|  |
| --- |
| ΔΠΘ Εφαρμοσμένη θερμοδυναμική  Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος 11 Σεπτεμβρίου 2012 |
| ΘΕΜΑ 1Ο (4 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 (0,5)  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 (0,5)  Κ. 5 (μετά τον εναλλάκτη): h5 = 451,80 kJ/kg αέρα  wnet,gt = wout – win = 765,01 – 450,43 = 314,58 kJ/kg αέρα (0,5)  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) (0,5)  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 (0,5)  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 (0,5)  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 % (0,5)  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 (0,5) |
| ΘΕΜΑ 2Ο (3 μονάδες) |
| 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. Στο κλιματιστικό, που λειτουργεί με ψυκτικό 134α, 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. (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 €.  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  COPHP = qH/(qH – qL) = 196,54/(196,54 – 155,55) = 4,79  Αφού ο συντελεστής λειτουργίας του κλιματιστικού (κατά τη λειτουργία ως αντλία θερμότητας) είναι 4,79, η ηλεκτρική ενέργεια που θα καταναλωθεί για την παροχή 34.000 ΜJ στο σπίτι, θα είναι:  COPhp = Qin/W ⬄ W = Qin/COPhp = 34.000/4,79 = 7098 ΜJ = 1,97 MWh  Οπότε το ετήσιο κόστος θέρμανσης αντί για 1.500 €, όπως αναμένεται για φέτος αν χρησιμοποιηθεί το σύστημα κεντρικής θέρμανσης, θα είναι μόνο 1,97 MWh\*56,25€/MWh = 111 € και η % οικονομία που θα πετύχει θα είναι:  100\*(1500-111)/1500 = 92,6 % |
| ΘΕΜΑ 3Ο (3 μονάδες) |
| Σε κινητήρα Diesel με λόγο συμπίεσης 18 και λόγο αποκοπής 2, η πίεση και η θερμοκρασία του αέρα στην αρχή της διεργασίας συμπίεσης είναι 100 kPa και 300 Κ. Να υπολογιστεί η θερμική απόδοση του κύκλου.  Κατάσταση 1: u1 = 214,07 kJ/kg, v1r = 621,2  Κατάσταση 2: vr2 = vr1\*(V2/V1) = 621,2/18 = 34,51  T2 = 900 - (34,31–34,51)\*(900-880)/(34,31-36,61) = 898 K  h2 = 932,93 - (34,31–34,51)\*(932,93-910,56)/(34,31-36,61) = 930,98 kJ/kg  Κατάσταση 3: P3 = P2, T3 = T2\*(V3/V2) = 898\*2 = 1796 K  h3 = 2003,3 - (2003,3–1941,6)\*(1800-1796)/(1800–1750) = 1998,4 kJ/kg  vr3 = 3,994 - (3,994–4,328)\*(1800-1796)/(1800–1750) = 4,021  Κατάσταση 4: vr4 = vr3\*(V4/V3) = 4,021\*9 = 36,19  u4 = 657,95 - (657,95–674,58)\*(36,61-36,19)/(36,61-34,31) = 660,99 kJ/kg  qin = h3 – h2 = 1998,4 – 930,98 = 1067,4 kJ/kg  qout = u4 – u1 = 660,99 – 214,07 = 446,92 kJ/kg  ηth = 1 – qout/qin = 1 – 446,92/1067,4 = 0,58 ή 58 % |