

Άσκηση 20η

Κορεσμένος ατμός 1 bar εισέρχεται συνεχώς με μικρή ταχύτητα σε συμπιεστή και συμπιέζεται στα 3 bar. Στη συνέχεια εισέρχεται σε ακροφύσιο, όπου εκτονώνεται στο 1 bar και στην αρχική κατάσταση κορεσμού. Τώρα έχει ταχύτητα 600 m/s. Η παροχή ατμού είναι 2,5 kg/s. Η ισχύς ψύξης για τον συμπιεστή $Q = 150$ kW και η ισχύς του συμπιεστή είναι $W_S = 600$ kW. Θεωρώντας $T_0 = 300$ K, να γίνει θερμοδυναμική ανάλυση της διεργασίας.

$T_0 =$	300 K	$u_{in} =$	0 m/s
$m =$	2,5 kg/s	$u_{out} =$	600 m/s
$Q =$	-150 kW		
$W_S =$	600 kW		

Το ιδανικό έργο της διεργασίας βρίσκεται από την εξίσωση

$$W_{ιδαν} = T_0 \Delta S - \Delta H - \frac{\Delta u^2}{2} - g\Delta z \rightarrow 0$$

Ο όρος της δυναμικής ενέργειας θεωρήθηκε μηδενικός, όμως ο όρος της κινητικής ενέργειας πρέπει να ληφθεί υπόψη
Καθώς η αρχική και τελική κατάσταση αφορούν ατμό κορεσμένο στο 1 bar και συνεπώς το ΔS και το ΔH είναι μηδέν. Έτσι είναι:

$$\dot{W}_{ιδαν} = -\frac{\Delta u^2}{2} = -450.000 \text{ W} \quad \text{ή} \quad -450 \text{ kW}$$

Οι απώλειες έργου δίνονται από την σχέση:

$$\dot{W}_{απωλ} = T_0 \Delta S - \sum Q$$

που εφαρμόζεται στον συμπιεστή και στο ακροφύσιο.

Για τον σκοπό αυτό πρέπει να προσδιοριστεί η ενδιάμεση κατάσταση του ατμού στην έξοδο του συμπιεστή ή στην είσοδο του ακροφυσίου

Το ισοζύγιο ενέργειας στον συμπιεστή είναι:

$$\dot{m} \Delta H = \dot{Q} - \dot{W}_S \Rightarrow \Delta H = 180 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{και} \quad \Delta H = H_2 - H_1 = 180 \text{ kJ/kg}$$

Από τους πίνακες ατμού, για κορεσμένο ατμό 1 bar είναι:

$$H_1 = H_3 = 2.675,4 \text{ kJ/kg}$$

$$S_1 = S_3 = 7,3598 \text{ kJ/(kg.K)}$$

$$\text{Άρα} \quad \Delta H = H_2 - H_1 = 180 \text{ kJ/kg} \Rightarrow H_2 = 2.855,4 \text{ kJ/kg}$$

Από τους Πίνακες ατμού βρίσκεται ότι ο ατμός έχει αυτή την ενθαλπία στα 3 bar και σε θερμοκρασία

195,1 °C και ότι $S_2 = 7,2903 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

Επομένως

Η απώλεια έργου στον συμπιεστή είναι:

$$\dot{W}_{\text{απωλ}} = T_0 \Delta S - \sum Q$$

$$\Rightarrow W_{\text{απωλ}}^{\text{συμπ}} = T_0 (S_2 - S_1) - \sum Q$$

$$W_{\text{απωλ}}^{\text{συμπ}} = 97,9 \text{ kJ/s ή kW}$$

Η απώλεια έργου στο ακροφύσιο είναι:

$$\dot{W}_{\text{απωλ}} = T_0 \Delta S - \sum Q$$

$$\Rightarrow W_{\text{απωλ}}^{\text{ακροφ}} = T_0 (S_2 - S_3)$$

$$W_{\text{απωλ}}^{\text{ακροφ}} = 52,1 \text{ kJ/s ή kW}$$

Καθώς η διεργασία απαιτεί έργο (στο συμπιεστή) η θερμοδυναμική ανάλυση γίνεται με βάση την εξίσωση:

$$W_S = W_{\text{ιδαν}} - \sum W_{\text{απωλ}}$$

Επομένως είναι:

	W [kW]	% W/W_S
$W_{\text{ιδαν}}$	-450	75
$(- W_{\text{απωλ}}^{\text{συμπ}})$	-97,9	16,3125
$(- W_{\text{απωλ}}^{\text{ακροφ}})$	-52,1	8,6875
W_S	-600	100