ΘΕΜΑ 1Ο (8 μονάδες)

Στις 2 Μαΐου, ένα πλαίσιο τοποθετημένο στην Ξάνθη (φ = 41,13ο) δέχεται τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία όταν είναι τοποθετημένο με κλίση:

1. με κλίση 10 μοιρών 2. με κλίση 11 μοιρών

3. με κλίση 12 μοιρών 4. με κλίση 13 μοιρών

(να δειχθούν οι υπο0λογισμοί – δίνονται κλίμακα μάζας αέρα 2,82 και δείκτης αιθριότητας 0,474).

ν = 122 ΙΟΑVE = 1.373 W/m2 Ιον = ΙOAVE (1 + 0,0333 x συν (360v/365)) = 1349,91 W/m2

δν = 23,45 . ημ(360\*(284+ν)/365) = 15,21ο ωΔ = τοξσυν (-εφφ.εφδν) = 103,74ο

 = 10,50 kWh/d/m2

ΗΗ = Ι = 1,1 \* ΗΟΜ \* 0,7(0,678ΑΜν15) = kWh /m2

ΗΔ/ΗΗ = 1,727 Κ2 – 2,965 Κ + 1,446 = 0,429

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Κλίση πλαισίου** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| ωΔκ = min{ωΔ, τοξσυν [– εφ(φ – β) ⋅ εφδ]} = | 99,45 | 99,08 | 98,71 | 98,36 |
|  | 1,031 | 1,033 | 1,034 | 1,035 |
|  | 0,992 | 0,991 | 0,989 | 0,987 |
|  | 0,008 | 0,009 | 0,011 | 0,013 |
|  | 1,0147 | 1,0150 | 1,0150 | 1,0148 |
| ΗΗκ = RΗ x ΗΗ ( kWh/m2) | 5,928 | 5,929 | 5,930 | 5,929 |

ΘΕΜΑ 2Ο (8 μονάδες)

Η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης (θερμογόνος δύναμη 36 ΜJ/lt) μίας κωμόπολης, το διάστημα 1 Οκτωβρίου έως 15 Μαΐου, ανέρχεται σε 5.000.000 lt. Αν οι θερμικές ανάγκες της πόλης πρόκειται να καλυφθούν από γεωθερμικό ταμιευτήρα 250 oC και πίεσης 10 MPa, μέσω μονάδας συμπαραγωγής με στρόβιλο που λειτουργεί στα 2 MPa (πίεση κεφαλής της γεώτρησης και του διαχωριστή), με ισεντροπική απόδοση 90 % και συμπυκνωτή που λειτουργεί στα 10 kPa (η θερμότητα που απορρίπτεται στον συμπυκνωτή είναι πολύ χαμηλής θερμοκρασίας και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση), να υπολογιστεί η απαιτούμενη θερμική ισχύς, η θερμοκρασία και η κατάσταση του γεωθερμικού ρευστού στον διαχωριστή, η ακτίνα της γεώτρησης και η ετήσια ηλεκτροπαραγωγή.

**ΛΥΣΗ**

Θερμικές ανάγκες της πόλης: 5.000.000\*36/((31+30+31+31+28+31+30+15)\*24\*3600) = 9,18 MW

Ταμιευτήρας: Pt = 10 MPa Tt = 250 oC ut = 1080,7 kJ/kg

Κεφαλή Ph = 2 MPa Th = 212,38 uh = 1080,7 kJ/kg

Διαχωριστής x = (1080,7-906,12)/(2599,1-906,12) = 10,31 %

hh = 0,1031\*2798,3 + (1-0,1031)\*908,47 = 1103,3

Μαζική παροχή γεώτρησης; (9,18\*1000/908,47)/(1-0,1031) = 11,26 kg/sec

Μαζική ροή γεώτρησης: (765000\*(100 – 20)^(-0,18))/1103,3 = 315,06 kg/m2/sec

Ακτίνα γεώτρησης: ((11,26/315,06)/π)^0,5 = 0,107 m

Ατμοστρόβιλος

Μαζική παροχή: 11,26\*0,1031 = 1,16 kg/sec

Είσοδος: h1 = 2798,3 kJ/kg s1 = 6,339 kJ/kgK

Έξοδος: s2ideal = 6,339 kJ/kgK P2 = 10 kPa

s2l = 0,6492 kJ/kgk s2g = 8,1488 kJ/kgK

x = (6,339 – 0,6492)/(8,1488 – 0,6492) = 0,759

h2l = 191,81 kJ/kg h2g = 2583,9 kJ/kg

h2ideal = 0,759\*2583,9 + (1-0,759)\*191,81 = 2006,6 kJ/kg

Ιδανικό έργο: wideal = 2798,3 – 2006,6 = 791,7 kJ/kg

Πραγματικό έργο: w = 0,9\*791,7 = 712,5 kJ/kg

Ηλεκτρική ισχύς: W’ = 712,5\*1,16 = 827,6 kW

Ετήσια ηλεκτροπαραγωγή: Ε = 827,6\*365\*24/1000 = 7.249,6 ΜWh

ΘΕΜΑ 3Ο (8 μονάδες)

**Ερώτηση 1.** Οικία δαπάνησε τον χειμώνα 3000 € για τη θέρμανση της από καυστήρα (απόδοση 85 %) πετρελαίου (ΚΘΔ 36 ΜJ/lt, τιμή 1,4 €/lt). Η αντίστοιχη δαπάνη αν είχε χρησιμοποιήσει αντλία θερμότητας με συντελεστή λειτουργίας 4,5 (τιμή ηλεκτρικής ενέργειας 170 €/MWh και 1 MWh = 3600 MJ) είναι:

Α. 809 € Β. 667 €

Γ. 688 €  **Δ. 773 €**

Κατανάλωση πετρελαίου: 3000/1,4 = 2142,86 lt

Θερμικό περιεχόμενο πετρελαίου: 2142,86 \* 36 = 77.142,86 MJ

Ωφέλιμη θερμότητα: 0,85 \* 77.142,86 = 65.571,43 MJ 65.571,43/3600 = 18,21 MWh

Ηλεκτρική κατανάλωση: 18,21/4 = 4,55 ΜWh Δαπάνη: 4,55 \* 170 = 773,93 €

**Ερώτηση 3.** Σε γεωθερμική αντλία θερμότητας οι ενθαλπίες στην είσοδο και την έξοδο του συμπυκνωτή είναι 285 και 95 kJ/kg, αντίστοιχα, ενώ η ενθαλπία στην έξοδο του εξατμιστή 250 kJ/kg. Ο συντελεστής λειτουργίας της αντλίας είναι:

COPhp = (285 – 95)/(285 – 250) = 5,4

Α. 5,4 ΣΩΣΤΗΒ. 3,0

Γ. 8,14 Δ. 8,14 kJ/kg

**Ερώτηση 4.** Γεωθερμική αντλία θερμότητας χρησιμοποιείται για τη θέρμανση οικίας στους 20 oC, όταν το έδαφος έχει θερμοκρασία 10 oC. Οι θερμοκρασίες του ψυκτικού πριν (1) και μετά (2) τον συμπυκνωτή και πριν (3) και μετά τον εξατμιστή (4), αναμένεται να είναι:

Α. 1: 0 oC, 2: 0 oC, 3: 30 oC, 4: 30 oC Β. 1: > 30 oC, 2: 30 oC, 3: 10 oC, 4: 10 oC

**Γ. > 30 oC, 2: 30 oC, 3: 0 oC, 4: 0 oC** Δ. < 10 oC, 2: 10 oC, 3: 20 oC, 4: 20 oC

**Ερώτηση 5.** Συμβατική αντλία θερμότητας παρέχει θερμότητα 20 kJ/kg και έχει συντελεστή λειτουργίας 4,0, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι 10 oC. Θεωρώντας ότι οι θερμοκρασίες του ψυκτικού πριν και μετά τον συμπυκνωτή δεν μεταβάλλονται, όταν η εξωτερική θερμοκρασία πέσει στους -10 oC, ο συντελεστής λειτουργίας γίνεται (ενθαλπίες ψυκτικού: 20 oC → 262 kJ/kg, 10 oC → 256 kJ/kg, 0 oC → 250 kJ/kg, -10 oC → 245 kJ/kg, -20 oC → 238 kJ/kg):

4 = 20/(h1 – 250) ⬄ h1 = 255 COP = 20/(255 – 238) = 1,2

Α. 4,0 Β. 2,0

**Γ. 1,2** Δ. 2,0 kJ/kg

ΘΕΜΑ 4Ο (8 μονάδες)

Σε ΥΣ Francis με ακτίνες εισόδου και εξόδου 1 και 0,5 m, αντίστοιχα και διατομές εισόδου και εξόδου 0,55 και 2 m, εισέρχεται νερό με ταχύτητα 40 m/s υπό γωνία 30ο. Να υπολογιστεί η παραγόμενη ισχύς αν οι κλίσεις των πτερυγίων ως προς την εφαπτομενική διεύθυνση είναι 60ο στην είσοδο και 45ο στην έξοδο. Πως μεταβάλλεται η ισχύς αυτή αν θεωρηθεί η παραδοχή της μηδενικής συστροφής στην έξοδο.

**ΛΥΣΗ**

Cr1 = 40\*sin30 = 20,00 m/s Q = 20,00\*2\*π\*1\*0,55 = 69,11 m3/s Cu1 = 40\*cos30 = 34,64 m/s

Wu1 = 20,00/tan60 = 11,55 m/s U1 = 34,64 – 11,55 = 23,09 m/s ω = 23,09/1 = 23,09 1/s

U2 = 23,09\*0,5 = 11,55 m/s Cr2 = 69,11/(2\*π\*0,5\*2) = 11,00 m/s Wu2 = 11,00/tan45 = 11,00 m/s

Cu2 = 11,55 – 11,00 = 0,55 m/s

Nu = 1000\*69,11\*(23,09\*34,64 – 11,55\*0,55)/1000000 = 54,86 MW

Θεωρώντας μηδενική συστροφή στην έξοδο:

Nu = 1000\*69,11\*(23,09\*34,64 – 11,55\*0,00)/1000000 = 55,29 MW