

Δοκίμιες μετάδοσης θερμότητας με αγωγή

1. Οι θερμοκρασίες στην εσωτερική και εξωτερική πλευρά ενός επίπεδου στρώματος υαλοβάμβακα ($\Delta x = 5 \text{ cm}$, $K = 0.041 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) είναι 125°C και 40°C , αντιστοίχως. Να υπολογιστεί η θερμότητα που μεταδίδεται μέσα από τον υαλοβάμβακα ανά ώρα και μονάδα επιφάνειας.

2. Να υπολογιστεί η μεταδιδόμενη θερμότητα ανά μονάδα επιφάνειας σ' έναν τσιμεντένιο τοίχο ($K_{\text{τσιμ}} = 1.5 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$), πάχους 150 mm , όταν η εσωτερική θερμοκρασία του τοίχου είναι 21°C και η εξωτερική θερμοκρασία είναι -1°C .

3. Το τοίχωμα ενός καυστήρα έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $K = 0.11 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, η εσωτερική θερμοκρασία του είναι 1100°C και η εξωτερική θερμοκρασία του είναι 370°C . Τι πάχος πρέπει να έχει το τοίχωμα ώστε οι απώλειες θερμότητας να είναι το πολύ 1200 W m^{-2} ?

4. Μέσα από ένα τετράγωνο «τσιπάκι» H/Y (από πυρίτιο, $K_{\text{πυρίτιο}} = 1.3 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$), με πλευρά 5 cm , και πάχος 1 mm , μεταδίδεται θερμότητα $Q = 4 \text{ W}$ με αγωγή. Αν η αγωγή της θερμότητας είναι μονοδιάστατη, ποιά είναι η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στις δυο πλευρές του?

5. Κυλινδρική δεξαμενή, εσωτερικής διαμέτρου $D = 55 \text{ cm}$, περιέχει ζεστό νερό θερμοκρασίας $T = 62^\circ\text{C}$. Για να μην χάνει θερμότητα το νερό, σκεφτόμαστε να σκεπάσουμε τη δεξαμενή (σε απόσταση 10 cm από την επιφάνεια του νερού) με ... τί?
 - ένα καπάκι από γυαλί (πάχος 5 mm , $K_{\text{γ}} = 1.09 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) ή
 - από πολυουρεθάνη (πάχος 5 cm , $K_{\text{π}} = 0.033 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$)?
Δικαιολογείτε την απόφασή σας, υπολογίζοντας τις απώλειες κάθε φορά. Να θεωρήσετε τη μετάδοση θερμότητας μονοδιάστατη, ότι τα πλευρικά τοιχώματα και ο πυθμένας της δεξαμενής είναι εντελώς μονωμένα και ότι η θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια του καπακιού είναι 26°C . Δίνονται: θερμοκρασία περιβάλλοντος 20°C , και για τον αέρα (με τους τυχόν υδρατμούς): $K_{\text{α}} = 0.024 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

6. Να διατυπώσετε η σχέση για τη μονοδιάστατη αγωγή θερμότητας, όταν ο συντελεστής θερμικής

Δοκίμιες μελέτης Θερμότητας με αγωγή

αγωγιμότητας μεταβάλλεται γραμμικά σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία: $k = k_0(1 + \alpha T)$, όπου α και k_0 σταθερές.

7. Αν στο τοίχωμα του καυστήρα του προβλήματος #3 προστεθεί μονωτικό πάχους 5 cm ($k = 0.09 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) και μειωθεί η εξωτερική θερμοκρασία στους 175 °C, ποιές θα είναι οι απώλειες ανά μονάδα επιφάνειας του τοιχώματος?

8. Ο τοίχος ενός επιτιού αποτελείται από τούβλο ($k_{\text{τούβλο}} = 0.70 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) πάχους 10 cm, καλυμένο εξωτερικά από επίχρισμα *Cielotex* ($k_{\text{cielotex}} = 0.05 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) πάχους μισής ίντσας. Από την εσωτερική μεριά, ο τοίχος είναι καλυμμένος με επίστρωση ($k_{\text{επίστρ}} = 0.74 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) πάχους 1.5 cm. Ανάμεσα στην επίστρωση και το τούβλο είναι εγκλωβισμένο στρώμα αέρα πάχους 10 cm, που έχει θερμική αγωγιμότητα $k_{\text{αέρα}}/\Delta x = 1.9 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$). Αν η θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου είναι 5 °C, ενώ η εσωτερική θερμοκρασία του τοίχου είναι 20 °C (α) πόσες είναι οι απώλειες θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας του τοίχου, και (β) πόση είναι η θερμοκρασία στη μέση του *Cielotex*?

9. Ένας τοίχος αποτελείται εσωτερικά από πυρίμαχα τούβλα ($k_1 = 1.1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) πάχους 20 cm, καλυμμένα από στρώμα τούβλων από γη διατόμων ($k_2 = 0.28 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) πάχους 15 cm, που με τη σειρά τους είναι καλυμμένα εξωτερικά από απλά τούβλα ($k_3 = 0.70 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) πάχους 10 cm. Αν η θερμοκρασία στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου είναι 1035 °C και η θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου είναι 150 °C, να υπολογιστούν οι απώλειες θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας του τοίχου.

10. Τα τοιχώματα ενός φούρνου έχουν κατασκευαστεί από πυρίμαχο τούβλο πάχους 10 cm ($k_1 = 0.8 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) και φέρουν επικάλυψη με στρώμα από κοινά τούβλα πάχους 20 cm ($k_2 = 1.7 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$), οπότε η θερμοκρασία των εσωτερικών τοιχωμάτων του φούρνου (T_{12}) είναι 750 °C και στην εξωτερική πλευρά (T_{23}) είναι 75 °C. Για να περιοριστούν οι απώλειες θερμότητας, προστίθεται εξωτερικά ένα επίστρωμα πάχους 80 mm μαγνησίτης ($k_3 = 0.09 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$), οπότε η θερμοκρασία στο εσωτερικό του φούρνου (T_{12}) σταθεροποιείται στους 780 °C ενώ στην εξωτερική πλευρά (T_{23}) γίνεται 65 °C. Να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες ανά μονάδα

Δοκίμιες μετάδοσης θερμότητας με αγωγή

επιφανείας πριν (Q_1) και μετά (Q_2) την προσθήκη του επιστρώματος μαγνησίτας.

11. Ένας σιδερένιος σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 10.0 cm και εξωτερικής διαμέτρου 11.4 cm ($k_{sis} = 55 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) είναι καλυμμένος με στρώμα μαγνησίτας ($k_{mag} = 0.07 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) πάχους 2.5 cm. Αν η θερμοκρασία στο εσωτερικό του σωλήνα είναι 150 °C και της εξωτερικής επιφάνειας του μονωτικού 30 °C, να υπολογιστεί η απώλεια θερμότητας ανά μέτρο μήκους του σωλήνα.

12. Κυλινδρικός σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 5.0 cm και εξωτερικής διαμέτρου 6.0 cm μεταφέρει ψυκτικό ρευστό. Για τη μόνωσή του θα χρησιμοποιηθούν δύο μονωτικά: ένα στρώμα ψελλού ($k_p = 0.036 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) κι ένα στρώμα υαλοβάμβακα ($k_v = 0.054 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$). Τα δύο μονωτικά θα έχουν το ίδιο πάχος: 2.5 cm. Αν οι θερμοκρασίες είναι στην επιφάνεια του σωλήνα 2 °C και του περιβάλλοντος 20 °C, πώς πρέπει να τοποθετηθούν τα μονωτικά - δηλαδή ποιό μονωτικό πρέπει να τοποθετηθεί κοντά στον σωλήνα - για να έχουμε την καλύτερη μόνωση?

13. Ένας χαλκοδίνος σωλήνας ($k_{χαλ} = 49 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) εξωτερικής διαμέτρου 100 mm και με πάχος τοιχωμάτων 10 mm μεταφέρει κορεσμένο ατμό που έχει θερμοκρασία 120 °C. Ο σωλήνας είναι μονωμένος εξωτερικά με στρώμα πάχους 25 mm από αφρό πολυουρεθάνης ($k_{πολ} = 0.035 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$). Αν η εξωτερική θερμοκρασία του μονωτικού και του περιβάλλοντος είναι 28 °C, να υπολογιστεί πόσες είναι οι απώλειες θερμότητας ανά μέτρο μήκους του σωλήνα.

14. Κορεσμένος ατμός με ψηλή πίεση διοχετεύεται μέσα από σωλήνα μήκους $L = 30 \text{ m}$, που έχει εξωτερική διάμετρο 4.8 cm. Ο σωλήνας είναι καλυμμένος εξωτερικά με στρώμα μαγνησίτας πάχους 5 cm ($k = 0.069 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$). Αν η θερμοκρασία του σωλήνα είναι 170 °C και της εξωτερικής επιφανείας του μονωτικού είναι 35 °C, ποιός είναι ο ρυθμός συμπίκνωσης του ατμού? Δίνεται ότι $h_{συμπ} = 2040 \text{ kJ kg}^{-1}$.

15. Ένας τοίχος από τούβλα ($k_1 = 1.7 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) πάχους 10 cm καλύπτεται από στρώμα γύψου ($k_2 = 0.48 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$), πάχους 4 cm. Ποιό είναι το απαιτούμενο πάχος υαλοβάμβακα ($k_3 = 0.041 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) που πρέπει να

Δοκίμιες μετáδοσης θερμότητας με αγωγή

προσπεθεί (ανάμεσα στο τούβλο και τον γύψο) ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες κατά 80%; Να θεωρηθεί ότι οι θερμοκρασίες στις δυο εξωτερικές πλευρές του τοίχου δεν επηρεάζονται από την προσθήκη του υαλοβάμβακα.

16. Ο τοίχος ενός φούρνου έχει πάχος $\Delta x = 10 \text{ cm}$ ($k_{\text{τοιχ}} = 0.22 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$). Για να ενισχύσουμε στατικά τον τοίχο έχουμε ενσωματώσει σ' αυτόν χαλυβιδίνα ελάσματα ($k_{\text{χαλυβ}} = 45 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$), που διατρέχουν όλον τον τοίχο (κατά τη διεύθυνση μετáδοσης της θερμότητας), και έχουν επιφάνεια το 1% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου. Αν η θερμοκρασία είναι 230°C μέσα στον φούρνο και 25°C εξωτερικά (α) πόση είναι η συνολική μεταδιδόμενη θερμότητα μέσα από τον σύνθετο τοίχο, και (β) τι ποσοστό μεταδίδεται από τα χαλυβιδίνα ελάσματα?

17. Δίνεται κούρνος κώνος, με ακτίνες βάσης R_1 (μικρή) και R_2 (μεγάλη), και ύψος H . Αν το υλικό του κώνου έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας k και η διαφορά θερμοκρασίας στις δυο βάσεις του κώνου είναι ΔT (T_1 και T_2), να υπολογιστεί η αγόμενη θερμότητα (θεωρώντας μονοδιάστατη αγωγή).

