

Interrogation écrite n°1 (5 points)

Le mur d'un four est composé de deux couches, la première est en briques spéciales d'épaisseur $e_1 = 20\text{cm}$ et de conductivité thermique $\lambda_1 = 1,38\text{W/m}^\circ\text{C}$, la deuxième couche est en briques isolantes d'épaisseur $e_2 = 10\text{cm}$ et de conductivité thermique $\lambda_2 = 0,17\text{W/m}^\circ\text{C}$. La température à l'intérieur du four est 1650°C et le coefficient d'échange convectif vaut $h_1 = 70\text{W/m}^2\text{C}$. La température ambiante est 25°C et le coefficient d'échange convectif est $h_2 = 10\text{W/m}^2\text{C}$.

- Calculer les résistances thermiques R_{CV1} , R_{C1} , R_{C2} et R_{CV2} ,
- Calculer la résistance thermique équivalente $R_{\text{équi}}$,
- Calculer la quantité de chaleur perdue à travers la paroi du four Q ,
- Déduire les températures des parois T_1 et T_2 ,
- Trouver la température à l'interface entre les des deux parois T_I .

Réponses

- Puisque on est en régime permanent, c'est la même quantité de chaleur qui traverse la structure, ainsi nous avons

$$Q = h_1 S (T_\infty - T_1) = \frac{(T_\infty - T_1)}{\frac{1}{h_1 S}} \quad \boxed{0,5}$$

$$Q = \frac{(T_1 - T_I)}{\frac{e_1}{\lambda_1 S}} \quad \boxed{0,5}$$

$$Q = \frac{(T_I - T_2)}{\frac{e_2}{\lambda_2 S}} \quad \boxed{0,5}$$

$$Q = h_2 S (T_2 - T_{\infty'}) = \frac{(T_2 - T_{\infty'})}{\frac{1}{h_2 S}} \quad \boxed{0,5}$$

Sachant que

$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

Nous obtenons les résistances thermiques (nous prenons $S=1\text{ m}^2$)

$$R_{CV1} = \frac{1}{h_1 S} = \frac{1}{70} = 0,01428 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} \quad \boxed{0,25}$$

$$R_{C1} = \frac{e_1}{\lambda_1 S} = \frac{0,2}{1,38} = 0,14492 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} \quad \boxed{0,25}$$

$$R_{C2} = \frac{e_2}{\lambda_2 S} = \frac{0,1}{0,17} = 0,58823 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}} \quad 0,25$$

$$R_{CV2} = \frac{1}{h_2 S} = \frac{1}{10} = 0,1 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}} \quad 0,25$$

b) La résistance thermique équivalente

$$R_{\text{équi}} = R_{CV1} + R_{C1} + R_{C2} + R_{CV2} = 0,01428 + 0,14492 + 0,58823 + 0,1 = 0,84743 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}} \quad 0,25$$

c) La quantité de chaleur qui traverse la structure

$$Q = \frac{(T_{\infty} - T_{\infty'})}{R_{\text{équi}}} = \frac{1650 - 25}{0,84743} = 1917,56 \text{ W} \quad 0,25$$

d) Les températures des parois T_1 et T_2 ,

$$Q = \frac{(T_{\infty} - T_1)}{R_{CV1}} \quad 0,25$$

$$T_1 = T_{\infty} - QR_{CV1} = 1650 - 1917,56 \times 0,01428 = 1622,61^{\circ}\text{C} \quad 0,25$$

$$Q = \frac{(T_2 - T_{\infty'})}{R_{CV2}} \quad 0,25$$

$$T_2 = T_{\infty'} + QR_{CV2} = 25 + 1917,56 \times 0,1 = 216,56^{\circ}\text{C} \quad 0,25$$

e) La température à l'interface entre les des deux parois T_I

$$Q = \frac{(T_1 - T_I)}{R_{C1}} \quad 0,25$$

$$T_I = T_1 - QR_{C1} = 1622,61 - 1917,56 \times 0,14492 = 1344,71^{\circ}\text{C} \quad 0,25$$