

ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΙΟΥΝΙΟΥ 2016

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ(1-4 Χ0,5ΜΟΝΑΔΑ, 5 1 ΜΟΝΑΔΑ. ΣΥΝΟΛΟ 3 ΜΟΝΑΔΕΣ)

1. Εάν η ταχύτητα της ροής είναι 990km/h και η ταχύτητα του ήχου είναι 330m/s τότε η ροή είναι
Α. Ασυμπύεστη Β. Υποηχητική Γ. Διηχητική Δ. Υπερηχητική
2. Η πίεση στην ατμόσφαιρα στα 11km είναι 22,6 kPa στα 5km η πίεση θα είναι
Α. 101,3kPa Β. 22,6kPa Γ. Περισσότερο από 22,6kPa Δ. Λιγότερο από 22,6kPa
3. Σε αγωγό διαμέτρου 1cm, περνάει νερό ιξώδους $5,57 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ με ταχύτητα 15km/h. Ο αριθμός Reynolds ισούται με
4. Σε αγωγό διαμέτρου 5in, περνάει νερό ιξώδους $5,57 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ με ταχύτητα 5m/s. Ο αριθμός Reynolds ισούται με
5. Να αναφέρετε και αιτιολογήσετε τους κυριότερους λόγους για τους οποίους οι ατμοστρόβιλοι αντικαταστάθηκαν από τις μηχανές Diesel, ως προωστήρια συστήματα εμπορικών πλοίων. Σε τι είδους πλοία παραμένουν και γιατί;

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

6 Ένας αεριοστρόβιλος που λειτουργεί με αέρα, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος 200 MW. Στην είσοδο του συμπιεστή ο αέρας έχει πίεση 95 kN/m² και θερμοκρασία 305 K. Η μέγιστη θερμοκρασία και πίεση του κύκλου είναι 1450 K και 1140 kN/m² αντίστοιχα. Ο αεριοστρόβιλος χρησιμοποιεί σαν καύσιμο Φυσικό Αέριο με θερμογόνο δύναμη 48.600 kJ/kg. Ο βαθμός απόδοσης του συμπιεστή είναι 85% και του στροβίλου 88% Θεωρώντας τη μάζα του καυσίμου αμελητέα, να γίνει επίλυση της άσκησης.

(3 ΜΟΝΑΔΕΣ)

7. Η εγκατάσταση ατμοστρόβιλου ενός πλοίου, ισχύος **30 MW**, τροφοδοτείται με υπέρθερμο ατμό πίεσεως **60 bar** και θερμοκρασίας **600 °C**. Υπάρχουν δυο απομαστεύσεις σε πιέσεις **18 bar**, **6 bar**. Μετά την πρώτη απομάστευση, ο ατμός αναθερμαίνεται στους **500 °C**. Η πίεση στο συμπυκνωτή είναι **0.04bar**. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης του στροβίλου είναι $\eta_t = 0.90$ και των αντλιών $\eta_p = 0.85$

Να γίνει επίλυση της άσκησης και να υπολογισθεί η κατανάλωση καυσίμου σε **tn/24h** , εάν $q_f = 41.000 \text{ KJ/kg}$ (**HFO**) και το κόστος καυσίμου ανά 24ωρο αν η τιμή του είναι **300 \$/tn**

(4 ΜΟΝΑΔΕΣ)

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1.Γ

2. Γ

3. 74865

4. 1140036

ΑΣΚΗΣΗ6.

Δίνονται :

$$W = 25 \text{ MW} = 25.000 \text{ kW} = 25.000 \text{ (kJ/s)}$$

$$p_1 = p_4 = 100 \text{ kN/m}^2$$

$$p_2 = p_3 = 1200 \text{ kN/m}^2$$

$$T_1 = 310 \text{ K}$$

$$T_3 = 1500 \text{ K}$$

$$\eta_t = 88\% \text{ και } \eta_c = 85\%$$

Ο λόγος πιέσεων βρίσκεται από τη σχέση $r_p = p_2 / p_1 = 12$ άρα $r_p = 12$

Υπολογίζουμε τη θερμοκρασία T_2 από τη σχέση $T_2 = T_1 \cdot r_p^{(k-1)/k} = 310 \cdot 12^{0,29} =$

$$T_2 = 310 \cdot 2,0557 = 637,27 \text{ K} \text{ άρα } T_2 = 637,3 \text{ K}$$

Υπολογίζουμε τη θερμοκρασία T_4 από τη σχέση $T_4 = T_3 \cdot (1/r_p)^{(k-1)/k} = 1500 \cdot (1/12)^{0,29}$

$$T_4 = 1500 \cdot 0,48645 = 729,67 \text{ K} \text{ άρα } T_4 = 729,7 \text{ K}$$

Από τη σχέση $\eta_c = (T_2 - T_1) / (T_2' - T_1) = (637,3 - 310) / (T_2' - 310) = 0,85$

$$327,3 / 0,85 = T_2' - 310 \text{ ή } 385 = T_2' - 310 \text{ οπότε } T_2' = 695 \text{ K}$$

Από τη σχέση $\eta_t = (T_3 - T_4') / (T_3 - T_4) = (1500 - T_4') / (1500 - 729,7) = 0,88$

$$1500 - T_4' = 0,88 \cdot 770,3 = 677,86 = 678 \text{ K} \text{ οπότε } T_4' = 822 \text{ K}$$

Το έργο που απορροφά ο συμπιεστής είναι $w_c = c_p \cdot (T_2' - T_1)$. Αντικαθιστώντας

$$\text{έχουμε } w_c = 1,0047 \cdot (695 - 310) = 1,0047 \cdot 385 = 386,8 \text{ kJ/kg}, \quad w_c = 386,8 \text{ kJ/kg}$$

Το έργο που παράγει ο στρόβιλος είναι $w_t = c_p \cdot (T_3 - T_4')$. Αντικαθιστώντας

$$\text{έχουμε } w_t = 1,0047 \cdot (1500 - 822) = 1,0047 \cdot 678 = 681,2 \text{ kJ/kg}, \quad w_t = 681,2 \text{ kJ/kg}$$

Το ωφέλιμο έργο είναι $w = w_t - w_c = 681,2 - 386,8 = 294,4 \text{ kJ/kg}, \quad w = 294,4 \text{ kJ/kg}$

Η προσδιδόμενη θερμότητα είναι $q = c_p \cdot (T_3 - T_2) = 1,0047 \cdot (1500 - 695)$ ή

$$q = 1,0047 \cdot 805 = 808,78 = 808,8 \text{ kJ/kg} \text{ άρα } q = 808,8 \text{ kJ/kg}$$

Η παροχή αέρα είναι $m = W / w = 25.000 \text{ (kJ/s)} / 294,4 \text{ kJ/kg}, \quad m = 84,92 \text{ kg/s}$

Ο βαθμός απόδοσης της μονάδας είναι $\eta_0 = w / q = 294,4 / 808,8, \quad \eta_0 = 36,4 \%$

Η ισχύς του στροβίλου είναι $W_t = m \cdot w_t = 84,92 \text{ (Kg/s)} \cdot 681,2 \text{ (kJ/kg)} = 57.847,5 \text{ kW}$

$$\text{Οπότε } W_t = 57.847,5 \text{ kW}$$

Η ισχύς του συμπιεστή είναι $W_c = m \cdot w_c = 84,92 \text{ (Kg/s)} \cdot 386,8 \text{ (kJ/kg)} = 32.847,1 \text{ kW}$

$$\text{Οπότε } W_c = 32.847,1 \text{ kW}$$

Η προσφερόμενη θερμική ισχύς είναι $Q = m \cdot q = 84,92 \text{ (Kg/s)} \cdot 808,8 \text{ (kJ/kg)}$

$$\text{Άρα } Q = 68.683,3 \text{ kW} \text{ ή } Q = 68.683,3 \text{ kW}$$

Τέλος η κατανάλωση του καυσίμου είναι $m_f = Q / (\Theta \cdot \Delta)_f = 68.683,3 \text{ (kJ/s)} / 48.600 \text{ (kJ/kg)}$

$$m_f = 1,4 \text{ kg/s} \text{ ή } m_f = 5.090 \text{ kg/h}$$

ΑΣΚΗΣΗ7.

Από το διάγραμμα **Mollier** βρίσκουμε :

$$h_2 = 3660 \text{ kJ/kg}, h_3 = 3250 \text{ kJ/kg}, h_4 = 3470 \text{ kJ/kg}, h_5 = 3125 \text{ kJ/kg}, h_6 = 2250 \text{ kJ/kg}$$

Υπολογιστικά βρίσκουμε τα $h_{3'}$, $h_{5'}$, $h_{6'}$ ως εξής:

$$\eta_t = (h_2 - h_{3'}) / (h_2 - h_3) = (3660 - h_{3'}) / (3660 - 3250) \rightarrow (3660 - h_{3'}) / 410 = 0,90 \rightarrow 3660 - h_{3'} = 369$$

$$h_{3'} = 3291 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_t = (h_4 - h_{5'}) / (h_4 - h_5) = (3470 - h_{5'}) / (3470 - 3125) \rightarrow (3470 - h_{5'}) / 345 = 0,90 \rightarrow 3470 - h_{5'} = 311$$

$$h_{5'} = 3159 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_t = (h_4 - h_{6'}) / (h_4 - h_6) = (3470 - h_{6'}) / (3470 - 2250) \rightarrow (3470 - h_{6'}) / 1220 = 0,90 \rightarrow 3470 - h_{6'} = 1098$$

$$h_{6'} = 2372 \text{ kJ/kg}$$

Από Πιν. Γ2 παραρτήματος βρίσκουμε:

$$h_7 = 121,4 \text{ kJ/kg} \quad \text{και} \quad v_7 = 0,0010040 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_9 = 670,4 \text{ kJ/kg} \quad \text{και} \quad v_9 = 0,0011009 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_{11} = 884,5 \text{ kJ/kg} \quad \text{και} \quad v_{11} = 0,0011678 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Υπολογιστικά βρίσκουμε:

$$h_8 = h_7 + v_7 * (p_8 - p_7) \rightarrow h_8 = 121,4 + 0,001004 * (6 - 0,04) * 100 = 121,4 + 0,001004 * 5,96 * 100 = 121,4 + 0,6 = 122,0$$

$$h_8 = 122,0 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{10} = h_9 + v_9 * (p_{10} - p_9) \rightarrow h_{10} = 670,4 + 0,0011009 * (18 - 6) * 100 = 670,4 + 0,0011009 * 12 * 100 = 670,4 + 1,3 = 671,7$$

$$h_{10} = 671,7 \text{ kJ/kg}$$

$$h_1 = h_{11} + v_{11} * (p_1 - p_{11}) \rightarrow h_1 = 884,5 + 0,0011678 * (60 - 18) * 100 = 884,5 + 4,9 = 889,4$$

$$h_1 = 889,4 \text{ kJ/kg}$$

Απομαστεύσεις:

$$m_1 = (h_{11}-h_{10})/(h_3-h_{10}) = (884,5-671,7)/(3291-671,7) = 212,8/2619,3 = 0,0812 \rightarrow$$

$$m_1=0,0812 \text{ \& } 1-m_1 = 0,9188$$

$$m_2=(1-m_1)*(h_9-h_8)/(h_5-h_8)=0,9188*(670,4-122,0)/(3159-122,0)=0,9188*548,4/3037=0,1659$$

$$m_2 = 0,1659 \text{ \& } 1 - m_1 - m_2 = 0,7529$$

Έργο Στροβίλου:

$$W_t = (h_2-h_{3'})+(1-m_1)*(h_4-h_{5'})+(1-m_1-m_2)*(h_5-h_{6'})=(3660-3291)+0,9188*(3470-3159)+0,7529*(3159-2372) = 369+0,9188*311+0,7529*787 = 369+285,75+592,53=1247,28 \text{ kJ/kg}$$

$$W_t = 1247,0 \text{ kJ/kg}$$

Έργο Αντλιών:

$$W_{p1}=(h_8-h_7)*(1-m_1-m_2)/\eta_p=(122,0-121,4)*0,7529/0,85=0,6*0,7529/0,85=0,5315$$

$$W_{p1} = 0,53 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{p2}=(h_{10}-h_9)*(1-m_1)/\eta_p=(671,7-670,4)*0,9188/0,85=1,3*0,9188/0,85=1,4052 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{p2} = 1,41 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{p3}=(h_1-h_{11})/\eta_p = (889,4 - 884,5)/0,85 = 4,9/0,85 = 5,7647 \text{ kJ/kg} \rightarrow$$

$$W_{p3} = 5,76 \text{ kJ/kg}$$

$$W_p = W_{p1} + W_{p2} + W_{p3} = 0,53+1,41+5,76 = 7,70 \text{ kJ/kg} \rightarrow$$

$$W_p = 7,7 \text{ kJ/kg}$$

Καθαρό Έργο:

$$W = W_t - W_p = 1247,0-7,7 = 1239,3 \text{ kJ/kg} \rightarrow$$

$$W = 1239,3 \text{ kJ/kg}$$

Έργο Λέβητα:

$$Q=(h_2-h_1)+(1-m_1)*(h_4-h_{3'})=(3660-889,4)+0,9188*(3470-3291)=2770,6+164,5=$$

2935,1 kJ/kg

$$Q = 2935,0 \text{ kJ/kg}$$

Βαθμός Απόδοσης Εγκατάστασης:

$$\eta = W/Q = 1239,3 / 2935 = 0,4222 \quad \rightarrow \quad \eta = 42.2 \%$$

Ατμοπαραγωγή:

$$\dot{m} = \dot{W} / W = 30000/1239,3 = 24,2072 \text{ kg/s} \quad \rightarrow \quad \dot{m} = 24,21 \text{ kg/s}$$

Παροχές Απομαστεύσεων:

$$\dot{m}_1 = \dot{m} * m_1 = 24,21 * 0,0812 = 1,9659 \text{ kg/s} \quad \rightarrow \quad \dot{m}_1 = 1,97 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_2 = \dot{m} * m_2 = 24,21 * 0,1659 = 4,0164 \text{ kg/s} \quad \rightarrow \quad \dot{m}_2 = 4,02 \text{ kg/s}$$

Παροχή Αναθέρμανσης:

$$\dot{m} - \dot{m}_1 = 24,21 - 1,97 = 22,24 \text{ kg/s} \quad \rightarrow \quad 22,24 \text{ kg/s}$$

Ισχύς Στροβίλου:

$$\dot{W}_t = W_t * \dot{m} = 1247 * 24,21 = 30.189,87 \text{ kW} \quad \rightarrow \quad \dot{W}_t = 30.190 \text{ kW}$$

Ισχείς Αντλιών:

$$\dot{W}_{p1} = \dot{m} * W_{p1} = 24,21 * 0,53 = 12,83 \text{ kW} \quad \rightarrow \quad \dot{W}_{p1} = 13,0 \text{ kW}$$

$$\dot{W}_{p2} = \dot{m} * W_{p2} = 24,21 * 1,41 = 34,14 \text{ kW} \quad \rightarrow \quad \dot{W}_{p2} = 34,0 \text{ kW}$$

$$\dot{W}_{p3} = \dot{m} * W_{p3} = 24,21 * 5,76 = 139,45 \text{ kW} \quad \rightarrow \quad \dot{W}_{p3} = 140,0 \text{ kW}$$

$$\text{Συνολική Ισχύς Αντλιών: } \dot{W}_p = \dot{W}_{p1} + \dot{W}_{p2} + \dot{W}_{p3} = 187,0 \text{ kW} \quad \rightarrow \quad \dot{W}_p = 187 \text{ kW}$$

$$\text{Ισχύς Λέβητα: } \dot{Q} = \dot{m} * Q = 24,21 * 2935,0 = 71.056,4 \text{ kW} \quad \rightarrow \quad \dot{Q} = 71.056 \text{ kW}$$

Κατανάλωση Καυσίμου:

$$\dot{m}_f = \dot{Q}/q_f = 71056/41000 = 1,7331 \text{ kg/s} = 6.239 \text{ kg/hr} = 149.736 \text{ kg/24h} \rightarrow \dot{m}_f = 150 \text{ tn/24hr}$$

$$\text{Ημερήσιο κόστος καυσίμου: } 150 \text{ tn/24hr} \times 300 \text{ \$/tn} \quad \rightarrow \quad 45.000 \text{ \$/24h}$$