

3^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕΤΑΛΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ 2018 – 2019

1. Ένα διαχωριστικό τοίχωμα σκυροδέματος, μεταξύ δωματίου, $T_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, και εξωτερικών ατμοσφαιρικών συνθηκών, $T_2 = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ έχει επιφάνεια $A = 30 \text{ m}^2$ και πάχος $L = 0.30 \text{ m}$. Αν ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του σκυροδέματος είναι $k = 1.1 \text{ W/mK}$, ποιες θα είναι οι απώλειες θερμότητας μέσω του τοιχώματος;
2. Η ροή θερμοαγωγιμότητας μέσω μιας διατομής μονωτικού υλικού επιφάνειας $A = 10 \text{ m}^2$ και πάχους $L = 2.8 \text{ cm}$ είναι 3 kW , όταν η εσωτερική - θερμότερη επιφάνεια υπόκειται σε σταθερή θερμοκρασία, $T_1 = 420 \text{ }^\circ\text{C}$. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του μονωτικού υλικού είναι $k = 0.2 \text{ W/mK}$. Ποια θα είναι η θερμοκρασία T_2 της εξωτερικής επιφάνειας;
3. Η θερμική ροή μέσω ενός ξύλινου τοιχώματος πάχους 50 mm έχει υπολογισθεί στα 40 W/m^2 , όταν οι επιφανειακές (σταθερές) θερμοκρασίες είναι, $T_1 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ και $T_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ (εσωτερική / εξωτερική), αντίστοιχα. Ζητείται ο συντελεστής αγωγιμότητας, k του ξύλινου τοιχώματος.
4. Ένα επίπεδο τοίχωμα πάχους $L = 300 \text{ mm}$ έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $k = 0.04 \text{ W/mK}$. Εάν κατά μια ειδική διαδικασία και για κάποια χρονική στιγμή η θερμοκρασιακή διανομή, από τη μια πλευρά του, δίνεται από τη σχέση $T(x) = 150 \cdot x^2 - 30 \cdot x$ (όπου x σε m), ποιο θα είναι το ποσό ροής θερμότητας, για $x = 0$ και $x = 300 \text{ mm}$; Είναι το τοίχωμα θερμαινόμενο ή είναι ψυχόμενο;
5. Η θερμική αγωγιμότητα ενός επίπεδου τοιχώματος δίνεται από τη σχέση $k = k_0 + 2 \cdot b \cdot T + 3 \cdot c \cdot T^2$, όπου $k_0 =$ συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας για $T = T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. Για σταθερή ροή με πάχος τοιχώματος L και επιφανειακές θερμοκρασίες, T_1, T_2 ($T_1 > T_2$), αντίστοιχα, ζητείται το ποσό ροής θερμότητας διά μέσου του τοιχώματος.
6. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ενός επίπεδου στερεού τοιχώματος εκφράζεται από τη γραμμική θερμοκρασιακή συνάρτηση $k = a \cdot T + b$. Αν η μέση αριθμητική τιμή των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας, k_1 και k_2 , στις αντίστοιχες θερμοκρασίες, T_1 και T_2 αντικαθίστανται με την τιμή του k , ζητείται ο ρυθμός της ροής θερμότητας μέσω του θεωρούμενου επίπεδου.
7. Εντός επιπέδου τοιχώματος πάχους $L = 1.5 \text{ m}$, με επιφανειακές θερμοκρασίες, $T_1 = 500 \text{ K}$ και $T_2 = 350 \text{ K}$, αντίστοιχα, πρέπει να ενσωματωθεί αγωγός θερμού ύδατος στη θέση θερμοκρασίας $T_2 = 400 \text{ K}$. Αν ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του τοιχώματος είναι $k = 0.105 (0.108 \cdot T - 26.6) \text{ W/mK}$, ζητείται να προσδιορισθούν: α) Το ποσό ροής θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας και β) Η απόσταση τοποθέτησης του αγωγού από τη θερμή επιφάνεια
8. Ένα τοίχωμα ειδικής κατασκευής πάχους 0.85 m και επιφάνειας $2 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}$, χρησιμοποιείται σε μια ειδική διαδικασία, κατά την οποία οι πλευρές του διατηρούνται σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασιών, $T_1 = 327 \text{ }^\circ\text{C}$ και $T_2 = 127 \text{ }^\circ\text{C}$, αντίστοιχα, για χρονικό διάστημα 30 min . Εάν στις αναφερόμενες συνθήκες διαδικασίας ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μεταβάλλεται γραμμικά κατά τη σχέση $k(T) = k_0 \cdot (1 + \beta \cdot T)$, όπου $k_0 = 5 \text{ W/mK}$ και $\beta = 9.21 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, ποιο θα είναι το μεταφερόμενο ποσό θερμότητας στο τέλος της διεργασίας και ποια η τιμή της θερμοκρασίας στο μέσον του τοιχώματος κατά τη διάρκεια της διεργασίας;

9. Για ένα επίπεδο τοίχωμα, το πάχος του οποίου είναι L , η θερμική αγωγιμότητα είναι μεταβαλλόμενη, με βάση την έκφραση, $k(T) = k_0 \cdot (1 + \beta \cdot T)$, (όπου, k_0 και β σταθερές ποσότητες). Υπό την προϋπόθεση μονοδιάστατης σταθερής ροής θερμότητας και οριακών συνθηκών, για $x = 0 \Rightarrow T = T_1$ και $x = L \Rightarrow T = T_2$, να δειχθεί ότι:

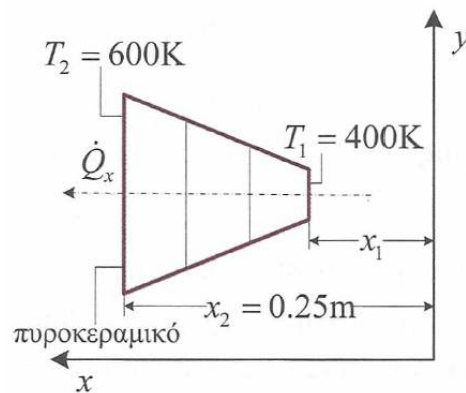
α) $\dot{Q}_x = -A \cdot k_0 \cdot \left[(T - T_1) + \beta \cdot (T^2 - T_1^2) / 2 \right]$ και

β) Η θερμοκρασιακή διανομή δίνεται από τη σχέση:

$$T(x) = -\frac{1}{\beta} \pm \left[\frac{1}{\beta^2} - \frac{2k_{ave}x}{\beta k_0 L} (T_1 - T_2) + T_1^2 + \frac{2}{\beta} T_1 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{όπου: } k_{ave} = k(T_{ave}) = \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} k_0 (1 + \beta T) dT = k_0 \left(1 + \beta \frac{T_2 + T_1}{2} \right)$$

10. Το παρακάτω Σχήμα παριστάνει την τομή ενός πυροκεραμικού κόλουρου κώνου βιομηχανικού συστήματος. Είναι κυκλικής διατομής, με διάμετρο $D = a \cdot x$, όπου $a = 0.25$ ενώ ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι $k = 3.46 \text{ W/mK}$. Η μικρή βάση του κώνου, (με πεδίο αναφοράς την κορυφή του κώνου), έχει απόσταση $x_1 = 50 \text{ mm}$ και η μεγάλη $x_2 = 250 \text{ mm}$, ενώ οι αντίστοιχες επιφανειακές θερμοκρασίες, (των βάσεων), διατηρούνται στις $T_1 = 400 \text{ K}$ και $T_2 = 600 \text{ K}$, με την πλευρική επιφάνεια (θεωρούμενη) ιδανικά μονωμένη.

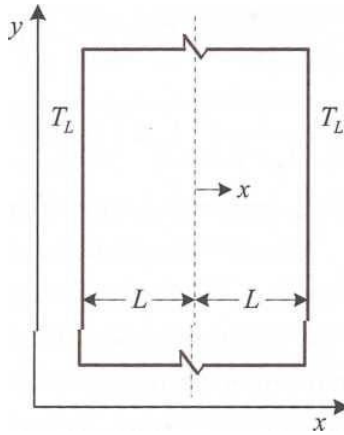


Ζητούνται:

α) Να εξαχθεί μία σχέση της θερμοκρασιακής διανομής $T(x)$ σε συμβολική μορφή και να σχεδιασθεί, υπό την προϋπόθεση μονοδιάστατης και μόνιμης ροής, χωρίς εσωτερικά παραγόμενη θερμότητα.

β) Να υπολογισθεί ο ρυθμός ροής θερμότητας μέσω του κώνου.

11. Για το εικονιζόμενο, σχηματικά, επίπεδο τοίχωμα, με σταθερές επιφανειακές θερμοκρασίες και για μονοδιάστατη ροή, ζητείται συγκριθεί η έκφραση, $T(x)$, για την εφαρμογή των περιπτώσεων:



- α) Μιας, ομοιόμορφα, ογκομετρικά παραγόμενης εσωτερικής ενέργειας, τιμής H και
 β) Μιας παραγόμενης Εσωτερικής Ενέργειας, μεταβαλλόμενης γραμμικά με τη θερμοκρασία, ως $H = H_L \cdot [1 + \beta \cdot (T - T_L)]$ όπου H_L η ροή θερμότητας στις επιφάνειες του τοιχώματος και β σταθερός συντελεστής.
12. Μία επίπεδη πλάκα, στοιχείου καυσίμου ουρανίου (*uranium fuel*), ενός πυρηνικού αντιδραστήρα, έχει πάχος 7 mm και είναι συνδεδεμένη, σε κάθε πλευρά, με φύλλο αλουμινίου (*aluminium*) πάχους 2 mm, ώστε να αποτελούν συμπαγές σύστημα. Η παραγόμενη ροή θερμότητας, εντός του στοιχείου είναι ομοιόμορφη και σταθερή, $H = 3 \cdot 10^4$ W/kg ουρανίου. Ζητούνται να προσδιορισθούν οι θερμοκρασίες της ελεύθερης επιφάνειας του αλουμινίου, (T_1), της επιφάνειας αλουμινίου/ουρανίου (T_2), και του κέντρου του στοιχείου καυσίμων (T_M), λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω προϋποθέσεις:
- Η θερμοκρασία ψύξης είναι $T_g = 413$ K
 - Η πυκνότητα του ουρανίου, $\rho = 8.9 \cdot 10^3$ kg/m³
 - Η θερμική αγωγιμότητα του αλουμινίου, $k_a = 2.1 \cdot 10^2$ W/mK
 - Η θερμική αγωγιμότητα του ουρανίου, $k_o = 24.3$ W/mK
 - Ο επιφανειακός συντελεστής θερμότητας (συντελεστής συναγωγής), στην επιφάνεια αλουμινίου/ψυκτικού φορέα, $h = 2.84 \cdot 10^4$ W/m²K
13. Ηλεκτρικό ρεύμα, 34 kA, διέρχεται μέσω επίπεδης πλάκας από χάλυβα, πάχους 1.25 cm και βάθους 10 cm. Η θερμοκρασία της μιας επιφάνειας είναι 80 °C, ενώ της άλλης 95 °C. Ζητούνται να υπολογισθούν:
- α) Η θερμοκρασιακή διάχυση μέσω της πλάκας, β) Η τιμή και η θέση της μέγιστης θερμοκρασίας, γ) Το συνολικό ποσό της παραγόμενης θερμότητας ανά μέτρο μήκους της πλάκας και δ) Η ροή θερμότητας από κάθε επιφάνεια της πλάκας.
 ($\rho_{\text{χάλυβα}} = 1.2 \cdot 10^{-6}$ Ωcm, πλευρικές επιδράσεις από τις πλευρές να θεωρηθούν αμελητέες και $k_{\text{χάλυβα}} = 54$ W/mK)

14. Εάν μέσω μιας χαλύβδινης πλάκας, πάχους 5 cm, διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, 50 kA, με αποτέλεσμα τη δημιουργία θερμοκρασιών, στη μία πλευρά της πλάκας 60 °C και στην άλλη 110 °C, ζητείται να προσδιορισθούν: α) Η θερμοκρασιακή διανομή της πλάκας, β) Η ροή θερμότητας/μονάδα επιφάνειας σε κάθε μια από τις δύο πλευρές της πλάκας, γ) Η τιμή της μέγιστης θερμοκρασίας και η θέση στην οποία αυτή εμφανίζεται, λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω προϋποθέσεις:
- το ωμικό ποσό θερμότητας παράγεται ομοιόμορφα μέσω της διατομής
 - η ειδική αντίσταση χάλυβα είναι, $\rho = 12 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ και ο συντελεστής αγωγιμότητας του χάλυβα είναι $k = 48 \text{ W/mK}$.
15. Για μια μονοδιάστατη, αλλά και σταθερής ροής, διεργασία θερμοαγωγιμότητας, σε τοίχωμα μεγάλης επιφάνειας, πάχους L και σταθερού συντελεστή, k , χωρίς πηγή παραγόμενης ενέργειας, ζητούνται οι εξισώσεις της μεταβολής της θερμοκρασίας (εντός του τοιχώματος) για τις παρακάτω συνθήκες:

$$\alpha) -k \frac{dT(0)}{dx} = \dot{q}_0 = 40 \text{ W/cm}^2 \text{ και } T(0) = T_0 = 15^\circ\text{C}$$

$$\beta) -k \frac{dT(0)}{dx} = \dot{q}_0 = 40 \text{ W/cm}^2 \text{ και } -k \frac{dT(L)}{dx} = \dot{q}_L = -25 \text{ W/cm}^2$$

$$\gamma) -k \frac{dT(0)}{dx} = \dot{q}_0 = 40 \text{ W/cm}^2 \text{ και } -k \frac{dT(L)}{dx} = \dot{q}_L = 40 \text{ W/cm}^2$$