Ασκήσεις μετάδοσης θερμότητας με αγωγή

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

2. Να υπολογιστεί η μεταδιδόμενη θερμότητα ανά μονάδα επιφανείας σ' έναν τσιμεντένιο τοίχο ($k_{\tau\sigma\iota\mu}$ = 1.5 W m^{-1}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 W m^{-1} K^{-1}, η εσωτερική θερμοκρασία του είναι 1100 °C και η εξωτερική θερμοκρασία του είναι 370 °C. Τί πάχος πρέπει να έχει το τοίχωμα ώστε οι απώλειες θερμότητας να είναι το πολύ 1200 W m^{-2};

4. Μέσα από ένα τετράγωνο «τσιπάκι» Η/Υ (από πυρίτιο, $k_{\pi\upsilon\rho\acute{\iota}\tau\iota o}$ = 1.3 W m^{-1}K^{-1}), με πλευρά 5 cm, και πάχος 1 mm, μεταδίδεται θερμότητα Q = 4 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 cm, περιέχει ζεστό νερό θερμοκρασίας T = 62 °C. Για να μην χάνει θερμότητα το νερό, σκεφτόσαστε να σκεπάσετε τη δεξαμενή (σε απόσταση 10 cm από την επιφάνεια του νερού) με ... τί;
- ένα καπάκι από γυαλί (πάχος 5 mm, k_{γ} = 1.09 W m^{-1} K^{-1}) ή
- από πολυουρεθάνη (πάχος 5 cm, k_{π} = 0.033 W m^{-1} K^{-1});
Δικαιολογείστε 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_{α} = 0.024 W m^{-1} K^{-1}.

6. Να διατυπωθεί η εξίσωση για τη μονοδιάστατη αγωγή θερμότητας, όταν ο συντελεστής θερμικής

Ασκήσεις μεταδοσης θερμότητας με αγωγή

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

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

8. Ο τοίχος ενός σπιτιού αποτελείται από τούβλο ($k_{τουβλο}$ = 0.70 W m^{-1} K^{-1}) πάχους 10 cm, καλυμμένο εξωτερικά από επίχρισμα Celotex ($k_{celotex}$ = 0.05 W m^{-1} K^{-1}) πάχους μισής ίντσας. Από την εσωτερική μεριά, ο τοίχος είναι καλυμμένος με επίστρωση ($k_{επιχ}$ = 0.74 W m^{-1} K^{-1}) πάχους 1.5 cm. Ανάμεσα στην επίστρωση και το τούβλο είναι εγκλωβισμένο στρώμα αέρα πάχους 10 cm, που έχει θερμική αγωγιμότητα $k_{αερα}/Δx$ = 1.9 W m^{-2} 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 επιφανείας του τοίχου, και (β) πόση είναι η θερμοκρασία στη μέση του Celotex?

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

10. Τα τοιχώματα ενός φούρνου έχουν κατασκευαστεί από πυρίμαχο τούβλο πάχους 10 cm (k_1 = 0.8 W m^{-1} K^{-1}) και φέρουν επικάλυψη με στρώμα από κοινά τούβλα πάχους 20 cm (k_2 = 1.7 W m^{-1} K^{-1}), οπότε η θερμοκρασία των εσωτερικών τοιχωμάτων του φούρνου (T_{11}) είναι 750 °C και στην εξωτερική πλευρά (T_{12}) είναι 75 °C. Για να περιοριστούν οι απώλειες θερμότητας, προστίθεται εξωτερικά ένα επίστρωμα πάχους 80 mm μαγνησίας (k_3 = 0.09 W m^{-1} K^{-1}), οπότε η θερμοκρασία στο εσωτερικό του φούρνου (T_{21}) σταθεροποιείται στους 780 °C ενώ στην εξωτερική πλευρά (T_{22}) γίνεται 65 °C. Να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες ανά μονάδα

Ασκήσεις μετάδοσης θερμότητας με αγωγή

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

11. Ένας σιδερένιος σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 10.0 cm και εξωτερικής διαμέτρου 11.4 cm ($K_{σιδ}$ = 55 W m^{-1} K^{-1}) είναι καλυμμένος με στρώμα μαγνησίας ($K_{μαγν}$ = 0.07 W m^{-1} 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 φελλού ($K_φ$ = 0.036 W m^{-1} K^{-1}) κι ένα στρώμα υαλοβάμβακα ($K_υ$ = 0.054 W m^{-1} K^{-1}). Τα δυο 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 χαλύβδινος σωλήνας ($K_{χαλ}$ = 49 W m^{-1} 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 W m^{-1}K^{-1}). Αν η εξωτερική θερμοκρασία του μονωτικού και του περιβάλλοντος είναι 28 °C, να υπολογιστεί πόσες είναι οι απώλειες θερμότητας ανά μέρο μήκους του σωλήνα.

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

15. Ένας τοίχος από τούβλα (K_1 = 1.7 W m^{-1} K^{-1}) πάχους 10 cm καλύπτεται από στρώμα γύψου (K_2 = 0.48 W m^{-1} K^{-1}), πάχους 4 cm. Ποιό είναι το απαιτούμενο πάχος υαλοβάμβακα (K_3 = 0.041 W m^{-1} K^{-1}) που πρέπει να

Ασκήσεις μετάδοσης θερμότητας με αγωγή

προστεθεί (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 Δx = 10 cm ($K_{τοιχ}$ = 0.22 W m^{-1} K^{-1}). Για να ενισχύσουμε στατικά τον τοίχο έχουμε ενσωματώσει σ' αυτόν χαλύβδινα ελάσματα ($K_{χαλυβ}$ = 45 W m^{-1} K^{-1}), που διατρέχουν όλον τον τοίχο (κατά τη διεύθυνση μετάδοσης 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 χαλύβδινα ελάσματα?

17. Δίνεται κόλουρος 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).