Πρόοδος Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής 11 Σεπ 12

ΘΕΜΑ 1

Αέρας συμπιέζεται σε αδιαβατικό συμπιεστή από τους 300 Κ και τα 100 kPa στους 600 Κ και στα 600 kPa. Να υπολογιστεί η μεταβολή της εντροπίας και η ισεντροπική απόδοση του συμπιεστή.

Είσοδος: T1= 300 K, P1 = 100 kPa, h1 = 300,19 kJ/kg, Pr1 = 1,3860, so1 = 1,70203 kJ/kgK

Έξοδος: T2= 600 K, P2 = 600 kPa, h2= 607,02 kJ/kg, Pr2 = 16,28, so2 = 2,40902 kJ/kgK

Η μεταβολή της εντροπίας είναι:

s2 – s1 = so2 – so1 – R\*ln(P2/P1) = 2,40902 – 1,70203 – 0,287\*ln(600/100) = 0,19276 kJ/kgK

Αν η διεργασία ήταν ισεντροπική:

Pr2 = Pr1(P2/P1) = 1,3860\*(600/100) = 8,316

Οπότε:

(8,411 - 8,316)/(8,411 - 7,824) = (503,02 - h2s)/(503,02 - 492,74) ⬄ h2s = 501,36 kJ/kg

και: ηs = ws/wa = (501,36 – 300,19)/(607,02 – 300,19) = 0,655 ή 65.5 %

ΘΕΜΑ 2

Η τιμή της οικιακής ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ είναι σήμερα 56,25 €/MWh, ενώ η τιμή του πετρελαίου θέρμανσης αναμένεται να αυξηθεί από 1,00 €/λτ σε 1,5 €/λτ, τον χειμώνα που μας έρχεται. Αν ένα νοικοκυριό δαπάνησε πέρυσι 1.000 € για την αγορά πετρελαίου θέρμανσης και φέτος πρόκειται να καταργήσει το σύστημα κεντρικής θέρμανσης και να θερμανθεί με κλιματιστικό, θεωρώντας ότι οι θερμικές του ανάγκες θα είναι και εφέτος οι ίδιες, να υπολογιστεί η % οικονομία που θα επιτύχει, αν ο συντελεστής λειτουργίας του κλιματιστικού ως αντλία θερμότητας είναι 3,9 και ως ψυγείο 2,9. (Η θερμότητα που παρεχόταν στο νοικοκυριό από το σύστημα κεντρικής θέρμανσης ήταν πέρυσι 34 MJ/λτ και 1 ΜWh = 3600 MJ).

Το νοικοκυριό κατανάλωσε πέρυσι: 1000 € / 1 €/λτ = 1000 λτ πετρελαίου θέρμανσης.

Η θερμότητα που τροφοδοτήθηκε στο σπίτι σε όλη τη διάρκεια του περυσινού χειμώνα ήταν: 1000 λτ \* 34 MJ/λτ = 34.000 MJ

Θεωρώντας ότι οι θερμικές ανάγκες του σπιτιού είναι οι ίδιες με πέρυσι, προβλέπεται να καταναλώσει και φέτος 1000 λτ πετρελαίου, που όμως φέτος θα κοστίσουν 1,5 €/λτ\*1000 λτ = 1.500 €.

Αφού ο συντελεστής λειτουργίας του κλιματιστικού (κατά τη λειτουργία ως αντλία θερμότητας) είναι 3,9, η ηλεκτρική ενέργεια που θα καταναλωθεί για την παροχή 34.000 ΜJ στο σπίτι, θα είναι:

COPhp = Qin/W ⬄ W = Qin/COPhp = 34.000/3,9 = 8718 ΜJ = 2,42 MWh

Οπότε το ετήσιο κόστος θέρμανσης αντί για 1.500 €, όπως αναμένεται για φέτος αν χρησιμοποιηθεί το σύστημα κεντρικής θέρμανσης, θα είναι μόνο 2,42 MWh\*56,25€/MWh = 136 € και η % οικονομία που θα πετύχει θα είναι:

100\*(1500-136)/1500 = 90,9 %

ΘΕΜΑ 3

Υδρατμός με μαζική παροχή 36 tn/h εισέρχεται σε στρόβιλο στα 15 MPa και 600 oC και εξέρχεται 10 kPa. Να υπολογιστεί η ποιότητα του ατμού στην έξοδο και η παραγόμενη ισχύς αν η ισεντροπική απόδοση του στροβίλου είναι 90 %.

Είσοδος: h1 = 3582,3 kJ/kg, s1 = 6,6776 kJ/kgK

Έξοος: s2 = 6,6776, sf2 = 0,6493 kJ/kgK, sg2 = 8,1502 kJ/kgK

 hf2 = 191,83 kJ/kg, hg2 = 2584,7 kJ/kg

xs = (6,6776 – 0,6493)/(8,1502 – 0,6493) = 0,80

h2s = 0,80\*2584,7 + 0,2\*191,83 = 2106,126 kJ/kg

ws = h1 – h2s = 3582,3 – 2106,126 = 1476,174 kJ/kg

w = ns \* ws = 0,9 \* 1476,174 = 1328,557 kJ/kg

h2 = h1 – w = 3582,3 – 1328,557 = 2253,743 kJ/kg

x = (2253,743 – 191,83)/(2584,7 – 191,83) = 0,86

P = w \* m’ = 1328,557 \* 36 \*(1000/3600) = 13285,57 kJ/s = 13,286 MW

ΘΕΜΑ 4

Διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου με περιμετρική εσοχή κάτω από το έμβολο περιέχει 1 kg νερού στους 30 oC. Ο όγκος του κυλίνδρου όταν το έμβολο βρίσκεται στις δύο εσοχές είναι 5 lt. Το έμβολο αρχίζει να ανυψώνεται όταν η πίεση γίνει 200 kPa. Να υπολογιστεί η θερμότητα που πρέπει να προστεθεί στο νερό και το έργο που παράγεται ώστε το έμβολο να ανυψωθεί έως ότου διπλασιαστεί ο όγκος του κυλίνδρου.

Κατάσταση 1 (αρχική): Τ1 = 20 οC κορεσμένο u1g = 2416,6 kJ/kg

 P1 = 4,246 kPa μίγμα u1f = 125,78 kJ/kg

 v1 = 0,005 m3 v1g = 32,89 m3/kg

 v1f = 0,001004 m3/kg

Κατάσταση 2 (τη στιγμή που πρόκειται να ανυψωθεί το έμβολο):

P2 = 200 kPa κορεσμένο v2f = 0,001061 m3/kg

 Τ1 = 120,23 οC μίγμα v2g = 0,8857 m3/kg

v2 = 0,005 m3/kg h2f = 504,70 kJ/kg

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

 u2g = 2529,5 kJ/kg

Κατάσταση 3 (όταν ο όγκος έχει διπλασιαστεί):

P3 = 200 kPa κορεσμένο v3f = 0,001061 m3/kg

 Τ1 = 120,23 οC μίγμα v3g = 0,8857 m3/kg

V3 = 0,01 m3/kg h3f = 504,70 kJ/kg

 h3g = 2706,7 kJ/kg u3f = 504,49 kJ/kg

 u3g = 2529,5 kJ/kg

Στην κατάσταση 1

x1 =(0,005 – 0,001004)/(32,89 – 0,001004) = 0,000121

u1 = 0,000121\*2416,6 + 0,999879\*125,78 = 126,06 kJ/kg

Στην κατάσταση 2

x2 =(0,005 – 0,001061)/(0,8857 – 0,001061) = 0,004453

u2 = 0,004453\*2529,5 + 0,995547\*504,49 = 513,51 kJ/kg

h2 = 0,004453\*2706,7 + 0,995547\*504,7 = 514,50 kJ/kg

Στην κατάσταση 3

x3 =(0,01 – 0,001061)/(0,8857 – 0,001061) = 0,010105

(u3 = 0,010105\*2529,5 + 0,989895\*504,49 = 524,95 kJ/kg)

h3 = 0,010105\*2706,7 + 0,989895\*504,70 = 526,95 kJ/kg

Οπότε: Q1-2 = m\*(u2 – u1) = 1 \* (513,51 – 126,06) = 387,45 kJ

Q2-3 = m\*(h3 – h2) = 1 \* (526,95 – 514,50) = 12,45 kJ και

Qtotal = 387,45 + 12,45 = 399,90 kJ

Έργο παράγεται μόνο κατά την μετάβαση 2 – 3 και το έργο αυτό είναι:

W2-3 = P2\*(V3 – V2) = 200\*(0,01 – 0,005) = 1 kJ (=ΔΗ2-3 – ΔU2-3 = 12,45 – 11,45)