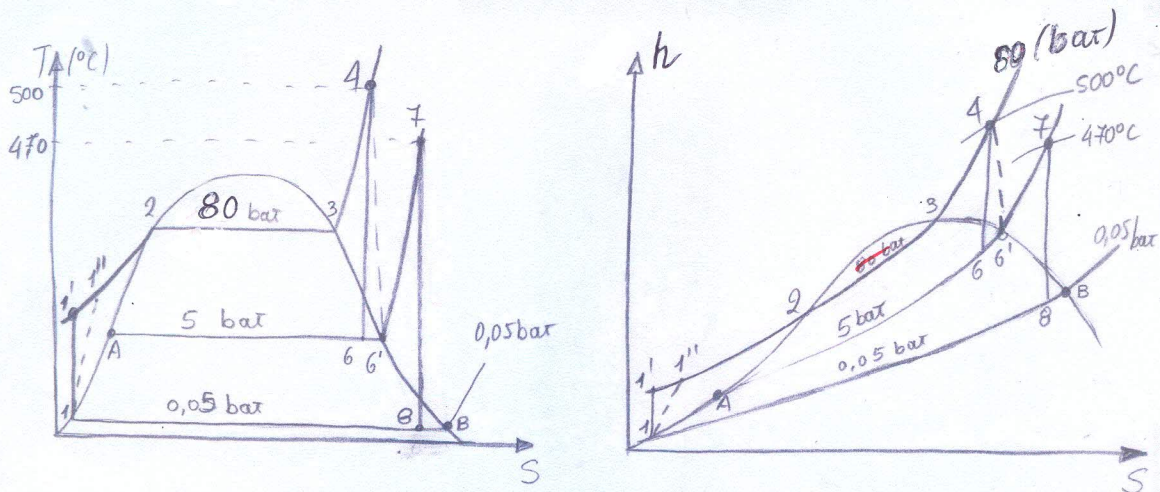


4^η ΑΣΚΗΣΗ / 3^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

(2)

A) Σχεδίαση διαγραμμάτων (h-s), (T-s):

Θερμodynamικός κύκλος / διαγραμματικό σχηματισμός

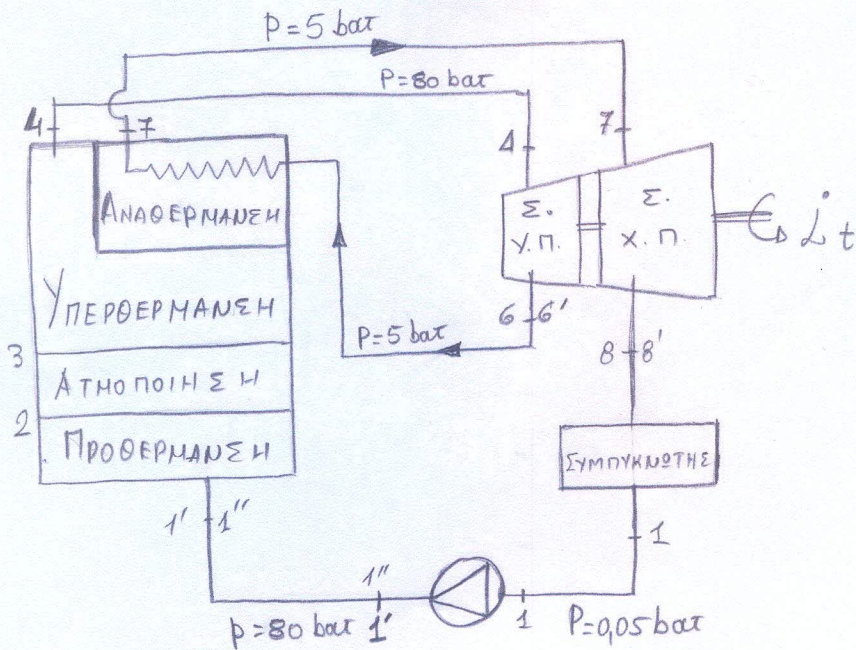
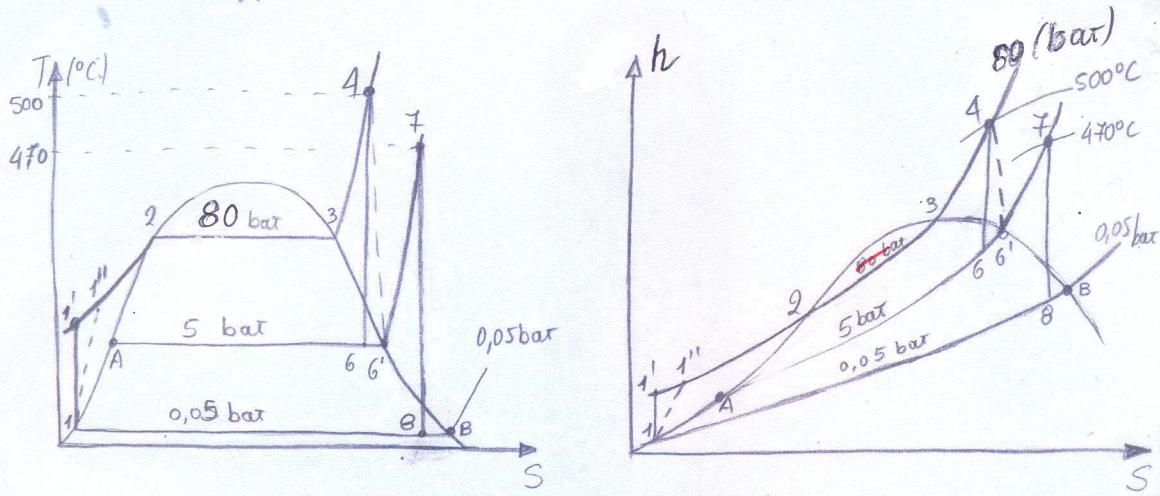


4^η ΑΣΚΗΣΗ / 3^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

(2)

Α) Σχεδιάσε διαγράμματα (h-s), (T-s):

θερμοδυναμικός κύκλος / διαγραμματικό σχηματισμός



β) Η παροχή του νερού ψύξεως M_{H_2O} του συστήματος (2) υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\rightarrow M_V \cdot (h_{\theta'} - h_1) = M_{H_2O} \cdot (c_p)_{H_2O} \cdot (\Delta T)_{H_2O} \quad (I)$$

με τριπλή μεταβάση (στη χαμηλή πίεση 0,05 bar) του συστήματος στην πραγματική του κατάσταση θ' .

γ) Η απαιτούμενη παροχή μωβίμου υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\rightarrow m_g = \frac{M_V \cdot Q_1}{M_{\muωβιμου} \cdot H_i} \quad (II)$$

Στη συνέχεια καταγράφονται τα μεταστατικά μεγέθη του κορεσμένου συστήματος στις δοθείσες πιέσεις (5 bar και 0,05 bar) καθώς και του συστήματος στην κατάσταση 4 (= υπέρθερμος ατμός σε $p = 80$ bar και $T = 500^\circ C$) και στην κατάσταση 7 (= υπέρθερμος ατμός σε $p = 5$ bar και $T = 470^\circ C$).

ΣΗΜ. : τα μεταστατικά μεγέθη για το κορεσμένο σύστημα σε $p = 80$ bar, δίνονται για τα σημεία 2 και 3 δεν αρκούν για τον υπολογισμό, οπότε δίνονται με τη μορφή πίνακα 4/Σελ. 350).

ΚΟΡΕΣΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΠΙΝΑΚΑΣ 4/ΕΞΕΛ. 349-350) (3)
 (στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων)

p = 0,05 bar

$T = 32,898^\circ\text{C} \Rightarrow T = 32,898 + 273 = 305,898^\circ\text{K}$

$\sigma = v_1 = 0,0010052 \text{ m}^3/\text{kg} \quad S = v_B = 28,19 \text{ m}^3/\text{kg}$

$h_\sigma = h_1 = 137,77 \text{ kJ/kg}, \quad h_v = h_B = 2561,6 \text{ kJ/kg}, \quad v = 2428,8 \text{ kJ/kg} (= T_B - T_1)$

$S_\sigma = S_1 = 0,4763 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K} \quad S_v = S_B = 8,3960 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$

p = 5 bar

$t = 151,84^\circ\text{C} \Rightarrow T = 151,84 + 273 = 424,84^\circ\text{K}$

$\sigma = v_A = 0,0010928 \text{ m}^3/\text{kg} \quad S = v_{G1} = 0,3747 \text{ m}^3/\text{kg}$

$h_\sigma = h_A = 640,12 \text{ kJ/kg}, \quad h_v = h_{G1} = 2747,5 \text{ kJ/kg}, \quad v = (T_{G1} - T_A) = 2107,4 \text{ kJ/kg}$

$S_\sigma = S_A = 1,8604 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}, \quad S_v = S_{G1} = 6,8912 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$

ΥΠΕΡΘΕΡΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΠΙΝΑΚΑΣ 8/ΕΞΕΛ. 357-364)

ΣΗΜΕΙΟ 4 : p = 80 bar, T = 500°C (ΠΙΝΑΚΑΣ 8/ΕΞΕΛ. 362)

$h_4 = 3398,8 \text{ kJ/kg}, \quad S_4 = 6,7262 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$

ΣΗΜΕΙΟ 7 : p = 5 bar, T = 470°C (ΠΙΝΑΚΑΣ 8/ΕΞΕΛ. 357)

Οι τιμές ενθαλπίας/εντροπίας επιβεβαιώνονται μερικές φορές με T = 460°C / T = 480°C.

$h_7 = 3419,7 \text{ kJ/kg}, \quad S_7 = 8,00 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$

B) Για τον υπολογισμό της M_{H_2O} από τη σχέση (I) (4)
 σχετίζονται $h_{8'}$ και M_V .

B.1) Η ενθαλπία $h_{8'}$ υπολογίζεται από το βαθμό εμπύκνωσης του στρωβίλου χαμηλής πίεσης:

$$(M_{στρ.})_{χ.π.} = \frac{h_7 - h_{8'}}{h_7 - h_8} \quad \text{ο οποίος είναι ίσος (από ευφώνημα)}$$

με το βαθμό εμπύκνωσης του στρωβίλου υψηλής πίεσης:

$$(M_{στρ.})_{υ.π.} = \frac{h_4 - h_{6'}}{h_4 - h_6} \quad \text{όπου είναι άγνωστη η } I_6:$$

→ Από το διάγραμμα (h-s) $\Rightarrow h_6 \cong 2705 \text{ kJ/kg}$ και $x_6 \cong 0,98$

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

$$h_6 = h_A + r \cdot x_6$$

$$\bar{46} = \text{ΙΣΟΕΝΤΡΟΠΙΚΗ} \rightarrow S_4 = S_6 = S_A + \left(\frac{v}{T}\right) \cdot x_6 \Rightarrow x_6 = \frac{S_4 - S_A}{r} \cdot T$$

$$\Rightarrow x_6 = \frac{6,7262 - 1,8604}{2107,4} \cdot 424,84 = 0,98 \quad (\text{όπως αναγνώστηκε στο I-S})$$

$$\text{και: } h_6 = h_A + r \cdot x_6 = 640,12 + 2107,4 \cdot 0,98 = 2705,372 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Οπότε: } (M_{στρ.})_{υ.π.} = \frac{h_4 - h_{6'}}{h_4 - h_6} = \frac{3398,8 - 2747,5}{3398,8 - 2705,372} = 0,939$$

$$\text{και: } 0,939 = (M_{στρ.})_{υ.π.} = (M_{στρ.})_{χ.π.} = \frac{h_7 - h_{8'}}{h_7 - h_8} \Rightarrow h_{8'} = h_7 - M_{στρ.} \cdot (h_7 - h_8)$$

Σημείο 8:

Από διάγραμμα ($h-s$): $h_g \cong 2440 \text{ kJ/kg}$, $x_g = 0,95$ (5)

Οι τιμές αυτές ελέγχονται με αναλυτικό υπολογισμό:

$$S_f = S_g = S_1 + \frac{r}{T} \cdot x_g$$

$$8,00 = 0,4763 + \frac{2428,8}{305,898} \cdot x_g \Rightarrow x_g = 0,947$$

$$h_g = h_1 + r \cdot x_g = 137,77 + 2428,8 \cdot 0,947 = 2437,84 \text{ kJ/kg}$$

Λαμβάνεται $h = 2437,84 \text{ kJ/kg}$

$$\text{Οπότε: } h_{g'} = 3419,7 - 0,939 \cdot (3419,7 - 2437,84) \\ = 2497,734 \text{ kJ/kg}$$

$$2497,734 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = h_{g'} < (h_v)_{p=0,05 \text{ bar}} = 2561,6 \text{ kJ/kg} \Rightarrow$$

\Rightarrow το βέθωμα στο τέλος της πραγματικής επιτόκωσης είναι ΜΙΣΜΑ, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα Mollier ($h-s$) όταν παράβροντας ορίζονται ειδικά οι $h = 2497,734 \text{ kJ/kg}$, συνδυάζει με $p = 0,05 \text{ bar}$ στην περιοχή του μίγματος.

Το βεθώο αυτό είναι $x_{g'} \cong 0,975$ τιμή που ελέγχεται από:

$$\alpha) h_{g'} = 2497,734 = (h_1)_{p=0,05 \text{ bar}} + (r)_{p=0,05 \text{ bar}} \cdot x_{g'} \Rightarrow x_{g'} = 0,972$$

$$\beta) \text{ στο διάγραμμα } h S_{g'} = 8,2 \text{ kJ/kg} = (S_1)_{p=0,05 \text{ bar}} + \left(\frac{r}{T}\right)_{p=0,05 \text{ bar}} \cdot x_{g'}$$

$$\Rightarrow x_{g'} = \frac{S_{g'} - S_1}{r} \cdot T = \frac{8,2 - 0,4763}{2428,8} \cdot 305,898 = 0,972$$

6

B.2) Η παροχή του συστήματος M_V υπολογίζεται από τη σχέση:

$$N = \frac{M_V \cdot (\Delta h)}{3600} \text{ (kW)} \Rightarrow M_V = \frac{3600 \cdot N}{(\Delta h)} \text{ (kg/h)}, \text{ όπου:}$$

- $N = 100 \text{ MW} = 100 \times 10^3 \text{ kW}$

- $(\Delta I) = [(h_4 - h_{6'}) + (h_7 - h_{8'})] - [(h_{1''} - h_1)]$

$h_4 = 3398,8 \text{ kJ/kg}$ $h_{6'} = 2747,5 \text{ kJ/kg}$ $h_7 = 3419,7 \text{ kJ/kg}$ $h_1 = 137,77 \text{ kJ/kg}$	}	ΣΕΛ. 3 της παρούσας
---	---	---------------------

$h_{8'} = 2497,734 \text{ kJ/kg}$ ΣΕΛ. 5 της παρούσας

- Υπολείπεται ο υπολογισμός της $h_{1''}$: από το $\eta_{αετίας}$ είναι:

$$\eta_{αετίας} = \frac{h_{1''} - h_1}{h_{1'} - h_1} \Rightarrow h_{1''} = h_1 + \frac{h_{1'} - h_1}{0,85} \Rightarrow$$

όπου: $h_{1'} = (h_1)_{p=0,05 \text{ bar}} + (\sigma_1)_{p=0,05 \text{ bar}} \cdot (p_1' - p_1)$

ΣΕΛ. 3 της παρούσας

$$= 137,77 + 0,0010052 \cdot (80 - 0,05) \cdot 10^2 = 145,8 \text{ kJ/kg}$$

επει $h_{1''} = 137,77 + \frac{145,8 - 137,77}{0,85} = 147,217 \text{ kJ/kg}$

Είναι:

(7)

$$\begin{aligned}(\Delta h) &= [(3398,8 - 2747,5) + (3419,7 - 2497,734)] - [(147,217 - 137,77)] = \\ &= 1563,819 \text{ kJ/kg}\end{aligned}$$

$$\text{Οπότε: } M_V = \frac{3600 \times 100 \times 10^3}{1536,819} = 234250 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right) \dot{m} \quad 234,25 \text{ (t/h)}$$

Οπότε από τη σχέση (I) υπολογίζεται η παροχή M_{H_2O} του νερού ψύξης του συμπυκνωτή:

$$\begin{aligned}M_{H_2O} &= \frac{M_V \cdot (h_{g'} - h_i)}{(C_p)_{H_2O} \cdot (\Delta T)_{H_2O}} \text{ (kg/h)} = \\ &= \frac{234250 \text{ (kg/h)} \cdot (2497,734 - 137,77) \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)}{4,1868 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}\right) \cdot 10 \text{ (}^\circ\text{K)}} = 13203,916 \text{ (kg/h)} \\ &\dot{m} = 13,2 \text{ (t/h)}\end{aligned}$$

Γ) Από τη σχέση I (ΣΕΙ. 3 του παραύλου) υπολογίζεται η παροχή του καυσίμου:

$$\begin{aligned}\eta_g = \frac{M_V \cdot Q_i}{M_{\text{καυσίμου}} \cdot H_i} \Rightarrow M_{\text{καυσίμου}} &= \frac{M_V \cdot Q_i}{\eta_g \cdot H_i} = \\ &= \frac{234250 \text{ (kg/h)} \cdot [(h_4 - h_{1'}) + (h_7 - h_{6'})] \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)}{0,96 \cdot 35.600 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)} = \\ &= \frac{234250 \cdot [(3398,8 - 147,217) + (3419,7 - 2747,5)]}{0,96 \cdot 35.600} = 26894,492 \text{ (kg/h)} \\ &\dot{m} = 26,89 \text{ (t/h)}\end{aligned}$$

