

ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2016

1. Το εξωτερικό τοίχωμα ενός χώρου ενδιστήσεως σε ένα πλοίο έχει μήκος 12 m , ύψος 3 m και αποτελείται από χαλύβδινο έλασμα ($\lambda=59 \text{ W/mK}$) πάχους 2,5 mm. Η εξωτερική πλευρά του ελάσματος έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον το οποίο έχει θερμοκρασία -2°C ενώ η μέση θερμοκρασία του χώρου ενδιστήσεως είναι 23°C . Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας στην εξωτερική επιφάνεια του ελάσματος είναι $16 \text{ W/m}^2\text{K}$ ενώ στην εσωτερική επιφάνειά του είναι $9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Να υπολογισθεί η απώλεια θερμότητας σε W. **(2 ΜΟΝΑΔΕΣ)**

2. Σε ένα ψυγείο νερού ή λιπαντικού κύριας μηχανής πλοίου, με θαλασσινό νερό, αναφέρατε αναλυτικά και αιτιολογήσατε, με τι τρόπους γίνεται η μεταφορά θερμότητας από το ψυχόμενο μέσο στο ψύχον. Τι είδους υλικά θα χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή των επιφανειών συναλλαγής θερμότητας; **(3 ΜΟΝΑΔΕΣ)**

3. Ένας αεριοστρόβιλος που λειτουργεί με αέρα, χρησιμοποιείται για την πρόωση πλοίου container και έχει ισχύ **25 MW**. Στην είσοδο του συμπιεστή ο αέρας έχει πίεση **100 kN/m²** και θερμοκρασία **310 K**. Η μέγιστη θερμοκρασία και πίεση του κύκλου είναι **1500 K** και **1200 kN/m²** αντίστοιχα. Ο αεριοστρόβιλος χρησιμοποιεί σαν καύσιμο Marine Diesel Oil με θερμογόνο δύναμη **42.000 kJ/kg**.

Ο βαθμός απόδοσης του συμπιεστή είναι **85%** και του στροβίλου **88%** . Θεωρώντας τη μάζα του καυσίμου αμελητέα, να γίνει επίλυση της άσκησης. **(5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**

ΑΣΚΗΣΗ2.

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 $r_p = 12$

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

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

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

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

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

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

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

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

Το έργο που απορροφά ο συμπιεστής είναι $w_c = c_p \cdot (T_2' - T_1)$. Αντικαθιστώντας έχουμε $w_c = 1,0047 \cdot (695 - 310) = 1,0047 \cdot 385 = 386,8 \text{ kJ/kg}$, $w_c = 386,8 \text{ kJ/kg}$

Το έργο που παράγει ο στρόβιλος είναι $w_t = c_p \cdot (T_3 - T_4')$. Αντικαθιστώντας έχουμε $w_t = 1,0047 \cdot (1500 - 822) = 1,0047 \cdot 678 = 681,2 \text{ kJ/kg}$, $w_t = 681,2 \text{ kJ/kg}$

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

Η προσδιδόμενη θερμότητα είναι $q = c_p \cdot (T_3 - T_2) = 1,0047 \cdot (1500 - 695)$ ή $q = 1,0047 \cdot 805 = 808,78 = 808,8 \text{ kJ/kg}$ άρα $q = 808,8 \text{ kJ/kg}$

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

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

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

Οπότε $W_t = 57.847,5 \text{ kW}$

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

Οπότε $W_c = 32.847,1 \text{ kW}$

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

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

Τέλος η κατανάλωση του καυσίμου είναι $m_f = Q / (\Theta \cdot \Delta)_f = 68.683,3 \text{ (kJ/s)} / 42.000 \text{ (kJ/kg)}$

$m_f = 1,635 \text{ kg/s}$ ή $m_f = 5.886 \text{ kg/h}$ ή $m_f = 5,886 \text{ tn/h}$

ΑΣΚΗΣΗ3.

Η επιφάνεια έχει διατομή $A = 12 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 36 \text{ m}^2$

Δίνονται : $\lambda = 59 \text{ W/mK}$ $L = 2,5 \text{ mm} = 0,0025 \text{ m}$ $t_c = -2^\circ \text{C}$ $t_h = 23^\circ \text{C}$ $\alpha_c = 16 \text{ W/m}^2 \text{K}$ $\alpha_h = 9 \text{ W/m}^2 \text{K}$

Ισχύει $Q = K_o \cdot A \cdot (t_h - t_c)$ και $1/K_o = 1/\alpha_h + 1/\alpha_c + L/\lambda$, οπότε αντικαθιστώντας έχουμε:

$$1/K_o = 1/9 + 1/16 + 0,0025/59 = 0,11 + 0,0625 + 0,0000423 \text{ ή } 1/K_o = 0,1725 \text{ οπότε}$$

$$K_o = 5,797 \text{ W/m}^2 \text{K} \text{ ή } K_o = 5,8 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

Κάνοντας εφαρμογή έχουμε: $Q = 5,8 \cdot 36 \cdot 25 = 5.220 \text{ W}$.

Άρα $Q = 5.220 \text{ W}$ ή $Q = 5,22 \text{ kW}$.