1η Πρόοδος Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής 10 Ιουλίου 2015

ΘΕΜΑ 1 (10 μονάδες)

Δοχείο 10 lt, σε 400 kPa και 20 oC χωρίζεται σε δύο ίσα διαμερίσματα από κινητό έμβολο αμελητέου όγκου. Το ένα μέρος περιέχει νερό και το άλλο ψυκτικό. Να υπολογιστεί η θερμότητα που πρέπει να δοθεί στο δοχείο ώστε η θερμοκρασία του δοχείου να φθάσει στους 100 οC, η τελική πίεση και ο τελικός όγκος του κάθε διαμερίσματος.

Λύση

Κ1. Νερό

P1 = 400 kPa συμπιεσμένο υγρό v1 = 0,001002 m3/kg

T1 = 20 oC (θεωρείται κορεσμένο) h1 = 83,915 kJ/kg m1w = 0,005/0,001002 = 4,990 kg

ψυκτικό

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

T1 = 20 oC h1 = 265,86 kJ/kg m1r = 0,005/0,054213 = 0,092 kg

Κ2. Νερό

T2 = 100 oC συμπιεσμένο υγρό v2 = 0,001043 m3/kg Vw = 4,990\*0,001043 = 0,005205 m3

 (θεωρείται κορεσμένο) h2 = 419,17 kJ/kg ΔΗw = 4,990\*(419,17-83,915) = 16762,9 kJ

ψυκτικό

T2 = 100 oC v2 = (0,01-0,005205)/0,092 = 0,05212m3/kg υπέρθερμος ατμός

 h2 = 339,47-(0,05212-0,04790)\*(339,47-340,53)/(0,05805-0,04790) = 339,91 kJ/kg ΔΗr = 0,092\*(339,91-265,86) = 6,813 kJ

P2 = 600-(0,05212-0,04790)\*(600-500)/(0,05805-0,04790) = 558,4 kPa

Q = 16762,9+6,813 = 16769,7 kJ

ΘΕΜΑ 2 (10 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 (10 μονάδες)

Να υπολογιστεί η θερμική και η ισεντροπική απόδοση του στροβίλου, σε έναν ατμοστρόβιλο ονομαστικής ισχύος 1 MW, ο οποίος λειτουργεί με ψυκτικό πίεσης 1 MPa, θερμοκρασίας 150 oC και μαζικής παροχής 25 kg/sec, αν ο συμπυκνωτής του βρίσκεται σε πίεση 100 kPa και η ισεντροπική απόδοση της αντλίας είναι 90 %. Το ψυκτικό στην έξοδο του στροβίλου εξακολουθεί να είναι υπέρθερμος ατμός, στην πίεση του συμπυκνωτή.

ΛΥΣΗ

Ειδικό έργο: wnet = (1000 kJ/sec)/(25 kg/sec) = 40 kJ/kg

Κ 1. P1 = 100 kPa Κορεσμένο υγρό v1 = 0,0007259 m3/kg h1 =17,28 kJ/kg

Δ 1-2. Ιδανικό έργο wins = v1\*(P2 – P1) = 0,0007259\*(1000-100) = 0,653 kJ/kg

 Πραγματικό έργο win = 0,653/0,9 = 0,726 kJ/kg

Πραγματικό έργο στροβίλου: wout = wnet + win =40+0,726 = 40,726 kJ/kg

Κ 2. h2 = h1 + win = 17,28+0,726 = 18,006 kJ/kg

Κ 3. h3 = 388,22 kJ/kg s3 = 1,2368 kJ/kgK

Δ 2-3. qin = h3 – h2 = 388,22-18,006 = 370,21 kJ/kg

Κ 4s. s4 = s3 = 1,2368 kJ/kgK P4 = 100 kPa υπέρθερμος ατμός

 h4s = 316,26+(325,55-316,26)\*(1,2368-1,2305)/(1,2572-1,2305) = 318,45 kJ/kg

Δ 3-4. wouts = h3 – h4 = 370,21-318,45 =51,76 kJ/kg

ns,t = wout/wouts = 40,726/51,76 = 78,7 % nth = wnet/qin = 40/370,21 = 10,8 %