

## ΓΕΝΙΚΗ ΥΠΟΔΕΙΞΗ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι εργασίες παραδίδονται σε ψηφιακή μορφή (φύλλο εργασίας ή/και αρχείο κειμένου), με αποστολή μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στη διεύθυνση [bont@mie.uth.gr](mailto:bont@mie.uth.gr)

Τίτλος αρχείου: Εργασία\_1\_Παπαδόπουλος\_Νικολαΐδης(.xls, .doc, .odt κλπ)

Θέμα μηνύματος: Εργασία\_1\_Παπαδόπουλος\_Νικολαΐδης

---

9ο εξάμηνο Μηχανολόγων  
Φεβρουάριος 2020

### ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

#### 1η Εργασία (παράδοση έως Πέμπτη 20 Φεβρουαρίου)

**1. (α)** Ο προθερμαντήρας νερού (economizer) ενός ατμοπαραγωγού με υδραυλούς, πίεσης 50 bar, σχεδιάζεται να λειτουργεί σε αντιρροή, με παροχές και θερμοκρασίες εισόδου καυσαερίων και νερού  $m_g=10,5$  kg/s,  $T_{gi}=560^\circ\text{C}$  και  $m_w=8,0$  kg/s,  $T_{wi}=130^\circ\text{C}$  αντίστοιχα. Το νερό θα διοχετεύεται στη συνέχεια απευθείας στο τύμπανο, υπόψυκτο κατά  $15^\circ\text{C}$ . Αν ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας είναι  $U=45$  W/m<sup>2</sup> °C και οι μέσες ειδικές θερμοχωρητικότητες των δύο ρευμάτων ληφθούν ως  $c_{pg}=1,11$  kJ/kg°C και  $c_{pw}=4,50$  kJ/kg°C, υπολογίστε την απαιτούμενη επιφάνεια εναλλαγής.

**(β)** Η μονάδα που κατασκευάστηκε σύμφωνα με το (α), πρόκειται να λειτουργήσει με τις ίδιες παροχές αλλά θερμοκρασίες εισόδου  $T_{gi}=520^\circ\text{C}$  και  $T_{wi}=120^\circ\text{C}$ . Πόσο θα αποκλίνει η θερμοκρασία εξόδου του νερού από τις συνθήκες σχεδιασμού;

**2.** Εναλλάκτης θερμότητας χρησιμοποιείται για την θέρμανση ρεύματος πετρελαίου, παροχής 6 t/h, από  $26^\circ\text{C}$  σε  $102^\circ\text{C}$ . Η θέρμανση γίνεται με συμπύκνωση κορεσμένου ατμού  $110^\circ\text{C}$  και η ειδική θερμοχωρητικότητα του πετρελαίου είναι σταθερή και ίση με  $2$  kJ/kg°C. Αντίθετα, ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας μεταβάλλεται αισθητά με την θερμοκρασία του πετρελαίου (λόγω μεταβολής των φυσικών ιδιοτήτων), και για τον υπόψη εναλλάκτη είναι γνωστές οι εξής τιμές:

Θερμοκρασία, °C:	26	35	43	54	71	88	102
U, W/m <sup>2</sup> °C:	140	185	230	270	340	400	450

Με τα δεδομένα αυτά, υπολογίστε την απαιτούμενη επιφάνεια επαφής, A, του εναλλάκτη.

(ΥΠΟΔΕΙΞΗ: Προτείνεται η αριθμητική ολοκλήρωση, κατά μήκος του εναλλάκτη, της διαφορικής σχέσης μεταφοράς θερμότητας. Μια δυνατότητα είναι με χρήση φύλλου εργασίας.)

**3.** Εναλλάκτης διπλού σωλήνα σχεδιάζεται να συμπυκνώνει κορεσμένο ατμό πίεσης 0,124 bar ( $T_{\text{sat}}=50^\circ\text{C}$ ), αποδίδοντάς τον ως κορεσμένο υγρό. Η παροχή ατμού στις συνθήκες σχεδιασμού είναι 0,35 kg/s, αλλά μπορεί να αυξομειώνεται ανάλογα με το θερμικό καθήκον του εναλλάκτη. Ως ψυκτικό θα χρησιμοποιείται υφάλμυρο νερό γεώτρησης (brackish water) παροχής 9 kg/s και θερμοκρασίας εισόδου  $10^\circ\text{C}$ . Οι συντελεστές συναγωγής στις παροχές σχεδιασμού είναι  $h_o=10000$  W/m<sup>2</sup>K για τον ατμό και  $h_i=5500$  W/m<sup>2</sup>K για το νερό, και η αντίσταση του τοιχώματος θεωρείται αμελητέα. Ο πρώτος συντελεστής είναι ανεξάρτητος της παροχής ενώ ο δεύτερος μεταβάλλεται ως  $h_i \sim m_w^{0,8}$ .

**(α)** Υπολογίστε το μέγεθος του εναλλάκτη για καθαρές επιφάνειες εναλλαγής, καθώς και για τις τιμές θερμικής αντίστασης επικαθήσεων που προτείνει ο TEMA ( $u_w > 0,9$  m/s).

**(β)** Ο εναλλάκτης που σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη τις επικαθήσεις, τίθεται σε λειτουργία καθαρός και σταδιακά ρυπαίνεται. Υπολογίστε–και παρουσιάστε σε διάγραμμα–την απόκλιση των βασικών μεταβλητών από τις τιμές σχεδιασμού ως συνάρτηση της αντίστασης επικαθήσεων για τις εξής δύο περιπτώσεις: (β1) Λειτουργία διατηρώντας σταθερή την παροχή νερού ψύξης και (β2) λειτουργία με σταδιακή μεταβολή της παροχής νερού ψύξης ώστε να διατηρείται σταθερό το θερμικό καθήκον. Στην περίπτωση (β1), αυξημένη θερμορροή συνεπάγεται αυξημένη παροχή κορεσμένου συμπυκνώματος στην έξοδο.

(ΥΠΟΔΕΙΞΗ: Πιθανόν εξυπηρετεί η μέθοδος  $\epsilon$ -NTU, εφαρμοσμένη για την περίπτωση που στην μία πλευρά λαμβάνει χώρα μόνον αλλαγή φάσης. Για την επίλυση της εργασίας, προτείνεται η χρήση υπολογιστικού φύλλου εργασίας. Μπορείτε να αξιοποιήσετε και τον επίλυτη–solver–που υπάρχει αλλά δεν είναι εγκατεστημένος.)