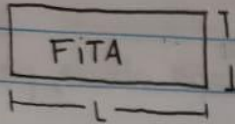


- 1) Você está estagiando em uma indústria e o Gerente Industrial solicita a você o dimensionamento de uma fita calefatora elétrica com dupla face a ser usada no pré-aquecimento de nitrogênio. A fita disponível no almoxarifado da indústria apresenta uma largura de 20 cm. A fita será instalada horizontalmente, e dissipa calor por convecção livre em ambas as faces para o nitrogênio, a $T_{\infty} = 20^{\circ}\text{C}$. Se a temperatura da superfície do calefator não pode ultrapassar 200°C , qual é o comprimento da fita a fim de dissipar 1000W de energia para o nitrogênio? Justifique.

Andreas Schwambach

1.)



Dados: Largura $e = 0,2\text{ m}$

$$T_{\infty} = 20^{\circ}\text{C} = 293,15\text{ K}$$

$$T_w = 200^{\circ}\text{C} = 473,15\text{ K}$$

$$Q = 1000\text{ W}$$

Hipóteses: Convecção Natural; escoamento totalmente desenvolvido; propriedades do N_2

$$T_{\text{filme}} = \frac{T_{\infty} + T_w}{2} = \frac{293,15\text{ K} + 473,15\text{ K}}{2} = 383,15\text{ K}$$

Propriedades do Nitrogênio em T_{filme} - TABELA B.1 OZISIK

$$\rho = 0,9024\text{ kg/m}^3$$

$$\nu = 2,40365 \cdot 10^{-5}\text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 0,0321\text{ W/mK}$$

$$Pr = 0,6947$$

$$\beta = 1/T_{\text{filme}} = 1/383,15 = 0,00261$$

Cálculo de $h_{\text{m, sup}}$ e $h_{\text{m, inf}}$:

• Face superior: sponde regime turbulento:

$$h_{\text{m, sup}} = \frac{k}{L} \cdot \text{Num}_{\text{sup}} = \frac{k}{L} \cdot 0,14 \cdot Ra^{1/3} = \frac{k}{L} \cdot 0,14 \cdot \left(\frac{\beta \cdot g \cdot L^3 (T_w - T_{\infty}) \cdot Pr}{\nu^2} \right)^{1/3}$$

$$L' = \frac{dL}{2L + 2e}$$

• Face inferior: sponde regime laminar: ($L' = \frac{A}{P} \Rightarrow L' = \frac{dL}{2L + 2e}$)

$$h_{\text{m, inf}} = \frac{k}{L} \cdot \text{Num}_{\text{inf}} = \frac{k}{L} \cdot 0,27 \cdot Ra^{1/4} = \frac{k}{L} \cdot 0,27 \cdot \left(\frac{\beta \cdot g \cdot L^3 (T_w - T_{\infty}) \cdot Pr}{\nu^2} \right)^{1/4}$$

tilibra

Substituindo os dados na equação e chutando um valor de L , encontra-se $h_{m,sup}$ e $h_{m,inf}$.

Tendo esses valores, precisamos substituí-los na expressão abaixo, para encontrar L :

$$Q = (h_{m,sup} + h_{m,inf}) \cdot e \cdot L' \cdot (T_w - T_{\infty})$$

$$L' = \frac{e \cdot L}{2L + 2e}$$

Percebe-se que essa resolução pode ser resolvida por cálculos iterativos. Utilizando a ferramenta Atingir Metas do excel e, substituindo todos os valores nas expressões acima, encontra-se:

$$L = 2,27m$$

b) Análise crítica:

O valor do comprimento está condizente. Caso o calor dissipado fosse menor que 1000W, o comprimento da fita teria que ser menor também. De maneira similar, caso a largura fosse maior, o comprimento seria menor.