

4^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕΤΑΛΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 2018 – 2019

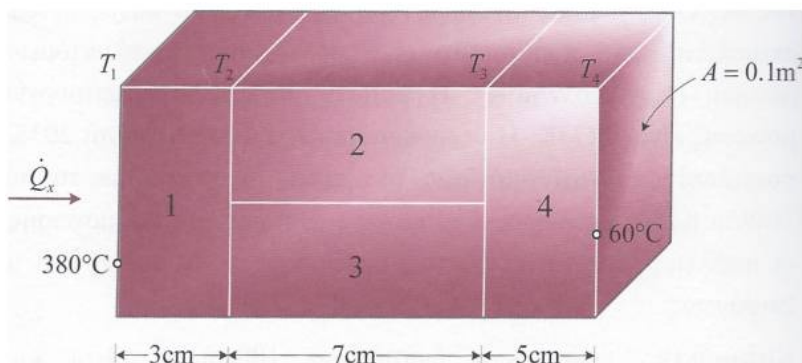
1. Ο επίπεδος τοίχος ενός δωματίου οικίας, έχει επιφανειακές θερμοκρασίες, 20°C (εσωτερική) και -2°C (εξωτερική), και αποτελείται από τα παρακάτω υλικά αντίστοιχων χαρακτηριστικών: Εξωτερικό επίχρισμα (πάχους $L_1 = 2\text{ cm}$, $k_1 = 1.5\text{ W/mK}$), ελαφρόπετρα (πάχους $L_2 = 4\text{ cm}$, $k_2 = 0.1\text{ W/mK}$), σκυρόδεμα (πάχους $L_3 = 5\text{ cm}$, k_3) και πυρότουβλο (πάχους $L_4 = 5\text{ cm}$, $k_4 = 1\text{ W/mK}$). Ζητούνται, η θερμοκρασία, στο όριο μεταξύ σκυροδέματος και πυρότουβλου και η απώλεια ροής θερμότητας μέσω του τοιχώματος, εάν η θερμοκρασία στο μέσον του τοίχου είναι 1°C .
2. Σύνθετο τοίχωμα, διαστάσεων $2\text{ m} \times 2.5\text{ m}$, αποτελείται από δύο υλικά με συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας $k_A = 0.1\text{ W/mK}$ και $k_B = 0.04\text{ W/mK}$ και πάχος 10 mm και 20 mm , αντίστοιχα. Η αντίσταση επαφής μεταξύ των δύο τοιχωμάτων εκτιμάται ότι είναι $0.3\text{ m}^2\text{K/W}$. Το υλικό Α είναι σε επαφή με ρευστό θερμοκρασίας 200°C , ο συντελεστής συναγωγής του οποίου είναι $10\text{ W/m}^2\text{K}$. Το υλικό Β είναι σε επαφή με ρευστό θερμοκρασίας 40°C , με συντελεστή συναγωγής $40\text{ W/m}^2\text{K}$. Ποιος είναι ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας διά μέσου του τοιχώματος;
3. Η εσωτερική επιφάνεια ενός αντιδραστήρα λειτουργεί σε θερμοκρασία 1623 K . Ο τοίχος του αντιδραστήρα έχει συνολικό πάχος 350 mm και αποτελείται από πυρότουβλο ($k_1 = 0.86\text{ W/mK}$), επικαλυπτόμενο από μόνωση ($k_{\text{ins}} = 0.16\text{ W/mK}$). Η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας της μόνωσης είναι 1473 K . Η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 293 K και ο συντελεστής συναγωγής του αέρα, σε επαφή με τη μόνωση, $10\text{ W/m}^2\text{K}$. Να υπολογισθεί το πάχος του πυρίμαχου και της μόνωσης, ώστε οι απώλειες να είναι ελάχιστες, καθώς και η θερμοροή ανά μονάδα επιφάνειας.
4. Καταψύκτης, εσωτερικών διαστάσεων $100\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 40\text{ cm}$, κατασκευής από υλικό, με συντελεστή αγωγιμότητας 0.05 W/mK και πάχος 5 cm , είναι πλήρης με νερό σε μορφή πάγου. Ο καταψύκτης βρίσκεται σε περιβάλλον θερμοκρασίας 25°C και συντελεστή συναγωγής $10\text{ W/m}^2\text{C}$. Να υπολογισθεί ο απαιτούμενος χρόνος για την πλήρη τήξη του πάγου. Δίνεται η λανθάνουσα θερμότητα τήξης 330 kJ/kg .
5. Σύνθετο επίπεδο τοίχωμα αποτελείται από δύο επιμέρους τοιχώματα, (1) και (2):
Τοίχωμα (1): θερμοκρασιακή κλίση $2ax+c$, πάχος L_1 , συντελεστή k_1 .
Τοίχωμα (2): θερμοκρασιακή κλίση $2bx+c$, συντελεστής k_2
όπου, a , b , και c , σταθερές τιμές.
Αν στο τοίχωμα (1) εκλύεται, από πηγή, ομοιόμορφη θερμότητα (ισχύς / μονάδα όγκου του τοιχώματος), οι θερμικές αγωγιμότητες των δύο τοιχωμάτων έχουν σταθερές τιμές και τα δύο τοιχώματα διαρρέοντα a την ίδια θερμική ισχύ, τότε να δειχθεί ότι:
$$(k_2 - k_1) = (4aL_1 + c) / b$$

6. Για το σχηματικά εικονιζόμενο σύνθετο τοίχωμα, ζητείται να βρεθεί η θερμική ροή (ροή θερμότητας ανά επιφάνεια), υπό τις προϋποθέσεις ότι οι επιφάνειες του σύνθετου τοιχώματος είναι:

- α) Κάθετες ως προς τον άξονα x και ισοθερμικές
β) Παράλληλες προς τον άξονα x και αδιαβατικές

Ποιο θα είναι το συνολικό μεταφερόμενο ποσό θερμότητας του θεωρούμενου σύνθετου (μονωτικού τοιχώματος) και ποιες οι ενδιάμεσες θερμοκρασίες των επιμέρους τοιχωμάτων;

Δίνονται: $k_1 = 150 \text{ W/mK}$, $k_2 = 30 \text{ W/mK}$, $k_3 = 50 \text{ W/mK}$, $k_4 = 70 \text{ W/mK}$ και $A_2 = A_4 / 2$.



7. Ένας χαλύβδινος αγωγός, μήκους $L=3 \text{ m}$ και ακτίνων (εσωτερική/εξωτερική), $r_1=2 \text{ cm}$, $r_2=2.5 \text{ cm}$, με αντίστοιχες θερμοκρασίες, $T_1 = 91 \text{ }^\circ\text{C}$ και $T_2 = 87 \text{ }^\circ\text{C}$, μεταφέρει ατμό. Αν ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού του αγωγού είναι 42.9 W/mK , ποιο θα είναι το μεταφερόμενο ποσό θερμότητας και ποια τα ποσά θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας εσωτερικής και εξωτερικής;

8. Ένας αγωγός με εσωτερική και εξωτερική διάμετρο 20 mm και 30 mm , αντίστοιχα, μεταφέρει ρευστό στους 448 K , όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 293 K . Ο εσωτερικός και ο εξωτερικός συντελεστής συναγωγής είναι 22 και $5 \text{ W/m}^2\text{K}$, αντίστοιχα. Να υπολογισθούν οι απώλειες θερμότητας ανά μονάδα μήκους αγωγού. Σε τι ποσοστό μειώνονται, εάν τοποθετηθεί μόνωση, πάχους 50 mm , με συντελεστή αγωγιμότητας 0.8 W/mK ;

Υπόδειξη: Να αγνοηθεί η θερμική αντίσταση του τοιχώματος του αγωγού.

9. Μία τυπική εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης κτιρίου, περιλαμβάνει χάλκινο (401 W/mK) αγωγό, μήκους 50 m , εξωτερικής διαμέτρου 15 mm και πάχους 1 mm , ο οποίος μεταφέρει νερό στους 70°C . Ο αγωγός είναι μονωμένος με υλικό, συντελεστή αγωγιμότητας 0.05 W/mK , πάχους 15 mm και βρίσκεται σε περιβάλλον με ιδιότητες $20 \text{ }^\circ\text{C}$ και $8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Να υπολογισθούν οι απώλειες θερμότητας από τον αγωγό προς το περιβάλλον.

10. Ένας κοίλος κύλινδρος, σύνθετου τοιχώματος, αποτελείται από δύο διαφορετικά ομοιογενή υλικά, με συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας, k_1 και k_2 . Τα τοιχώματα αυτά διαχωρίζονται από μία λεπτή ηλεκτρική θερμική αντίσταση, η οποία παράγει ομοιόμορφη και σταθερών συνθηκών θερμική ενέργεια, Q , θερμοκρασίας T . Εάν ένα ρευστό διέρχεται εσωτερικά του κοίλου κυλίνδρου, με θερμοκρασία, T_g , επιφανειακό συντελεστή συναγωγής, h_g , ενώ η εξωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου εκτίθεται σε ατμοσφαιρικό αέρα θερμοκρασίας, T_a , με αντίστοιχο επιφανειακό συντελεστή συναγωγής, h_a , ζητείται να εξαχθούν οι σχέσεις προσδιορισμού:

α) της θερμοκρασίας, T , της παραγόμενης πηγής θερμικής ενέργειας, β) του λόγου των ποσοτήτων ροής θερμότητας, (Q_g / Q_a) , κατά τη διεύθυνση ροής ρευστών, εσωτερικού - εξωτερικού και γ) των μεταβλητών παραμέτρων, ώστε ο λόγος να έχει την ελάχιστη τιμή.

11. Ένας ατμαγωγός, εξωτερικής διαμέτρου, $D_o = 140$ mm, καλύπτεται με δύο στρώματα μόνωσης, καθένα πάχους, 40 mm = $x_1 = x_2$, όπου ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι $k_2 = 4k_1$. Να δειχθεί, ότι η ενεργητική αγωγιμότητα των στρωμάτων μόνωσης είναι περίπου, 20% μικρότερη, όταν ένα καλύτερο στρώμα μονωτικού υλικού παρεμβληθεί.
12. Ένας ορειχάλκινος αγωγός εσωτερικής/εξωτερικής διαμέτρου 16.6 mm / 19 mm, χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση ατμού στην εξωτερική του επιφάνεια, σε θερμοκρασία κορεσμού 315 K. Εντός του αγωγού διέρχεται νερό, σε θερμοκρασία 290 K. Ο συντελεστής συναγωγής, εσωτερικά και εξωτερικά, του αγωγού είναι 1700 W/m²K και 8500 W/m²K, αντίστοιχα. Να υπολογισθεί ο ρυθμός συμπύκνωσης του ατμού ανά ώρα και ανά μονάδα μήκους του αγωγού. Δίνεται η λανθάνουσα θερμότητα του ατμού $h_{fg} = 2393$ kJ/kg.
13. Ένας λεπτός ηλεκτρικός θερμαντήρας εφαρμόζεται μεταξύ δύο ομοκέντρων κυλίνδρων, μεγάλου μήκους, με ακτίνες (εσωτερική / εξωτερική) 20 mm και 40 mm, αντίστοιχα. Ο εσωτερικός συμπαγής κύλινδρος (1) έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $k_1 = 0.15$ W/mK, ενώ ο εξωτερικός κύλινδρος (2), $k_2 = 1.5$ W/mK, με την επιφάνειά του εκτεθειμένη σε ρεύμα ρευστού, θερμοκρασίας -15°C και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας 50 W/mK. Αν η εφραπτόμενη θερμική αντίσταση, μεταξύ των επιφανειών των κυλίνδρων και του θερμαντήρα, θεωρηθεί αμελητέα, ζητούνται να προσδιοριστούν:
- Η ηλεκτρική ισχύς / μονάδα μήκους των κυλίνδρων (W/m), που απαιτείται για να διατηρηθεί η εξωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου (2) στους -15°C και
 - Η θερμοκρασία στο κέντρο του κυλίνδρου (1).
14. Ηλεκτρικός αγωγός διαμέτρου 4.2 mm μεταφέρει ρεύμα 12 A. Η αντίσταση του αγωγού είναι 0.026 Ω/m και διαθέτει μόνωση από υλικό, με συντελεστή αγωγιμότητας 0.08 W/mK. Ποιο πρέπει να είναι το πάχος του μονωτικού, ώστε η θερμοκρασία του αγωγού να είναι η ελάχιστη; Να χρησιμοποιηθεί συντελεστής συναγωγής του αέρα 20 W/m²K.
15. Υγρό άζωτο θερμοκρασίας 77 K, είναι αποθηκευμένο σε κυλινδρικό δοχείο με διάμετρο 25 cm. Ο κύλινδρος είναι από ανοξείδωτο χάλυβα με πάχος τοιχώματος 1.2 cm. Εξωτερικά του κυλίνδρου, τοποθετείται μόνωση ($k = 0.13$ W/mK), για την ελαχιστοποίηση ατμοποίησης του αζώτου στο 25% του αμόνωτου συστήματος. Να υπολογισθεί το απαιτούμενο πάχος μόνωσης, εάν το δοχείο βρίσκεται σε συνθήκες περιβάλλοντος 25°C και 12 W/m²K.
16. Να υπολογισθεί η θερμοροή σε κοίλη σφαίρα από αλουμίνιο, με εσωτερική / εξωτερική διάμετρο 5 cm / 8 cm, αντίστοιχα, η οποία διατηρείται σε θερμοκρασία 100°C εσωτερικά και 50°C εξωτερικά.
17. Μία κοίλη σφαίρα, ακτίνων r_1 , r_2 ($r_1 < r_2$), με σταθερό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας k , διατηρείται στην εσωτερική θερμοκρασία T_1 (της αντίστοιχης ακτίνας r_1 , ενώ η εξωτερική επιφάνεια, της ακτίνας r_2 , υπόκειται σε ομοιόμορφη και σταθερής ροής παροχή θερμότητας, μεγέθους Q .
- Ζητείται να βρεθεί η εξίσωση θερμοκρασιακής διανομής, $T(r)$.
 - Ποιο θα είναι το ποσό ροής θερμότητας Q , όταν οι θερμοκρασίες στις ακτίνες, $r_1 = 50$ mm και $r_2 = 100$ mm είναι αντίστοιχα, $T_1 = 20^\circ\text{C}$ και $T_2 = 50^\circ\text{C}$ και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, του ομοιογενούς υλικού της σφαίρας, είναι $k = 10$ W/mK;
18. Σφαιρικό σώμα από αλουμίνιο περικλείει ηλεκτρικό θερμαντήρα 80 W και διατηρείται σε εσωτερική θερμοκρασία 250°C . Το σώμα έχει διαμέτρους 15 cm και 18 cm, ενώ καλύπτεται από μόνωση πάχους 12 cm. Το σώμα βρίσκεται σε συνθήκες περιβάλλοντος 20°C και συντελεστή συναγωγής 30 W/m²K. Να υπολογισθεί ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του μονωτικού υλικού.