1η Πρόοδος Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής 10 Σεπτεμβρίου 2013

ΘΕΜΑ 1 (12 μονάδες)

Άκαμπτο δοχείο 257,54 λίτρων περιέχει 5 kg ψυκτικού σε θερμοκρασία -10 oC. Στο σύστημα παρέχεται θερμότητα έως ότου η θερμοκρασία του ψυκτικού ανέλθει στους 10 oC. Να υπολογιστούν η μεταβολή της πίεσης (3 μονάδες), της ενθαλπίας (3 μονάδες) και της εσωτερικής ενέργειας (3 μονάδες) και η παρεχόμενη θερμότητα (3 μονάδες).

Λύση

Κ1. T1 = -10 oC v1 = 0,25754/5 = 0,051508 m3/kg κορεσμένο μίγμα Ρ1 = 200,74 kPa

h1f = 38,55 kJ/kg u1f = 38,40 kJ/kg v1f = 0,0007535 m3/kg

h1g = 244,51 kJ/kg u1g = 224,54 kJ/kg v1g = 0,099516 m3/kg

x = (0,51508 – 0,0007535)/(0,099516 – 0,0007535) = 0,5139

h1 = x\*h1g + (1-x)\*h1f = 144,39 kJ/kg

u1 = x\*u1g + (1-x)\*u1f = 134,06 kJ/kg

K2. T2 = 10 oC v2 = 0,051508 m3/kg P2 = 400 kPa h2 = 256,58 kJ/kg u2 = 235,97 kJ/kg

υπέρθερμος ατμός

ΔΡ = 400-200,74 = 199,26 kPa ΔH = 5\*(256,58-144,39) = 560,95 kJ ΔU = 5\*(235,97-134,06) = 509,55 kJ

Q = ΔU = 509,55 kJ

ΘΕΜΑ 2 (12 μονάδες)

Η διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου του σχήματος, περιέχει κορεσμένο νερό ποιότητας 9,96 % στους 50 oC. Η πίεση που απαιτείται για να κινηθεί το έμβολο είναι 200 kPa. Με την παροχή θερμότητας στο σύστημα, το έμβολο κινείται, έως ο όγκος αυξηθεί κατά 87,23 % (όταν το έμβολο φθάσει στις επάνω δύο εσοχές) η πίεση γίνει 300 kPa. Να υπολογιστεί το ειδικό έργο ογκομεταβολής (4 μονάδες) και η θερμότητα που πρέπει να τροφοδοτηθεί στον κύλινδρο, ανά kg περιεχόμενου νερού (8 μονάδες).

Λύση

Κ1.T1 = 50 oC v1f = 0,001012 m3/kg v1g = 12,026 m3/kg v1 = 1,19870 m3/kg

u1f = 209,33 kJ/kg u1g = 2442,7 kJ/kg u1 = 431,77 kJ/kg

K2. P2 = 200 kPa v2 = 1,19870 m3/kg υπέρθερμο h2 = 2971,2 kJ/kg u2 = 2731,4 kJ/kg

K3. P3 = 200 kPa v3 = 2,24434 m3/kg υπέρθερμο h3 = 3928,8 kJ/kg u3 = 3479,9 kJ/kg

wb = 200\*(2,24434 – 1,19870) = 209,13 kJ/kg (ή wb = ((3928,8 – 2971,2) – (3479,9 – 2731,4)) = 209,10 kJ)

K4. P3 = 300 kPa v4 = 2,24434 m3/kg υπέρθερμο

u4 = 4470,3 – (4470,3 – 4259,4)\*(2,26624 – 2,24434)/(2,26624 – 2,11226) = 4440,30 kJ/kg

q = Δu + wb = (4440,30 – 431,77) + 209,13 = 4217,66 kJ

ΘΕΜΑ 3 (10 μονάδες)

Ατμός στους 600 oC και πίεση 10 MPa εισέρχεται σε αδιαβατικό στρόβιλο με ταχύτητα 50 m/s, από είσοδο διατομής 0,2 m2 και εξέρχεται από έξοδο διατομής 1,2 m2 στα 10 kPa. Να υπολογιστεί η παροχή μάζας του ατμού (1 μονάδα), η ισχύς του στροβίλου (4 μονάδες) και η θερμική απόδοση (5 μονάδες), αν η ισεντροπική του απόδοση είναι 90 %.

Λύση

Είσοδος. v1 = 0,038378 m3/kg h1 = 3625,8 kJ/kg s1 = 6,9045 kJ/kgK

V’ = 50\*0,2 = 10 m3/s m = 10/0,038378 = 260 kg/s

Έξοδος (s). s2 = s1 s2g = 8,1488 kJ/kgK h2g = 2583,9 kJ/kg v2g = 14,670 m3/kg

s2f = 0,6492 kJ/kgK h2f = 191,81 kJ/kg v2f = 0,001010 m3/kg

x2s = (6,9045 – 0,6492)/(8,1488 – 0,6492) = 0,834

h2s = 0,834\*2583,9 + 0,166\*191,81 = 2187,0 kJ/kg

v2s = 0,834\*14,670 + 0,166\*0,001010 = 12,236 m3/kg

V2s = 12,236\*260/1,2 = 2651,13 m/s

W’s = 260\*(3625,8 – 2187,0 + (50^2)/2000 – (2651,13^2)/2000) = -539291 kW

W’ = -539291/ 0,9 = 599212 kW

n =

ΝΑ ΜΗΝ ΛΗΦΘΕΙ ΥΠΟΨΗ ΓΙΑ ΕΠΟΜΕΝΕΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΕΣ

ΘΕΜΑ 4 (12 μονάδες)

Παροχή αέρα 10 λίτρα/sec εισέρχεται σε θερμαντικό σώμα, στους αυλούς του οποίου κυκλοφορεί νερό, και θερμαίνεται (ο αέρας) από τους 17 στους 37 oC. Αν το νερό εισέρχεται στο σώμα στους 55 oC και εξέρχεται στους 45 oC, να υπολογιστεί η μεταβολή της εντροπίας του αέρα (4 μονάδες), η μεταβολή της εντροπίας του νερού (4 μονάδες) και η παραγωγή εντροπίας της διάταξης (4 μονάδες). Η διάταξη να θεωρηθεί ότι λειτουργεί σε ατμοσφαιρική πίεση 100 kPa. Δίνεται, για τα ιδανικά αέρια: Δs = so2 – so1 – Rln(P2/P1)

Λύση

Ρεύμα αέρα Είσοδος va1 = 0,287\*(17+273)/100 = 0,8323 m3/kg ma = 0,01/0,8323 = 0,012 kg/s

ha1 = 290,16 kJ/kg sa1o = 1,66802 kJ/kgK

Έξοδος ha2 = 310,24 kJ/kg sa2o = 1,73498 kJ/kgK

Qa = 0,012\*(310,24-290,16) = 0,241 kJ/s

ΔSa = 0,012\*(1,73498-1,66802) = 0,000804 kJ/sK

Ρεύμα νερού Είσοδος hw1 = 230,26 kJ/kg sw1 = 0,7680 kJ/kgK

Έξοδος hw2 = 188,44 kJ/kg sw2 = 0,6386 kJ/kgK

Qw = 0,241 kJ/s mw = 0,241/(230,26-188,44) = 0,005763 kg/s

ΔSw = 0,005763\*(0,6386-0,7680) = -0,00075 kJ/sK

ΔStotal = 0,000804-0,00075 = 0,000058 kJ/sK