1η Πρόοδος Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής (επαναληπτική) 2 Ιουλίου 2013

ΘΕΜΑ 1 (10 μονάδες)

Σύστημα εμβόλου-κυλίνδρου περιέχει κορεσμένο υγρό ψυκτικό σε θερμοκρασία -10 oC. Στο σύστημα παρέχεται θερμότητα έως ότου η θερμοκρασία του ψυκτικού ανέλθει στους 0 oC. Να υπολογιστεί η πίεση (2 μονάδες), η μεταβολή της ενθαλπίας (2 μονάδες), η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας(2 μονάδες), η μεταβολή του ειδικού όγκου (2 μονάδες) και το παραγόμενο ειδικό έργο (2 μονάδες).

Λύση

Κ1. T1 = -10 oC Ρ1 = 200,74 kPa h1 = 38,55 kJ/kg u1 = 38,40 kJ/kg v1 = 0,0007535 m3/kg

K2. T2 = 0oC P2 = P1 h2 = 244,54 kJ/kg u2 = 224,55 kJ/kg v2 = 0,10481 m3/kg

Δh = 205,99 kJ/kg Δu = 186,15 kJ/kg Δv = 0,10406 m3/kg

wb = 200,74\*0,10406 = 20,89 kJ/kg (ή wb = Δh – Δu = 19,84 kJ/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)

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 (5 μονάδες)

Μία οικία έχει θερμικές απώλειες 100.000 kJ/h, όταν το εσωτερικό της διατηρείται στους 20 oC και η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι -10 oC. Είναι δυνατόν η οικία αυτή να θερμανθεί από αντλία θερμότητας ισχύος 5 kW;

Λύση

COPHPmax = Qout/(Qout – Qin) = Tout/(Tout – Tin) = (273+20)/(20 – (-10)) = 293/30 = 9,77

COPHPa = (100.000/3600)/5 = 5,56

COPHPa < COPHPmax άρα μπορεί.

ΘΕΜΑ 5 (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 %.

Λύση

Είσοδος. h1 = 3242,0 kJ/kg s1 = 6,9045 kJ/kgK

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

s2f = 0,6492 kJ/kgK h2f = 191,81 kJ/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

ws = h1 – h2s = 3242,0 – 2187,0 = 1438,8 kJ/kg

w = 0,9\*1438,8 = 1294,9 kJ/kg

n = 1294,9/3242,0 = 0,399