Exercício 5

No estágio final de produção, um produto farmacêutico é esterilizado pelo aquecimento de 25 °C a 75 °C à medida que ele se desloca, a 0,2 m/s, através de um tubo reto de aço inoxidável, com parede delgada e diâmetro de 12,7 mm. Um fluxo térmico uniforme é mantido por um aquecedor de resistência elétrica que se encontra enrolado ao redor da superfície externa do tubo. Se o tubo possui 10 m de comprimento, qual é o fluxo térmico requerido? Se o fluido entra no tubo com um perfil de velocidades plenamente desenvolvido e um perfil de temperaturas uniforme, qual é a temperatura da superfície na saída do tubo? As propriedades do fluido podem ser aproximadas por $\rho = 1000\,\mathrm{kg/m^3}$, $c_p = 4000\,\mathrm{J/(kg \cdot K)}$, $\mu = 2 \times 10^{-3}\,\mathrm{kg/(m \cdot s)}$, $k = 0{,}8\,\mathrm{W/(m \cdot K)}$ e $Pr = 10$.

Exercício 6

A seção de evaporação de uma bomba de calor está instalada no interior de um grande tanque de água, que é usado como uma fonte de calor durante o inverno. À medida que a energia é extraída da água, ela começa a congelar, criando um banho de água e gelo a 0 °C, que pode ser usado para o resfriamento do ar durante o verão. Considere condições para o resfriamento durante o verão, nas quais o ar é passado pelo interior de um conjunto de tubos de cobre, cada um com diâmetro interno $D = 50\,\mathrm{mm}$, submerso no banho de água e gelo. Se o ar entra em cada tubo a uma temperatura média de $T_{m,e} = 24\,°\mathrm{C}$ e a uma vazão de $0{,}01\,\mathrm{kg/s}$, qual comprimento de tubo L fornecerá uma temperatura na saída de $T_{m,s} = 14\,°\mathrm{C}$? Com 10 tubos passando através de um tanque com volume total $V = 10\,\mathrm{m}^3$, que contém inicialmente 80% de gelo em volume, quanto tempo irá levar para fundir a totalidade do gelo? A massa específica e o calor latente de fusão do gelo são $920\,\mathrm{kg/m}^3$ e $3{,}34 \times 10^5\,\mathrm{J/kg}$, respectivamente.

Exercício 7

Os produtos de combustão de um queimador são direcionados para uma aplicação industrial através de um tubo metálico de parede delgada, com diâmetro $D_i = 1\,\mathrm{m}$ e comprimento $L = 100\,\mathrm{m}$. O gás entra no tubo a pressão atmosférica, com temperatura média e velocidade de $T_{m,e} = 1600\,\mathrm{K}$ e $u_{m,e} = 10\,\mathrm{m/s}$, respectivamente. Eles têm que sair do tubo com uma temperatura não inferior a $T_{m,s} = 1400\,\mathrm{K}$. Qual é a espessura mínima de um isolamento de alumina-sílica $[k_{\mathrm{iso}} = 0{,}125\,\mathrm{W/(m \cdot K)}]$ necessária para satisfazer a exigência na saída no caso das piores condições, que são o tubo exposto ao ar ambiente a $T_\infty = 250\,\mathrm{K}$ e com uma velocidade de escoamento cruzado $V = 15\,\mathrm{m/s}$? As propriedades do gás podem ser aproximadas pelas do ar e, como uma primeira estimativa, o efeito da espessura do isolante no coeficiente convectivo e na resistência térmica associada ao escoamento cruzado pode ser desprezado.

Exercício 8

R-134a é transportado a 0,1 kg/s através de um tubo de Teflon com diâmetro interno $D_i = 25\,\mathrm{mm}$ e diâmetro externo $D_e = 28\,\mathrm{mm}$, enquanto ar atmosférico a $V = 25\,\mathrm{m/s}$ e $300\,\mathrm{K}$ escoa em escoamento cruzado sobre o tubo. Qual é a taxa de calor para o R-134a a $240\,\mathrm{K}$, por unidade de comprimento do tubo?