



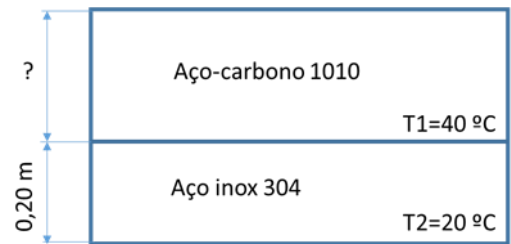
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE MECÂNICA
Correcção do 1º Teste – Transmissão de Calor e Massa

Data: 3/04/2014

Duração: 100 minutos

Problema 1 (5 valores)

Uma placa plana de aço-carbono 1010 de espessura indeterminada é colocada por cima de uma placa de aço inoxidável 304. A espessura da placa de aço inoxidável é de 0,20 m, as temperaturas desta placa puderam ser medidas e os resultados foram 40°C para a superfície superior e 20°C para a inferior. A superfície superior da placa aço-carbono está em contacto com um fluido a 40°C e com coeficiente de



troca de calor por convecção forçada de 100 W/m²K Energia radiante é absorvida pela placa de aço-carbono à taxa de 1850 W/m². Pode-se desprezar toda a radiação superior da placa de aço-carbono. Determinar a espessura da placa de aço-carbono.

Dados:

Da tabela que se encontra em livros e manuais

$$k_{\text{aço1010}} = 60,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$k_{\text{aço304}} = 14,9 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{aço1010}} = 0,20 \text{ m}$$

$$T_\infty = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 20$$

$$h_\infty = 100 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$q_r = 1850 \text{ W/m}^2$$

$$q_{\text{cond}_{\text{aço1010}}} = k_{\text{aço1010}} \frac{T_s - T_1}{L_{\text{aço1010}}}$$

$$q_{\text{conv}} = h(T_s - T_\infty)$$

$$q_{\text{rad}} = q_{\text{cond}} + q_{\text{conv}} = k_{\text{aço1010}} \frac{T_s - T_1}{L_{\text{aço1010}}} + h(T_s - T_\infty)$$

$$1850 = k_{\text{aço1010}} \frac{T_s - T_1}{L_{\text{aço1010}}} + h(T_s - T_\infty)$$

$$q_{\text{cond}_{\text{aço304}}} = k_{\text{aço304}} \frac{T_2 - T_1}{L_{\text{aço304}}} = 14,9 \frac{40 - 20}{0,20} = 1490 \text{ W/m}^2$$

$$1850 = 1490 + 100(T_s - 40)$$

$$T_s = 43,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Como o calor que atravessa por condução uma das placas é igual ao que atravessa a outra, pode-se escrever:

$$q_{cond_{aço1010}} = q_{cond_{aço304}} = k_{aço1010} \frac{T_s - T_1}{L_{aço1010}} = 60,5 \frac{43,6 - 40}{t} = 1490$$

$$t = 0,146 \text{ m}$$

Problema 2 (5 valores)

Calcule o raio crítico do isolamento para amianto [$k = 0,17 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$] em torno de um tubo que está exposto ao ar ambiente a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ com $h = 3,0 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$. Calcular a perda de calor a partir de um, tubo de $5,0 \text{ cm}$ de diâmetro a $200 \text{ }^\circ\text{C}$, quando coberto com o raio crítico de isolamento de amianto e sem isolamento.

$$r_{crit} = \frac{h}{k} = \frac{0,17}{3} = 0,0567 \text{ m} = 5,67 \text{ cm}$$

O raio interior do isolamento é $5/2 = 2,5 \text{ cm}$ então o calor transferido com o isolamento é calculado pela equação:

$$\frac{Q}{L} = \frac{2\pi(200 - 20)}{\frac{\ln(5,67/2,5)}{0,17} + \frac{1}{(0,0567)(3,0)}} = 105,7 \text{ W/m}$$

Sem isolamento a convecção na superfície externa do tubo é dada por:

$$\frac{Q}{L} = h(2\pi r)(T_i - T_o) = (3,0)(2\pi)(0,025)(200 - 20) = 84,8 \text{ W/m}$$

Problema 3 (5 valores)

Qual é a massa de uma esfera metálica de 2 cm de diâmetro com coeficiente de condutibilidade térmica $k = 40 \text{ W/mK}$ e calor específico de $600 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$, que leva uma hora e meia a arrefecer de 1150 K até 400 K , num ambiente que se encontra a 325 K com o coeficiente de transferência de calor por convecção de $20 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$.

Dados:

$$C = 600 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$T_i = 1150 \text{ K}$$

$$T = 400 \text{ K}$$

$$k = 40 \text{ W/mK}$$

$$D = 2 \text{ cm}$$

$$T_\infty = 325 \text{ K}$$

$$h_\infty = 20 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

$$L_c = \frac{V}{A_s} = \frac{\frac{4\pi r^3}{3}}{4\pi r^2} = \frac{r}{3}$$

$$B_i = \frac{hL_c}{k} = \frac{hr}{3k} = \frac{20 \cdot 0,01}{3 \cdot 40} = 0,0017 < 0,01$$

$$\frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty} = e^{-bt} \Rightarrow -bt = \ln \frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty}$$



$$b = \frac{hA_s}{\rho VC_p} \quad \left[\frac{1}{s} \right]$$

$$-\frac{hA_s}{\rho VC_p} t = \ln \frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty}$$

$$-\frac{4h\pi r^2}{mC_p} t = \ln \frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty}$$

$$m = \frac{4h\pi r^2}{C_p} t \ln \frac{T_i - T_\infty}{T - T_\infty}$$

$$m = \frac{4 \cdot 20\pi \cdot 0,01^2}{600} 5400 \ln \frac{1150 - 325}{400 - 325} = 0,094 \text{ kg}$$

Problema 4 (5 valores)

Uma alheta cilíndrica de Cobre ($k=385 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) com 1 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento, que tem a temperatura da sua base a $180 \text{ }^\circ\text{C}$ e que perde calor por convecção na sua extremidade, é colocada num ambiente onde $h = 25 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ e a temperatura média é de $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Calcule o fluxo de calor e a eficiência da alheta.

Dados:

$$h = 25 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

$$P = 0,031416 \text{ m}$$

$$D = 0,01 \text{ m}$$

$$A_c = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$A_s = 0,003142 \text{ m}^2$$

$$k = 385 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$L = 0,1 \text{ m}$$

$$T_b = 180 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q}_f = \sqrt{hPkA_c} \theta_b \frac{\sinh mL + (h/mk) \cosh mL}{\cosh mL + (h/mk) \sinh mL}$$

$$= \sqrt{25 \cdot 0,003142 \cdot 385 \cdot 7,85 \cdot 10^{-5}} (180 - 30) \frac{\sinh(5,096 \cdot 0,1) + 25/(5,096 \cdot 385) \cosh(5,096 \cdot 0,1)}{\cosh(5,096 \cdot 0,1) + 25/(5,096 \cdot 385) \sinh(5,096 \cdot 0,1)}$$

$$= 11,085 \text{ W}$$

$$Q_{sem} = h(PL + A_c) \theta_b = 25(0,0031 + 7,85 \cdot 10^{-5})(180 - 30) = 12,08 \text{ W}$$

$$\eta_a = \frac{Q_f}{Q_{sem}} = \frac{11,085}{12,080} = 0,92$$

Prof. Doutor Eng^o Jorge Nhambiu & Eng Vicente Chirime