

Exercício de troca de calor radiante

Um gás de chaminé a $T_g = 1000\text{K}$ e $P_T = 2\text{atm}$, com composição dada na tabela, flui sobre um banco de tubos disposto segundo um arranjo triangular/quadrado equilátero, tendo os tubos $D = 7,6\text{ cm}$ e espaçamento $S = 2D$. Os tubos são mantidos a uma $T_w = 500\text{K}$ uniforme e são considerados negros.

Exercício de troca de calor radiante

Calcule o intercâmbio líquido de calor radiante entre a mistura gasosa e os tubos, por m^2 da superfície da parede dos tubos.

Adicionalmente, justifique os resultados encontrados por você e faça uma análise crítica dos mesmos mediante comparação com os resultados obtidos em outras condições.

Informações adicionais: 2 Atm; 0,6 H_2O ; 0,3 CO_2 ;

Resolução

Utilizamos:

$$q = \sigma(\mathcal{E}_g T_g^4 - \alpha_g T_w^4)$$

Precisamos descobrir \mathcal{E}_g e α_g , para tanto usamos o comprimento equivalente:

$$L = 3(S - D)$$

$$L = 3(7,6 \text{ cm} \cdot 2 - 7,6 \text{ cm}) = 22,8 \text{ cm}$$

Resolução

$$P_w = 0,6 \cdot 2 \text{ atm} = 1,2 \text{ atm}$$

$$P_{CO_2} = 0,3 \cdot 2 \text{ atm} = 0,6 \text{ atm}$$

Para água:

$$22,8 \text{ cm} \cdot 1,2 \text{ atm} \approx 0,27 \text{ m} \cdot \text{atm} \rightarrow \mathcal{E}_{g,1000k} \approx 0,2$$

$$\rightarrow \mathcal{E}_{g,500k} \approx 0,27$$

Para CO_2 :

$$22,8 \text{ cm} \cdot 0,6 \text{ atm} \approx 0,13 \text{ m} \cdot \text{atm} \rightarrow \mathcal{E}_{g,1000k} \approx 0,13 \rightarrow \mathcal{E}_{g,500k} \approx 0,11$$

Resolução

Corrigimos

Para água:

$$\frac{P_w + P_T}{2} = 1,6 \rightarrow \approx 1,5 \rightarrow \mathcal{E}_{g,1000k} \approx 0,2 \cdot 1,5 = 0,3$$

$$\rightarrow \mathcal{E}_{g,500k} \approx 0,27 \cdot 1,5 \approx 0,41$$

Para CO_2 :

$$P_T = 2 \rightarrow \approx 1,2 \rightarrow \mathcal{E}_{g,1000k} \approx 0,13 \cdot 1,2 \approx 0,16$$

$$\rightarrow \mathcal{E}_{g,500k} \approx 0,11 \cdot 1,2 \approx 0,13$$

Resolução

Juntamos:

$$\frac{P_w}{P_{CO_2} + P_w} \approx 0,6 \rightarrow P_w \cdot L + P_{CO_2} \cdot L = 0,4 \text{ m} \cdot atm \approx 1,3 \text{ ft} \cdot atm$$

$$\rightarrow \Delta \mathcal{E}_{1000K} \approx 0,02 ; \Delta \mathcal{E}_{500K} \approx 0,04$$

Assim:

$$\mathcal{E}_g = 0,3 + 0,16 + 0,02 = 0,48$$

$$\alpha_g = 0,27 + 0,11 + 0,04 = 0,42$$

Resolução

Por fim:

$$q = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4} (0,48 \cdot 1000\text{K}^4 - 0,42 \cdot 500\text{K}^4)$$

$$\therefore q \approx 25,73 \text{ kW/m}^2$$

Obrigado!