1η Πρόοδος Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής 5 Δεκεμβρίου 2014

ΘΕΜΑ 1 (8 μονάδες)

Η διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου του σχήματος, περιέχει 5 kg ψυκτικού στους 20 oC και στα 400 kPa. Το σύστημα ψύχεται, έως ότου η πίεση και ο όγκος υποδιπλασιαστούν. Να υπολογιστεί η απαγωγή θερμότητας (6 μονάδες) και το καταναλισκόμενο έργο (2 μονάδες).

Λύση

Κ1. P1 = 400 kPa υπέρθερμος ατμός v1 = 0,054213 m3/kg

T1 = 20 oC h1 = 265,86 kJ/kg u1 = 244,18 kJ/kg

K2. P2 = 400 kPa κορεσμένο μίγμα x2 = (0,027107-0,0007907)/(0,051201-0,0007907) = 0,522

V2 = 0,027107 m3/kg h2 = 0,522\*255,55+(1-0,522)\*63,94 = 163,96 kJ/kg

u2 = 0,522\*235,07+(1-0,522)\*63,62 = 153,12 kJ/kg

K3. P3 = 200 kPa κορεσμένο μίγμα x3 = (0,027107-0,0007533)/(0,099867-0.0007533) = 0,266

V3 = 0,027107 m3/kg u3 = 0,266\*224,48+(1-0,266)\*38,28 = 87,81 kJ/kg

Q12 = -(265,86-163,960) = -101,90 kJ Q23 = -(153,12-87,81) = -65,31 kJ Q = -101,90-65,31 = -167,21 kJ

W = (163,96-265,86)-(153,12-244,18) = -10,84 kJ (W = 400\*(0,027107-0,054213) = -10,84 kJ

ΘΕΜΑ 2 (8 μονάδες)

Σε ιδανικό κύκλο Otto ο όγκος εμβολισμού είναι 491 cc και ο νεκρός όγκος 54,55 cc. Το μίγμα βενζίνης/αέρα 1/40 κ.β. εισέρχεται στον κύλινδρο στους 17 oC και 100 kPa. Να υπολογισθεί το καθαρό έργο και θερμική απόδοση, αν η κατώτερη θερμογόνος δύναμη της βενζίνης είναι 42 MJ/kg (4 μονάδες). Να υπολογιστεί η πραγματική ισχύς κινητήρα τεσσάρων κυλίνδρων, στις 3000 στροφές ανά λεπτό (4 μονάδες).

Λύση

r = VΚΝΣ/VΑΝΣ = (491+54,55)/54,55 = 10

Κ1: Τ1 = 290 Κ u1 = 206,91 kJ/kg vr1 = 676,1

Δ1-2 (ισεντροπική): vr1/vr2 = 10 ⬄ vr2 = 67,61

K2: vr2 = 67,61 (67,61-67,07)/(69,76-67,07)=(u2-520,23)/(512,33-520,23)⬄ u2 = 518,64 kJ/kg

Δ2-3 (προσθήκη θερμότητας) Q2-3 = (1/40)\*42\*1000 = 1050 kJ/kg

K3: u3 = Q2-3 + u2 = 1050 + 518,64 = 1568,64 kJ/kg

(1568,64-1534,9)/(1582,6-1534,9) = (vr3-3,601)/(3,295-3,601) ⬄ vr3 = 3,385

Δ3-4 (ισεντροπική): vr4/vr3 = 10 ⬄ vr4 = 33,85

K4: vr4 = 33,85 (33,85-32,18)/(34,31-32,18)=(u4-691,28)/(674,58-691,28)⬄ u4 = 678,19 kJ/kg

q2-3 = 1568,64 – 518,64 = 1050,00 kJ/kg q4-1 = 678,19 – 206,91 = 471,28 kJ/kg

wnet = q2-3 – q4-1 = 1050,00 – 471,28 = 578,72 kJ/kg

nth = wnet/qin = 578,72/1050,00 = 0,5511 ή 55,11 %

v1 = RT/P1 = 0,287\*290/100 = 0,8323 (kJ/kgK)\*K/(kJ/m3) = m3/kg

m = VΚΝΣ/v1 = ((491-54,55)/1000000)/0,8323 = 0,000524 kg

3000 rpm/ = 3000/60 = 50 rps

m' = m\*rps = 50 \* 0,000524 = 0,0262 kg/s

Μ’ = 4 \* m’ = 0,1048 kg/s

P = wnet \* M’ = 578,72 \* 0,1048 = 60,65 kW

ΘΕΜΑ 3 (8 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.

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

ΘΕΜΑ 4 (8 μονάδες)

Να υπολογιστεί η ισεντροπική απόδοση του στροβίλου, σε έναν αεριοστρόβιλο ονομαστικής ισχύος 12 MW, με λόγο συμπίεσης 20,78 και μαζικής παροχής 40 kg/sec, αν ο αέρας εισέρχεται στον συμπιεστή στους 27 oC και εξέρχεται από το θάλαμο καύσης στους 1027 oC και η ισεντροπική απόδοση του συμπιεστή 90 %. Η πίεση στην έξοδο του συμπιεστή είναι 2,078 ΜΡa και στην είσοδο του στροβίλου 2,033 MPa. Να υπολογιστεί επίσης η θερμική απόδοση του αεριοστροβίλου. Η ατμοσφαιρική πίεση να θεωρηθεί 100 kPa.

ΛΥΣΗ

Ειδικό έργο: wnet = (12.000 kJ/sec)/(40 kg/sec) = 300,00 kJ/kg

Κ 1. Τ1 = 27+273=300 Κ h1 =300,19 kJ/kg Pr1 = 1,3860 P1 = 100 kPa

K2. Pr2 = 1,3860\*(2078/100) = 28,80 h2s = 713,27 kJ/kg

wins = 713,27-300,19 = 413,08 kJ/kg

win = 413,08/0,9 = 458,98 kJ/kg

h2 = 300,19+458,98 = 759,17 kJ/kg

Κ 3. T3 = 1027+273 = 1300 K h3 = 1395,97 kJ/kg Pr3 = 330,9 P3 = 2033 kPa

Κ 4. Pr4 = 330,9\*(100/2033) = 16,28 h4 = 607,02 kJ/kg

wouts = 1395,97-607,02 = 788,95 kJ/kg

Πραγματικό έργο στροβίλου: 300 = wout-458,98 ⬄ wout = 758,98 kJ/kg

Ισεντροπική απόδοση στροβίλου: nts = 758,98/788,95 = 0,962 ή 96,2 %

qin = 1395,97-759,17 = 636,8 kJ/kg

θερμική απόδοση αεριοστροβίλου: nth = 300/636,8 = 47,1 %