|  |
| --- |
| ΔΠΘ Εφαρμοσμένη θερμοδυναμική  Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος 20 Ιουνίου 2012 |
| ΘΕΜΑ 1Ο (3 μονάδες) |
| Σε συνδυασμένο κύκλο αέριο-ατμο-στροβίλου ισχύος 100 MW, με λόγο πιέσεων του πρώτου 20, ο αέρας εισέρχεται στο συμπιεστή στους 300 Κ και εξέρχεται από το θάλαμο καύσης στους 1400 Κ. Μετά τον αεριο-στρόβιλο, τα αέρια θερμαίνουν τον ατμό του δεύτερου κύκλου στους 500 oC και 10 ΜΡα και εγκαταλείπουν τον εναλλάκτη στους 450 Κ. Αν η πίεση στον συμπυκνωτή είναι 10 kPa και οι αδιαβατικές αποδόσεις της αντλίας, του συμπιεστή και των δύο στροβίλων είναι 90 %, να υπολογιστούν οι μαζικές παροχές αέρα και ατμού και η θερμική απόδοση του συνδυασμένου κύκλου.  Αεριοστρόβιλος  Κ. 1: h1 = 300,19 kJ/kg αέρα, Pr1 = 1,386  Κ. 2: Pr2 = Pr1\*(P2/P1) = 1,386\*20 = 27,72  h2s = 702,52 + (713,27–702,52)\*(27,72–27,29)/(28,80–27,29) = 705,58 kJ/kg αέρα  win,s = h2s – h1 = 705,58 – 300,19 = 405,39 kJ/kg αέρα  win = win,s/0,9 = 450,43 kJ/kg αέρα  h2 = h1 + win = 300,19 + 450,43 = 750,62 kJ/kg αέρα  Κ. 3: h3 = 1515,42 kJ/kg αέρα, Pr3 = 450,5  Κ. 4: Pr4 = Pr3\*(P4/P3) = 450,5/20 = 22,53  h4s = 659,84 + (670,47–659,84)\*(22,53–21,86)/(23,13–21,86) = 665,41 kJ/kg αέρα  wout,s = h3–h4s = 1515,42–665,41 = 850,01 kJ/kg αέρα  wout = 0,9\*850,01 = 765,01 kJ/kg αέρα  h4 = h3 – wout = 1515,42 – 765,01 = 750,41 kJ/kg αέρα  Κ. 5 (μετά τον εναλλάκτη): h5 = 451,80 kJ/kg αέρα  wnet,gt = wout – win = 765,01 – 450,43 = 314,58 kJ/kg αέρα  qin = h3 – h2 = 1515,42 – 750,62 = 764,80 kJ/kg αέρα  qst = h4 – h5 = 750,41 – 451,80 = 298,61 kJ/kg αέρα (θερμότητα που παρέχεται στον 2ο κύκλο)  Ατμοστρόβιλος  Κ. 1: h1 = 191,83 kJ/kg ατμού, v1 = 0,001010 m3/kg ατμού  win,s = v1\*(P2 – P1) = 0,001010\*(10000 – 10) = 10,09 kJ/kg ατμού  win = win,s/0,9 = 11,21 kJ/kg ατμού  Κ. 2: h2 = h1 + win = 191,83 + 11,21 = 203,04 kJ/kg ατμού  Κ. 3: h3 = 3373,70 kJ/kg ατμού, s3 = 6,5966 kJ/kg ατμού Κ  qst = 298,61 kJ/kg αέρα = h3 – h2 = 3373,7 – 203,04 = 3170,66 kJ/kg ατμού  λ = 298,61/3170,66 = 0,094 kg ατμού / kg αέρα  Κ. 4: s3 = s4 = x4\*s4g + (1 – x4)\*s4f ⬄x4 = (s4 – s4f)/(s4g – s4f) =  = (6,5966 - 0,6493)/(8,1502 – 0,6493) = 0,79  h4s = 0,79\*2584,70 + 0,21\*191,83 = 2082,20 kJ/kg ατμού  wout,s = h3–h4s = 3373,70–2082,20 = 1291,50 kJ/kg ατμού  wout = 0,9\*1291,50 = 1162,35 kJ/kg ατμού  wnet,st = 1162,35 – 11,21 = 1151,14 kJ/kg ατμού ή 1151,14 \* 0,094 = 108,21 kJ/kg αέρα  Συνδυασμένος κύκλος  wnet,cc = wnet,gt + wnet,st = 314,58 + 108,21 = 422,79 kJ/kg αέρα  ηth = wnet,cc/qin = 422,79/764,80 = 0,55 ή 55 %  Wgt = 100\*(314,58/422,79) = 74,41 MW mg = 74410/314,58 = 236,5 kg αέρα / sec  Wst = 100\*(108,21/422,79) = 25,59 MW ms = 25590/1151,14 = 22,23 kg αέρα / sec |
| ΘΕΜΑ 2Ο (3 μονάδες) |
| Κινητήρας Diesel με λόγο συμπίεσης 19,87 και λόγο αποκοπής 2 παρέχει το έργο που παράγει σε κεντρική εγκατάσταση κλιματισμού κτιρίου. Η πίεση και η θερμοκρασία του αέρα που εισέρχεται στον κινητήρα είναι 90 kPa και 310 Κ. Στο σύστημα κλιματισμού (που λειτουργεί με ψυκτικό 134α) τόσο κατά τη λειτουργία του ως ψυγείο όσο και ως αντλία θερμότητας, το ψυκτικό εισέρχεται στο συμπιεστή στα 140 kPa και στους -10 oC, εξέρχεται από το συμπιεστή στa 0,8 ΜΡα και στους 50 oC, εξέρχεται από το συμπυκνωτή με 0,7 ΜΡa και στους 26 oC και στραγγαλίζεται στα 150 kPa. Αν οι ετήσιες απώλειες θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου είναι 150 και 100 ΤJ, αντίστοιχα, να υπολογιστούν 1) η θερμική απόδοση του κύκλου με βάση τους Πίνακες ιδανικού |
| Αέρα, 2) οι συντελεστές λειτουργίας της εγκατάστασης κλιματισμού όταν αυτή λειτουργεί σαν ψυγείο και όταν αυτή λειτουργεί σαν αντλία θερμότητας, 3) το έργο που απαιτείται ετησίως για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου σε θέρμανση/ψύξη και 4) η θερμική απόδοση του συνδυασμένου συστήματος κινητήρα/κλιματιστικού, όταν αυτό λειτουργεί σαν ψυγείο και όταν αυτό λειτουργεί σαν αντλία θερμότητας.  Κινητήρας  Κατάσταση 1: u1 = 221,25 kJ/kg, v1r = 572,3  Κατάσταση 2: vr2 = vr1\*(V2/V1) = 621,2/19,87 = 28,80, Τ2 = 700 K, h2 = 713,27 kJ/kg  Κατάσταση 3: P3 = P2, T3 = T2\*(V3/V2) = 700\*2 = 1400 K, h3 = 1515,42 kJ/kg, vr3 = 8,919  Κατάσταση 4: vr4 = vr3\*(V4/V3) = 8,919\*9,935 = 88,61  u4 = 465,5 + (88,61–88,99)\*(473,25-465,50)/(85,34-88,99) = 466,31 kJ/kg  qin = h3 – h2 = 1515,42 – 713,27 = 802,15 kJ/kg  qout = u4 – u1 = 466,31 – 221,25 = 245,06 kJ/kg  Κλιματιστικό  Κ1: h1 = 243,40 kJ/kg, Κ2: h2 = 284,39 kJ/kg, Κ3: h3 = 87,85 kJ/kg, Κ4: h4 = h3  qL = h1 – h4 = 243,40 – 87,85 = 155,55 kJ/kg, qH = h2 – h3 = 284,39 – 87,85 = 196,54 kJ/kg  1) ηth = 1 – qout/qin = 1 – 245,06/802,15 = 0,69  2) COPR = qL/(qH – qL) = 155,55/(196,54 – 155,55) = 3,79  COPHP = qH/(qH – qL) = 196,54/(196,54 – 155,55) = 4,79  3) W = QL/3,79 + QH/4,79 = 100/3,79 + 150/4,79 = 57,64 TJ  4) Ψυγείο: nth,c =0,69\*3,79 =2,62 ή 262 %, Αντλία θερμότητας: nth,c = 0,69\*4,79 = 3,31 ή 331 % |
| ΘΕΜΑ 3Ο (2 μονάδες) |
| Αέρας συμπιέζεται αντιστρεπτά και αδιαβατικά από τα 100 kPa και τους 27 oC, στα 500 kPa. Να υπολογιστεί το έργο που δαπανάται α) με την παραδοχή των σταθερών (στους 300 Κ) και β) με τους Πίνακες αέρα.  Σταθερές ειδικές θερμότητες: Cp = 1,005, Cv = 0,718, k = 1,400  Τ2 = Τ1\*(P2/P1)(k-1)/k = (273 +27)\*50,4/1,4 = 475 K  win = Cv\*(T2 – T1) = 0,718\*(475 – 300) = 125,6 kJ/kg  Μεταβλητές ειδικές θερμότητες  Κατάσταση 1: u1 = 214,07 kJ/kg, Pr1 = 1,3860  Κατάσταση 2: Pr2 = Pr1\*(P2/P1) = 1,3860\*5 = 6,9300  u2 = 337,32 + (344,70 – 337,32)\*(6,930 – 6,742)/(7,268 – 6,742) = 339,96  win = u2 – u1 = 339,96 – 214,07 = 125,9 kJ/kg |
| ΘΕΜΑ 4Ο (2 μονάδες) |
| Σύστημα εμβόλου-κιλύνδρου περιέχει αρχικά 1 kg κορεσμένου μίγματος ατμών/υγρού R134a ποιότητας 0,25, υπό πίεση 200 kPa. Στο σύστημα προστίθεται θερμότητα έως ότου αυτό εξατμιστεί πλήρως, υπό σταθερή πίεση. Να υπολογιστούν 1) ο αρχικός και ο τελικός όγκος του συστήματος, 2) το παραγόμενο έργο και 3) η θερμότητα που παρέχεται στο σύστημα.  P1 = 200 kPa, x1 = 0,25, v1f= 0,0007532 m3/kg, v1g = 0,0993 m3/kg  u1f = 36,69 kJ/kg, u1g = 221,43 kJ/kg  v1 = 0,75\*0,0007532 + 0,25\*0,0993 = 0,02541 m3/kg  u1 = 0,75\*36,69 + 0,25\*221,43 = 82,875 m3/kg  V1 = m\*v1 = 1\*0,02541 = 0,02541 m3  V2 = m\*v2 = 1\*0,0993 = 0,0993 m3  Wb = P\*(V2 – V1) = 200\*(0,0993 – 0,02541) = 14,78 kJ  Qin – Wb = ΔU ⬄ Qin = m\*(u2 – u1) + Wb = 1\*(221,43 – 82,875) + 14,78 = 153,34 kJ |