

Άσκηση 13η

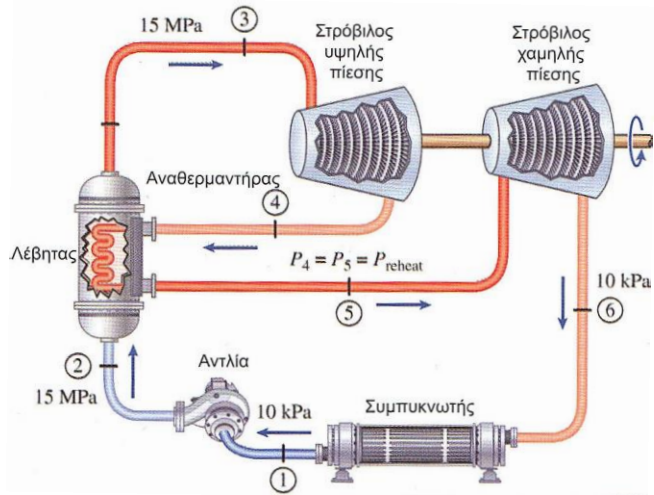
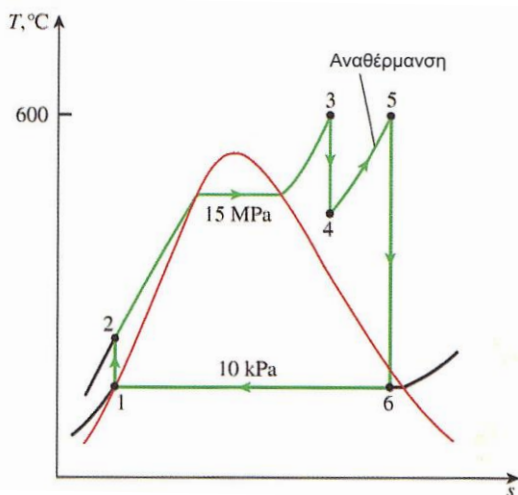
Στον ατμοηλεκτρικό σταθμό του σχήματος που λειτουργεί με ενδιάμεση αναθέρμανση, ο ατμός εισέρχεται στον στρόβιλο υψηλής πίεσης με πίεση 15 MPa και θερμοκρασία 600°C και συμπυκνώνεται υπό σταθερή πίεση 10 kPa. Η υγρασία του ατμού στην έξοδο του στροβίλου χαμηλής πίεσης δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 10,4%. Να προσδιοριστούν:

Η πίεση στην οποία πρέπει να γίνει η υπερθέρμανση.

Ο θερμοκός βαθμός απόδοσης της κυκλικής διεργασίας.

Παραδοχές

- Υφίστανται σταθεροποιημένες συνθήκες λειτουργίας
- Οι μεταβολές της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας είναι αμελητέες



Πρόκειται για κύκλο Rankine με αναθέρμανση. Επομένως, η αντλία και ο στρόβιλος λειτουργούν ισεντροπικά, δεν υπάρχουν πτώσεις πίεσης στον λέβητα και τον συμπυκνωτή και ο υδρατμός εξέρχεται από τον συμπυκνωτή και εισέρχεται στην αντλία ως κορεσμένο υγρό, στην πίεση του συμπυκνωτή

$$T_3 = T_5 = 600 \text{ } ^\circ\text{C}$$

P [kPa]	v_1 [m ³ /kg]	S_f [kJ/(kg.K)]	S_{fg} [kJ/(kg.K)]	h_f [kJ/kg]	h_{fg} [kJ/kg]
10	0,00101	0,6492	7,4996	191,81	2.392,10

(α) Η διεργασία 5 - 6 είναι ισεντροπική, και επομένως:

$$s_5 = s_6$$

Από τα δεδομένα του προβλήματος προκύπτει ότι

$$x_6 = 0,896 \text{ (κορεσμένο μίγμα)}$$

Οπότε:

$$s_6 = s_{f6} + x_6 s_{fg6} \quad s_6 = 7,3688 \text{ kJ/(kg.K)}$$

Επίσης:

$$h_6 = h_{f6} + x_6 h_{fg6} \quad h_6 = 2.335,13 \text{ kJ/kg}$$

Επομένως, στο σημείο 5 είναι:

$$T_5 = 600 \text{ } ^\circ\text{C} \quad P_5 = 4 \text{ MPa}$$

$$s_5 = s_6 = 7,3688 \text{ kJ/(kg.K)} \quad h_5 = 3.674,90 \text{ kJ/kg}$$

Επομένως, ο υδρατμός πρέπει να αναθερμανθεί σε πίεση 4,0 MPa ή μικρότερη, προκειμένου το περιεχόμενο του σε υγρασία να διατηρηθεί κάτω από 10,4%

(β) Για τον προσδιορισμό της θερμικής απόδοσης, χρειάζεται να είναι γνωστές οι ενθαλπίες σε όλες τις άλλες καταστάσεις

Κατάσταση 1: κορεσμένο υγρό

$$P_1 = 10 \text{ kPa}$$

$$h_1 = h_{f10\text{kPa}} = 191,81 \text{ kJ/kg}$$

$$v_1 = v_{f10\text{kPa}} = 0,00101 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Κατάσταση 2:

$$P_2 = 15 \text{ MPa}$$

$$s_2 = s_1$$

$$w_{\text{pump},in} = v_1 (P_2 - P_1) = 15,14 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = h_1 + w_{\text{pump},in} = 206,95 \text{ kJ/kg}$$

Κατάσταση 3: υπέρθερμος ατμός

$$P_3 = 15 \text{ MPa}$$

$$h_3 = 3.583,10 \text{ kJ/kg}$$

$$T_3 = 600 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$s_3 = 6,6796 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

Κατάσταση 4:

$$P_4 = 4 \text{ MPa}$$

$$h_4 = 3.155,00 \text{ kJ/kg}$$

$$s_4 = s_3 = 6,6796 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

$$T_4 = 375,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$q_{in} = (h_3 - h_2) + (h_5 - h_4) = 3.896,05 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{out} = h_6 - h_1 = 2.143,32 \text{ kJ/kg}$$

Ο βαθμός απόδοσης είναι:

$$\boxed{n_{th} = 1 - \frac{q_{out}}{q_{in}}}$$

$$n_{th} = 0,4499 \quad \text{ή} \quad 44,99\%$$