Transferência de Calor 1

Guedes, Luiz Carlos Vieira.

G924t Transferência de calor : um / Luiz Carlos Vieira Guedes. – Varginha, 2015.
21 slides; il.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader
Modo de Acesso: World Wide Web

1. Calor – Transmissão. I. Título. II. Fundação de Ensino e Pesquisa- FEPESMIG

CDD: 621.4022
AC: 115602

Elaborado por: Isadora Ferreira CRB-06 31/06

Convecção:

Convecção natural sobre placas verticais de altura D. Neste caso, usamos as seguintes equações:

$$\mathrm{Nu} = 0{,}555 \times \mathrm{Gr}^{1/4} \times \mathrm{Pr}^{1/4} \qquad \text{onde,} \quad \mathrm{Nu} = \frac{h.L}{k}$$

Espessura da camada limite:

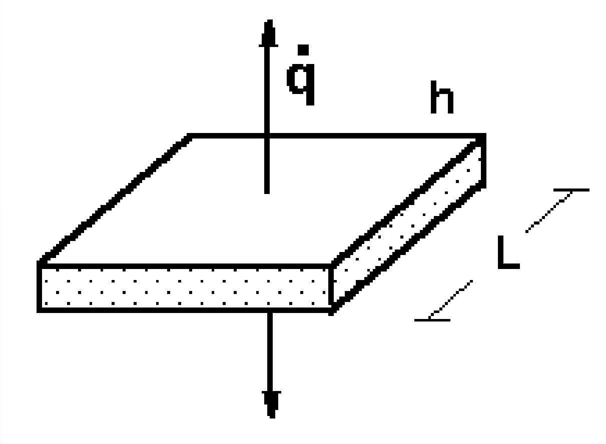
$$\delta = \frac{5x}{\sqrt{\mathrm{Re}}}$$

1- Em uma placa plana de 150 X 100 mm, eletricamente aquecida, a máxima temperatura permissível no centro da placa é 135 ºC. Para este caso específico o número de Grashof é $2{,}2 \times 10^7$ e o número de Prandt é 0,7. Sabendo que a equação empírica, obtida como auxílio da análise dimensional, que descreve a convecção natural (regime laminar) em uma placa plana é dada pela equação:

$$Nu = 0{,}555 \times Gr^{1/4} \times Pr^{1/4} \qquad \text{onde,} \quad Nu = \frac{h.L}{k}$$

Calcular o fluxo de calor transferido por convecção, por ambos lados da placa, para o ar atmosférico a 25 ºC

(k = 0,026 Kcal/h.m.ºC).



Resposta:

$$\mathrm{Nu} = \frac{h.L}{k_{ar}} = 0,555 \times \mathrm{Gr}^{1/4} \times \mathrm{Pr}^{1/4}$$

$$\frac{h \times 0,15}{0,026} = 0,555 \times \left(2,2 \times 10^{7}\right)^{1/4} \times (0,7)^{1/4} \Rightarrow h = 6,03 Kcal/h.m^{2}.^{o}C$$

O fluxo de calor por convecção é dado pela equação de Newton:

$$\dot{q} = h.A.\Delta T = 6{,}03 \times \left[2 \times \left(0{,}10 \times 0{,}15\right)\right] \times \left(135 - 25\right)$$

$$\dot{q} = 19{,}86\ Kcal/h$$

2- O cárter de um automóvel tem aproximadamente 0,6 m de comprimento, 0,2 m de largura e 0,1 m de profundidade. Supondo que a temperatura superficial seja 350 K, calcule a taxa do fluxo de calor do cárter para o ar atmosférico a 276 K e a uma velocidade de 30 m/s.

Suponha que a vibração do motor e do chassi provoque a transição do escoamento laminar para o turbulento tão próximo da borda frontal que, para fins práticos, a camada limite é turbulenta em toda a superfície. Despreze a radiação, e utilize, para as superfícies frontal e traseira, o mesmo coeficiente médio de transferência de calor por convecção que o da parte inferior e das laterais.Numero de Nusselt em regime turbulento:

Numero de Nusselt em regime turbulento:

$$Nu = \frac{h\,L}{k} = 0{,}036\,\mathrm{Pr}^{\frac{1}{3}}\,\mathrm{Re}^{0{,}8}$$

$$\mathrm{Re}_D = \frac{\rho\, v\, D}{\mu}$$

$$\mathrm{Re}_D = \frac{1{,}092\, kg/m^3\ x\, 30\ m/s\ x\, 0{,}6\ m}{19{,}123\, x\, 10^{-6}\ Ns/m^2} = 1.026.930{,}92$$

$$\mathrm{Re}_D = 1.026.930{,}92 = 1{,}026\, x\, 10^6$$

$$Nu = \frac{h\,L}{k} = 0{,}036\,\mathrm{Pr}^{\frac{1}{3}}\ \mathrm{Re}^{0{,}8}$$

$$Nu = 0{,}036\left(0{,}70\right)^{\frac{1}{3}}\left(1.026.930{,}92\right)^{0{,}8}$$

$$\boldsymbol{Nu = 2.069{,}9}$$

$$Nu = \frac{h\,L}{k}$$

$$h = \frac{Nu\;\;k}{L} = \frac{2.069{,}9\;x0{,}0265W\,/\,mK}{0{,}6m} = 91{,}42\,W\,/\,m^2\,K$$

$$q = h \; A\left(T_S - T_{00}\right)$$

$$A = [(0,6x0,2) + 2(0,6x0,1) + 2(0,2x0,1)m^2 = 0,28m^2$$

$$q = 91,42\,W / m^2\,K\;x\;0,28m^2\left(350 - 276\right) = 1894,0\,W$$

3-Encontre a espessura da camada limite hidrodinâmica nas seguintes situações:

- brisa a 1 km/h
- vento a 10 km/h
- ventania a 100 km/h

Supondo regime laminar e a uma distância de 1, 10 e 100 metros da borda, a uma temperatura de 20 ºC

$$\mathrm{Re}_D = \frac{\rho \, v \, D}{\mu} = \frac{v \, D}{\nu}$$

$$\delta = \frac{5x}{\sqrt{\mathrm{Re}}}$$

$$\rho = 1{,}1614 \, kg / m^3$$

$$\mu = 184{,}6x10^{-7} \, N.s / m^2$$

$$\nu = 15{,}89x10^{-6} \, m^2 / s$$

Resposta:

Para x = 1 m

$$1km/h = 1km/h x 1000m/km x 1h/3600s = 0,2778m/s$$

$$Re_D = \frac{1,1614kg/m^3 x 0,2778m/s x 1m}{184,6x10^{-7} N.s/m^2} = 17.477,62$$

$$\delta = \frac{5x1m}{\sqrt{17.477,62}} = 0,0378m$$

Para x = 10 m

$$1km/h = 1km/h x 1000m/km x 1h/3600s = 0,2778m/s$$

$$\mathrm{Re}_D = \frac{1,1614kg/m^3 x 0,2778m/s\ x 10m}{184,6x10^{-7}\ N.s/m^2} = 174.776,22$$

$$\delta = \frac{5x10m}{\sqrt{174.776,22}} = 0,1195m$$

Para x = 100 m

$$1km/h = 1km/h x 1000m/km x 1h/3600s = 0,2778m/s$$

$$\mathrm{Re}_D = \frac{1,1614kg/m^3 x 0,2778m/s x 100m}{184,6x10^{-7} N.s/m^2} = 1.747.762,29$$

$$\delta = \frac{5x100m}{\sqrt{1.747.776,22}} = 0,3782m$$

Para x = 1000 m

$$1km/h = 1km/h x 1000m/km x 1h/3600s = 0{,}2778m/s$$

$$\mathrm{Re}_D = \frac{1{,}1614kg/m^3 x 0{,}2778m/s x 1000m}{184{,}6x10^{-7} N.s/m^2} = 17.477.622{,}97$$

$$\delta = \frac{5x1000m}{\sqrt{17.477.622{,}97}} = 1{,}1970m$$

Para x = 1 m, velocidade

$$1km/h = 1km/h x 1000m/km x 1h/3600s = 0{,}2778m/s$$

$$\mathrm{Re}_D = \frac{1{,}1614kg/m^3 x 0{,}2778m/s\, x 1m}{184{,}6x10^{-7}\, N.s/m^2} = 17.477{,}62$$

$$\delta = \frac{5x1m}{\sqrt{17.477{,}62}} = 0{,}0378m$$

0,01m , 0,04 m, 0,12 m, 0,37 m.

Para velocidade100 km/h

0,00 m , 0,01 m , 0,04 m, 0,12 m

A medida que o fluido escoa sobre a superfície a camada limite aumenta, especialmente a baixas velocidades