1η Πρόοδος Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής (πτυχιακή) 12 Φεβρουαρίου 2014

ΘΕΜΑ 1 (10 μονάδες)

Σύστημα εμβόλου-κυλίνδρου όγκου 100 lt περιέχει 10 kg ψυκτικό σε θερμοκρασία -10 oC. Στο σύστημα παρέχεται θερμότητα έως ότου η θερμοκρασία του ψυκτικού ανέλθει στους 10 oC. Να υπολογιστεί η πίεση (2 μονάδες), η μεταβολή της ενθαλπίας (2 μονάδες), η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας(2 μονάδες), η μεταβολή του όγκου (2 μονάδες) και το παραγόμενο έργο (2 μονάδες).

Λύση

Κ1. T1 = -10 oC Ρ1 = 200,74 kPa h1l = 38,55 kJ/kg u1l = 38,40 kJ/kg v1l = 0,0007535 m3/kg

h1g = 244,51 kJ/kg u1gl = 224,54 kJ/kg v1g = 0,099516 m3/kg

v1 = 0,1 m3 / 10 kg = 0,01 m3/kg x1 = (0,01-0,0007535)/(0,099516-0,0007535) = 0,093624

h1 = 0,093624\*244,51 + (1-0,093624)\*38,55 = 57,83 kJ/kg

u1 = 0,093624\*224,54 + (1-0,093624)\*38,40 = 55,83 kJ/kg kJ/kg

K2. T2 = 10oC P2 = P1 υπέρθερμος ατμός (υπάρχει πίνακας στα 200 kPa – να μην γίνουν γραμμικές

παρεμβολές)

h2 = 261,58 kJ/kg u2 = 239,27 kJ/kg v2 = 0,10955 m3/kg

ΔΗ = 10\*(261,58-57,83) = 2037,5 kJ

ΔU = 10\*(239,27-55,83) = 1834,4 kJ

ΔV = 10\*0,10955-0,1 = 0,9955 m3

Wb = 200,74\*0,9955 = 199,84 kJ (ή Wb = ΔH – ΔU = 2037,5-1834,4 = 203,1kJ/kg – απόκλιση λόγω στρογγυλοποίησης)

ΘΕΜΑ 2 (10 μονάδες)

Η διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου του σχήματος, περιέχει 5 kg αέρα στους 27 oC και στα 200 kPa. Με την παροχή θερμότητας στο σύστημα, το έμβολο κινείται, έως ότου διπλασιαστεί ο όγκος (όταν το έμβολο φθάσει στις δύο εσοχές) και διπλασιαστεί και η πίεση. Να υπολογιστεί το έργο ογκομεταβολής (3 μονάδες) και η θερμότητα που πρέπει να τροφοδοτηθεί στον κύλινδρο (7 μονάδες), θεωρώντας μεταβλητές ειδικές θερμότητες.

Λύση

Κ1.P1 = 200 kPa V1 = 5\*0,287\*300/200 = 2,1525 m3 h1 = 300,19 kJ/kg u1 = 214,07 kJ/kg

K2. P2 = 200 kPa V2 = 4,3050 m3 T2 = 4,305\*200/(m\*0,287) = 600 K

h2 = 607,02 kJ/kg u2 = 434,78 kJ/kg

Wb = 200\*(4,305 – 2,1525) = 430 kJ (ή b = 5\*((607,02 – 300,19) – (434,78 – 214,07)) = 430,6 kJ)

K3. P3 = 400 kPa V3 = 4,3050 m3 T3 = 4,305\*400/(m\*0,287) = 1200 K u3 = 933,33 kJ/kg

Q = ΔU + Wb =5\*(933,33 – 214,07) + 430,5 = 4026,8 kJ

ή Q = Q12 + Q23 = ΔΗ12 + ΔU23 = 5\*((607,02 – 300,19) + (933,33 – 434,78)) = 4026,9 kJ

ΘΕΜΑ 3 (10 μονάδες)

Αέρας στους 627 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 2 m2 στα 100 kPa (πίεση περιβάλλοντος). Να υπολογιστεί η παροχή μάζας του αέρα, η θερμοκρασία εξόδου του αέρα, η ισχύς του στροβίλου και η θερμική του απόδοση, αν η ισεντροπική απόδοση είναι 75 %. Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας να θεωρηθεί αμελητέα.

– για τα ιδανικά αέρια: ΔS = so2 – so1 – R ln(P2/P1) –

ΕΙΣΟΔΟΣ

Ειδικός όγκος στις συνθήκες εισόδου v = R\*T1/P1 = 0,287\*900/10000 = 0,02583 m3/kg

Ογκομετρική παροχή στην είσοδο V’ = 50\*0,2 = 10 m3/sec

Μαζική παροχή m’ = 10/0,02583 = 387,15 kg/sec

Ειδική ενθαλπία h1 = 932,93 kJ/kg

sο1 = 2,84856 kJ/kgK

Παραδοχή ισεντροπικού στροβίλου:

ΔS = 0 ⬄ so2 – so1 – Rln(P2/P1) = 0 ⬄ so2 = 2,84856+0,287\*ln(100/10000) = 1,52688 kJ/kgK

Τ2s = 250+(1,52688-1,51917)\*(260-250)/(1,55848-1,51917) = 251,96 K

h2s = 250,05+(1,52688-1,51917)\*(260,09-250,05)/(1,55848-1,51917) = 252,02 kJ/kg

Ισεντροπική ισχύς στροβίλου W’s = m’\*(h1 – h2s) = 387,15\*(932,93-252,02) = 263.614,3 kJ/sec

Πραγματική ισχύς στροβίλου W’ = 0,75\*263.614,3 = 197.710,7 kJ/sec

Θερμική απόδοση nth = 197.710,7/(387,15\*932,93) = 0,5474 ή 54,74 %

ΕΞΟΔΟΣ

Ειδική ενθαλπία h2 = h1 – w = 932,93-197.710,7/387,15 = 422,25 kJ/kg

Θερμοκρασία Τ2 = 420+(422,25-421,26)\*(430-420)/(431,43-421,26) = 420,97 Κ

ΘΕΜΑ 4 (10 μονάδες)

Ατμός εισέρχεται σε στρόβιλο στους 600 oC και στα 10 MPa και εξέρχεται στα 10 kPa, με ρυθμό 100 kg/min. Να υπολογιστεί η θερμική του απόδοση αν η ισεντροπική του απόδοση είναι 90 %.

Στην είσοδο του στροβίλου: h1 = 3625,8 kJ/kg, s1 = 6,9045 kJ/kgk

Αν ο στρόβιλος είναι ισεντροπικός

Στην έξοδο του στροβίλου: s2 = 6,9045 kJ/kgk

κορεσμένο μίγμα, x = (6,9045 – 0,6492)/(8,1488 – 0,6492) = 0,834

h2 = 0,834\*2583,9 + 0,166\*191,81 = 2187,0 kJ/kg

ισχύς (για ισεντροπικό στρόβιλο) W’ideal = m’\*(h1 – h2) = (100/60)\*(3625,8 – 2187,0) = 2398,0 kW

πραγματική ισχύς W’ = 0,9\*2398,0 = 2158,2 kW

θερμότητα στην είσοδο Qin’ = m’\*h1 = (100/60)\*3625,8 = 6043,0 kW

θερμική απόδοση η = W’/Qin’ = 2158,2/6043,0 = 0,357 ή 35,7 %