

ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2017

1. Το εξωτερικό τοίχωμα ενός χώρου ενδιστήσεως σε ένα πλοίο έχει μήκος 8 m , ύψος 3 m και αποτελείται από χαλύβδινο έλασμα ($\lambda=59 \text{ W/mK}$) πάχους 8 mm, στο οποίο εσωτερικά εφάπτεται μονωτικό στρώμα αφρού πολυουρεθάνης ($\lambda=0,04 \text{ W/mK}$) πάχους 40mm . Επάνω στο στρώμα της πολυουρεθάνης στην εσωτερική πλευρά του χώρου εφάπτεται χαλύβδινο έλασμα ($\lambda=59 \text{ W/mK}$) πάχους 3 mm . Η εξωτερική επιφάνεια του τοιχώματος 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 $25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ενώ στην εσωτερική επιφάνειά του είναι $20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ζητούνται:

(i) Η απώλεια θερμότητας σε W. Και

(ii) Η απώλεια θερμότητας εάν διπλασιασθεί το πάχος τη μόνωσης. **(2,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**

2. Τι σημαίνει υπόψυκτο υγρό, υπέρθερμος ατμός, ξηρός ατμός και υγρός ατμός ; Δώστε και ένα αριθμητικό παράδειγμα. **(2,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**

3. Ένας αεριοστρόβιλος που λειτουργεί με αέρα, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος **300 MW**. Στην είσοδο του συμπιεστή ο αέρας έχει πίεση **100 kN/m²** και θερμοκρασία **308 K**. Η μέγιστη θερμοκρασία και πίεση του κύκλου είναι **1600 K** και **1400 kN/m²** αντίστοιχα. Ο αεριοστρόβιλος χρησιμοποιεί σαν καύσιμο Φυσικό Αέριο με θερμογόνο δύναμη **42.000 kJ/kg**. Ο βαθμός απόδοσης του συμπιεστή είναι **85%** και του στροβίλου **88%**, να γίνει επίλυση της άσκησης. **(5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**

ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

ΑΣΚΗΣΗ 2

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

Δίνονται :

$$\lambda = 59 \text{ W/mK}$$

$$L = 2,5 \text{ mm} = 0,0025 \text{ m}$$

$$t_c = -2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_h = 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha_c = 16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha_h = 9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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:

$$Q = 5,8 \cdot 36 \cdot 25 = 5.220 \text{ W}$$

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

ΑΣΚΗΣΗ 3.

Ο λόγος πιέσεων βρίσκεται από τη σχέση $r_p = p_2 / p_1 = 14$ άρα $r_p = 14$

Υπολογίζουμε τη θερμοκρασία T_2 από τη σχέση $T_2 = T_1 \cdot r_p^{(k-1)/k} = 310 \cdot 14^{0,29} =$

$$T_2 = 308 \cdot 2,1497 = 662,11 \text{ K} \text{ άρα}$$

$$T_2 = 662,11 \text{ K}$$

Υπολογίζουμε τη θερμοκρασία T_4 από τη σχέση $T_4 = T_3 \cdot (1/r_p)^{(k-1)/k} = 1600 \cdot (1/14)^{0,29} =$

$$T_4 = 1600 \cdot 0,4652 = 744,32 \text{ K} \text{ άρα}$$

$$T_4 = 744,32 \text{ K}$$

Από τη σχέση $\eta_c = (T_2 - T_1) / (T_2' - T_1) = (662,1 - 308) / (T_2' - 308) = 0,85$

$$354,1 / 0,85 = T_2' - 308 \text{ ή } 416,6 = T_2' - 308 \text{ οπότε}$$

$$T_2' = 724,6 \text{ K}$$

Από τη σχέση $\eta_t = (T_3 - T_4) / (T_3 - T_4') = (1600 - T_4') / (1600 - 744,32) = 0,88$

$$1600 - T_4' = 0,88 \cdot 855,7 = 753,0 \text{ K} \text{ οπότε}$$

$$T_4' = 847,0 \text{ K}$$

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

$$\text{έχουμε } w_c = 1,0047 \cdot (724,6 - 308) = 1,0047 \cdot 416,6 = 418,6 \text{ kJ/kg}, \quad w_c = 418,6 \text{ kJ/kg}$$

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

$$\text{έχουμε } w_t = 1,0047 \cdot (1600 - 847) = 1,0047 \cdot 753 = 756,54 \text{ kJ/kg}, \quad w_t = 756,5 \text{ kJ/kg}$$

Το ωφέλιμο έργο είναι $w = w_t - w_c = 756,5 - 418,6 = 337,9 \text{ kJ/kg}$,

$$w = 338,0 \text{ kJ/kg}$$

Η προσδιδόμενη θερμότητα είναι $q = c_p \cdot (T_3 - T_2') = 1,0047 \cdot (1600 - 724,6)$ ή

$$q = 1,0047 \cdot 879,5 = 883,6 \text{ kJ/kg} \text{ άρα}$$

$$q = 883,6 \text{ kJ/kg}$$

Η παροχή αέρα είναι $m = W / w = 300.000 \text{ (kJ/s)} / 338 \text{ kJ/kg}$,

$$m = 887,6 \text{ kg/s}$$

Ο βαθμός απόδοσης της μονάδας είναι $\eta_0 = w / q = 338 / 883,6$,

$$\eta_0 = 38,25 \%$$

Η ισχύς του στρόβιλου είναι $W_t = m \cdot w_t = 887,6 \text{ (Kg/s)} \cdot 756,5 \text{ (kJ/kg)} = 671.469,4 \text{ kW}$

Οπότε

$$W_t = 671,5 \text{ MW}$$

Η ισχύς του συμπιεστή είναι $W_c = m \cdot w_c = 887,6 \text{ (Kg/s)} \cdot 418,6 \text{ (kJ/kg)} = 371.549,4 \text{ kW}$

Οπότε

$$W_c = 371,5 \text{ MW}$$

Η προσφερόμενη θερμική ισχύς είναι $Q = m \cdot q = 887,6 \text{ (Kg/s)} \cdot 724,6 \text{ (kJ/kg)}$

$$\text{Άρα } Q = 643.154,96 = 643.155 \text{ kW} \text{ ή}$$

$$Q = 643 \text{ MW}$$

Τέλος η κατανάλωση του καυσίμου είναι $m_f = Q / (\Theta \cdot \Delta)_f = 643.155 \text{ (kJ/s)} / 42.000 \text{ (kJ/kg)}$

$$m_f = 15,31 \text{ kg/s} \text{ ή } m_f = 55.116 \text{ kg/h} \text{ ή } m_f = 55,116 \text{ tn/h}$$