

3^η ΑΣΚΗΣΗ / 3^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

(2)

Προβλεπόμενος στα διαγράμματα των σημείων που αντιστοικούν στην κάθε κατάσταση του συστήματος:

- Είσοδος στο στρόβιλο: $p_{μέγ.} = 15 \text{ bar}$ και $T = 225^\circ\text{C}$

Στο διάγραμμα ($h-s$) υπάρχει η μακρόστενη νιότης 15 bar ενώ δε υπάρχει η μακρόστενη $T = 225^\circ\text{C}$.

Για να προσδιοριστεί το σημείο 4 (= είσοδος στο στρόβιλο)

μπορεί να υπολογιστεί η ενθαλπία ή η εντροπία από τα δεδομένα πίεσης και θερμοκρασίας και στη συνέχεια να βρεθεί το αντίστοιχο σημείο:

- είτε για $p = 15 \text{ bar}$ ή για οριζόντια -4

- ή - ή - ή - ή - κατακόρυφη S_4

Από ΠΙΝΑΚΑ 7/ΣΕΛ. 309 για $p = 15 \text{ bar}$ και $T = 225^\circ\text{C}$, είναι:

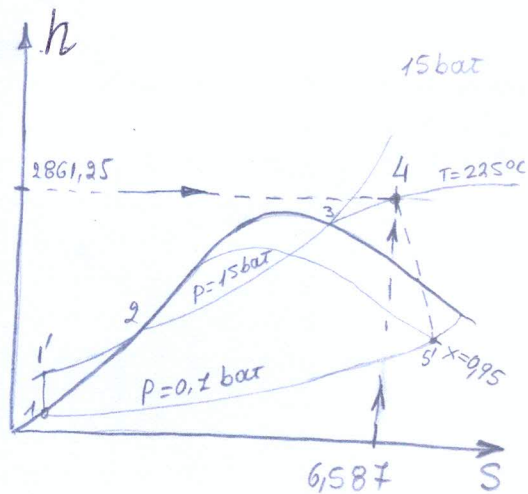
	S	
$T = 220^\circ\text{C}$	2848,6	6,5624
$T = 225^\circ\text{C} \rightarrow$	\rightarrow	\rightarrow
$T = 240^\circ\text{C}$	2899,2	6,6630

$$I_4 = 2848,6 + \frac{2899,2 - 2848,6}{240 - 220} \times (225 - 220) = 2861,25 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$S_4 = 6,5624 + \frac{6,6630 - 6,5624}{240 - 220} \times (225 - 220) = 6,587 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Επιλέγεται το διάγραμμα ($h-s$)

διότι σε αυτό υπάρχει και η μακρόστενη $p_{μέγ.} = 0,1 \text{ bar}$ και η μακρόστενη $\alpha = 0,95$.



9

Πρόκειται για ανοικτό σύστημα όπου ισχύει η σχέση:

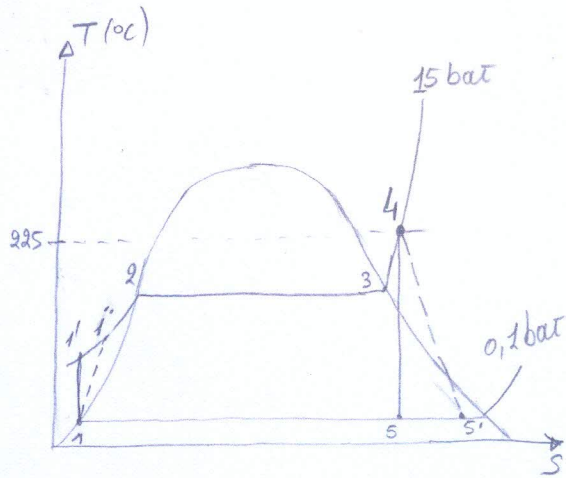
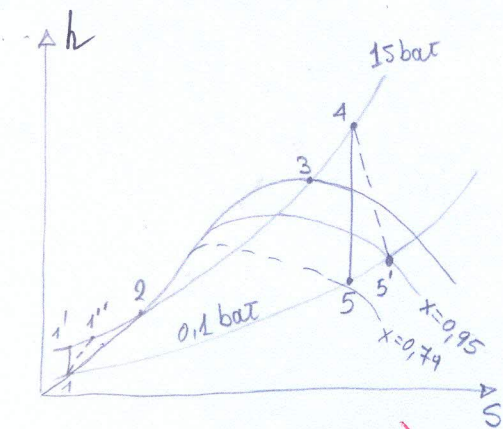
$$Q = L_t + (\Delta h_{\text{εκτ. καθαρό}}) + \left[\frac{1}{2} \times (C_{\text{εξόδου}}^2 - C_{\text{εισόδου}}^2) + g(z_{\text{εξόδου}} - z_{\text{εισόδου}}) \right]$$

$$\Rightarrow L_t = Q - (\Delta h_{\text{εκτ. καθαρό}}) - \left[\frac{1}{2} (C_{\text{εξόδου}}^2 - C_{\text{εισόδου}}^2) + g(z_{\text{εξόδου}} - z_{\text{εισόδου}}) \right]$$

Από τα δεδομένα της άσκησης και όπως φαίνεται και από το διαγράμμα (I-s) η εκτόνωση προμήλη ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ μεταβολή και ως πραγματική θεωρείται και μη αντιστρεψίμη.

Από την πραγματική/ιδανική εκτόνωση μπορεί να υπολογιστεί ο βαθμός απόδοσης του στροβίλου. Όταν δίνουμε ο βαθμός απόδοσης ως αεζίας, είτε λαμβάνεται ίσος με $0,80 \approx 985$ είτε λαμβάνεται ίσος με τον βαθμό απόδοσης του στροβίλου.

Η αληθινή της άσκησης στα δύο διαγράμματα (h-s), (T-s) είναι η παρακάτω:



$$Q = h_4 - h_{2'} \quad (\Delta h_{\text{εκτ. καθαρό}}) = h_4 - h_5'$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

$$\text{Παροχή} = C \times A = \frac{m}{\text{sec}} \times m^2 = \frac{m^3}{\text{sec}}$$

$$\dot{m} = 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{sec}} = \text{ΠΑΡΟΧΗ ΜΑΖΑΣ}$$

$$\dot{m}_m = \dot{m}_V \times \rho = \dot{m}_V \cdot \frac{1}{v}$$

ορακτική παροχή $\dot{m}_m = 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{sec}}$
ΠΑΡΟΧΗ ΜΑΖΑΣ είναι $\frac{\text{kg}}{\text{sec}}$

$$Q = (h_4 - h_{2''})$$

(3)

$$(\Delta h_{\text{ΕΚΤ.}})_{\text{ΚΑΘΑΡΟ}} = (h_4 - h_{5'}) - (h_{2''} - h_2)$$

ΣΗΜΕΙΟ 5' : από (I-s) $\cong 2465 \text{ kJ/kg}$

ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ

$$h_{5'} = h_i + r \cdot x_{5'}$$

\rightarrow από ΠΙΝΑΚΑ 5/ΣΕΛ. 301 $\Rightarrow v = 2392,9 \text{ kJ/kg}$
 \rightarrow από ΠΙΝΑΚΑ 5/ΣΕΛ. 301 $\Rightarrow h_i = 191,83 \text{ kJ/kg} = I_0$

$$h_{5'} = 191,83 + 2392,9 \cdot 0,95 = 2465,085 \text{ kJ/kg}$$

Υπολογισμός h_5 : (από h-s $\rightarrow \cong 2065 \text{ kJ/kg}$)

Αναλυτικά: $h_5 = h_i + r \cdot x_5$

$\rightarrow v = 2392,9 \text{ kJ/kg}$ (Πιν. 4/ΣΕΛ. 349, $p = 0,1 \text{ bar}$)
 $\rightarrow h_i = 191,83 \text{ kJ/kg}$ (" " ")

Υπολογισμός x_5 : από (I-s) $\Rightarrow x_5 \cong 0,791$

Αναλυτικά: $6,587 = S_4 = S_5 = S_1 + \frac{v}{T} \cdot x_5 \Rightarrow x_5 = \frac{S_4 - S_1}{\frac{v}{T}} \cdot T$

όπου: από ΠΙΝΑΚΑ 4/ΣΕΛ. 349 για $p = 0,1 \text{ bar} \Rightarrow T = 45,833 + 273 = 318,833 \text{ (K)}$

Είναι: $x_5 = \frac{6,587 - 0,6493}{2392,9} \cdot 318,833 \rightarrow x_5 = 0,791$ $S_1 = 0,6493 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

και: $h_5 = 191,83 + 2392,9 \cdot 0,791 = 2084,614 \text{ kJ/kg}$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ 1''

(2)

Εάν (ΣΕΛ. 255) $\eta_{\text{αποτελ.}} = 0,80$, είναι:

$$\eta_{\text{αποτελ.}} = \frac{h_{1''} - h_1}{h_{1''} - h_{1'}} =$$

όπου: $h_{1'} = h_1 + v_1 (P_{\text{μεγ.}} - P_{\text{ελαχ.}}) =$

ΠΙΝΑΚΑΣ 4/ΣΕΛ. 349 για $P = 0,1 \text{ bar}$

$$= 191,83 + 0,0010102 \cdot (15 - 0,1) \times 10^2 = 193,335 \text{ kJ/kg}$$

και είναι: $h_{1''} = h_1 + \frac{h_{1'} - h_1}{\eta_{\text{αποτελ.}}} = 191,83 + \frac{193,335 - 191,83}{0,80} =$

$$= 193,711 \text{ kJ/kg}$$

Οπότε: $Q = (h_4 - h_{1''}) = (2861,25 - 193,711) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 2667,539 \text{ kJ/kg}$

$(\Delta h_{\text{ΕΚΤ}})_{\text{ΚΑΘΑΡΟ}} = (h_4 - h_{5'}) - (h_{1''} - h_1) = (2861,25 - 2465,085) - (193,711 - 191,83) =$

$$= 394,284 \text{ kJ/kg}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

(5)

$$\begin{aligned} \text{παροχή} &= \text{ταχύτητα} \times (\text{επιφάνεια διατομής}) \\ &= C \times A \left(\frac{\text{m}}{\text{sec}}\right) \times \text{m}^2 = \text{m}^3/\text{sec} = \text{παροχή όγκου} \end{aligned}$$

Η παροχή δίδεται σε μονάδα μάζας: $\dot{m} = 0,5 \text{ kg/sec}$

$$\begin{aligned} \text{παροχή μάζας} &= (\text{παροχή όγκου}) \times \rho \\ &= (\text{παροχή όγκου}) \times \frac{1}{\text{ειδικός όγκος}} \end{aligned}$$

$$\text{Οπότε: ταχύτητα } C = \frac{\dot{m} \cdot v}{A}$$

$$\text{ΕΙΣΟΔΟΣ: } A_{\text{εισόδου}} = \pi \cdot \frac{d_{\text{εισόδου}}^2}{4} = \pi \cdot \frac{(0,10)^2}{4} = 0,00785 \text{ (m}^2\text{)}$$

ΣΗΜΕΙΟ 4

από ΠΙΝΑΚΑ 8/ΕΕΛ 358 για $p=1 \text{ bar}$ και $T=225^\circ\text{C} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_4 = 0,1406 + \frac{0,1483 - 0,1406}{240 - 220} \times (225 - 220) = 0,1425 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$C_{\text{εισόδου}} = \frac{0,5 \text{ kg/sec} \times 0,1425 \text{ m}^3/\text{kg}}{0,00785 \text{ (m}^2\text{)}} = 9,076 \text{ m/sec}$$

$$\text{ΕΙΣΟΔΟΣ: } v_{5'} = \sigma(1 - x_{5'}) + s \cdot x$$

ΣΗΜΕΙΟ 5'

$$\begin{aligned} &\downarrow (\text{Π.Ν. 5/ΕΕΛ. 301 για } p=0,1 \text{ bar}) = 14,67 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \\ &\downarrow (\text{Π.Ν. 4/ΕΕΛ. 349 για } p=0,1 \text{ bar}) = 0,0010102 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \end{aligned}$$

$$= 0,0010102(1 - 0,95) + 14,67 \cdot 0,95 = 13,936 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$A_{\text{εξόδου}} = \pi \cdot \frac{d_{\text{εξόδου}}^2}{4} = \pi \cdot \frac{(0,40)^2}{4} = 0,1256 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$C_{\text{εξόδου}} = \frac{0,5 \text{ kg/sec} \cdot 13,936 \text{ m}^3/\text{kg}}{0,1256 \text{ (m}^2\text{)}} = 55,478 \text{ (m/sec)}$$

6

Τελικό είναι:

$$L_t = Q - (\Delta h_{\text{EXT. ΚΑΘΑΡΟ}}) - \left[\frac{1}{2} (C_{\text{εξόδου}}^2 - C_{\text{εισόδου}}^2) + g(z_{\text{εξόδου}} - z_{\text{εισόδου}}) \right] \times 10^{-3}$$

$$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

διότι η αγωγιμή έχει μονάδα:

$$\left(\frac{\text{m}}{\text{sec}^2} + \frac{\text{m}}{\text{sec}} \cdot \text{m} \right) \times \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$= 2667,539 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 394,284 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - \left[\frac{1}{2} (55,478^2 - 9,076^2) + 9,81 \cdot (1,45 - 0,50) \right] =$$

$$= 2273,255 - [1497,717 + 9,3195] \times 10^{-3} =$$

$$= 2271,767 \text{ kJ/kg}$$

1ΣΥΣΤ

$$N = L_t \times \dot{m} = 2271,767 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \times 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{sec}} = 1135,8835 \frac{\text{kJ}}{\text{sec}} =$$

$$= 1135,8835 \text{ (kW)} \approx 1136 \text{ (kW)}$$