1η Πρόοδος Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής 30 Απριλίου 2014

ΘΕΜΑ 1 (8 μονάδες)

Διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου περιέχει 50 λίτρα αέρα στους 27 oC και πίεση 100 kPa. Το έμβολο αρχίζει να κινείται όταν η πίεση γίνει 200 kPa. Να υπολογιστεί το έργο ογκομεταβολής και η θερμότητα που πρέπει να τροφοδοτηθεί στον κύλινδρο, ώστε η θερμοκρασία του αέρα να φθάσει στους 727 oC, θεωρώντας μεταβλητές ειδικές θερμότητες

Β. ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΕΣ

Κατάσταση 1. Αρχική Κατάσταση 2. Πριν κινηθεί το έμβολο

Μάζα αέρα 0,0581 kg Πίεση 300 kPa

Θερμοκρασία 300 Κ Θερμοκρασία 600 K

Πίεση 100 kPa Εσωτερική ενέργεια 434,78 kJ/kg

Εσωτερική ενέργεια 214,07 kJ/kg Ενθαλπία 607,02 kJ/kg

Κατάσταση 3. Τελική

Πίεση 300 kPa

Θερμοκρασία 1000 K

Όγκος 0,0833 m3

Ενθαλπία 1046,04 kJ/kg

Διεργασία 1-2 Έργο ογκομεταβολής Wb12 = 0 kJ

 Θερμότητα Q12 = 0,0581\*(434,78 – 214,07) = 12,82 kJ

Διεργασία 2-3 Έργο ογκομεταβολής Wb23 = 300 \* (0,0833 – 0,05) = 10 kJ

 Θερμότητα Q12 = 0,0581\*(1046,04 – 607,02) = 25,49 kJ

Συνολικό έργο ογκομεταβολής Wb = 10 kJ

Συνολική θερμότητα Q = 18,82 + 25,47 = 38,31 kJ

ΘΕΜΑ 2 (8 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 1,2 m2 στους 127 oC και στα 100 kPa. Να υπολογιστεί η παροχή μάζας του αέρα, η ισχύς του στροβίλου η θερμική του απόδοση και η ισεντροπική του απόδοση.

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΣ

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

Ειδικός όγκος στις συνθήκες εξόδου v = R\*T2/P2 = 0,287\*400/100 = 1,148 m3/kg

Ογκομετρική παροχή στην έξοδο V’ = 387,15\*1,148 = 444,44 m3/sec

Ταχύτητα στην έξοδο υ2 = 444,44/1,2 = 370,37 m/s

Ειδική ενθαλπία στην είσοδο h1 = 932,93 kJ/kg

Ειδική ενθαλπία στην έξοδο h2 = 400,98 kJ/kg

Ισχύς στροβίλου W’ = m’\*(h1 – h2 – 1/2\*(υ22 – υ12)/1000)

 = 387,15\*(932,93 – 400,98 – 0,5\*(137174 – 2500)/1000)

 = 179.873,4 kJ/sec

Θερμότητα στην είσοδο Qin = m’\*h1 = 387,15\*932,93 = 361.180,8 kJ/sec

Θερμική απόδοση η = 179.873,4/361.180,8 = 0,4980 ή 49,8 %

ΙΣΕΝΤΡΟΠΙΚΟΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΣ (επηρεάζεται η θερμοκρασία και η ταχύτητα εξόδου, όχι όμως η πίεση εξόδου)

Στην είσοδο so1 = 2,84856

Στην έξοδο so2 = so1 + R\*ln(P2/P1) = 2,84856+0,287\*ln(100/10.000) = 1,52688

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

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

Ειδικός όγκος v2s = R\*T2/P2 = 0,287\*251,96/100 = 0,723 m3/kg

Ογκομετρική παροχή Vs’ = 387,15\*0,723 = 279,91 m3/sec

Ταχύτητα υ2s = 279,91/1,2 = 233,26 m/s

Ισχύς στροβίλου Ws’ = m’\*(h1 – h2s – 1/2\*(υ2s2 – υ12)/1000)

 = 387,15\*(932,93 – 252,02 – 0,5\*(54409 – 2500)/1000) = 253.566,0 kJ/sec

Ισεντροπική απόδοση ηs = W’/Ws’ = 179.873,4/253.566,0 = 0,709 ή 70,9 %

ΘΕΜΑ 3 (8 μονάδες)

Διάταξη εμβόλου κυλίνδρου με περιμετρική εσοχή πάνω από το έμβολο περιέχει 1 kg νερού σε πίεση 200 kPa και θερμοκρασία 30 oC. Να υπολογιστεί η θερμότητα που πρέπει να προστεθεί στο νερό ώστε το έμβολο να ανυψωθεί έως την περιμετρική εσοχή, οπότε και ο όγκος του κυλίνδρου είναι 50 lt και η πίεση φτάσει τα 500 kPa.

Κατάσταση 1 (αρχική): Τ1 = 30 οC υπόψυκτο h1 = 125,79 kJ/kg

 P1 = 200 kPa υγρό

Κατάσταση 2 (εσοχή): P2 = 200 kPa κορεσμένο v2f = 0,001061 m3/kg

 v2 = 0,05 m3/kg μίγμα v2g = 0,8857 m3/kg

 h2f = 504,70 kJ/kg

 h2g = 2706,7 kJ/kg u2f = 504,49 kJ/kg

 u2g = 2529,5 kJ/kg

x2 =(0,05 – 0,001061)/(0,8857 – 0,001061) = 0,055

h2 = 0,055\*2706,7 + 0,945\*504,70 = 626,52 kJ/kg

u2 = 0,055\*2529,5 + 0,945\*504,49 = 616,52 kJ/kg

Κατάσταση 3 (τελική): P3 = 500 kPa κορεσμένο v2f = 0,001093 m3/kg

 v3 = 0,05 m3/kg μίγμα v2g = 0,3749 m3/kg

 u2f = 639,68 kJ/kg

 u2g = 2561,2 kJ/kg

x3 =(0,05 – 0,001093)/(0,3749 – 0,001093) = 0,131

u3 = 0,055\*2529,5 + 0,945\*504,49 = 891,08 kJ/kg

Q1-2 = m\*(h2 – h1) = 1 \* (626,52 – 125,9) = 500,73 kJ

Q2-3 = m\*(u3 – u2) = 1 \* (891,08 – 616,52) = 274,56 kJ

Q = Q1-2 + Q2-3 = 775,29 kJ

ΘΕΜΑ 4 (8 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 %