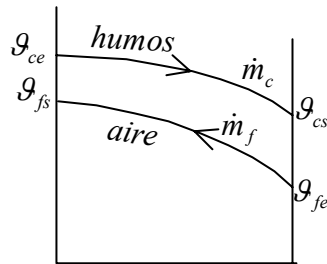


## Problema

Los humos de una caldera se utilizan para precalentar el aire de combustión en un intercambiador de calor de flujos cruzados. Los gases de salida entran en el cambiador a  $450^{\circ}\text{C}$  y salen a  $200^{\circ}\text{C}$ . El aire entra en el cambiador a  $70^{\circ}\text{C}$  y sale a  $250^{\circ}\text{C}$  con un gasto de  $10\text{kg/s}$ . Se supone que las propiedades del humo pueden aproximarse a las del aire. El coeficiente global de transmisión de calor en el intercambiador es de  $154\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ . Calcular la superficie que debe de tener el intercambiador si a) el aire no se mezcla mientras que los humos se mezclan, y b) tanto el aire como los humos no se mezclan.



$$\begin{aligned} g_{ce} &= 450^{\circ}\text{C}; \quad g_{fe} = 70^{\circ}\text{C} \\ g_{cs} &= 200^{\circ}\text{C}; \quad g_{fs} = 250^{\circ}\text{C} \\ \dot{m}_f &= 10\text{kg} / \text{s} \\ U &= 154\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K} \end{aligned}$$

$$\Delta g_1 = g_{ce} - g_{fs} = 200^{\circ}\text{C} ; \quad \Delta g_2 = g_{cs} - g_{fe} = 130^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta g_{m_{cc}} = \frac{\Delta g_1 - \Delta g_2}{\ln \frac{\Delta g_1}{\Delta g_2}} = \frac{200 - 130}{\ln \frac{200}{130}} = 162,5^{\circ}\text{C}$$

$$\dot{Q} = \dot{m}_f c_{p_f} (g_{fs} - g_{fe})$$

$$\frac{70 + 250}{2} = 160^{\circ}\text{C} \text{ es la temperatura media del aire}$$

$$\text{Mirando en las tablas de aire: } g = 160^{\circ}\text{C} \rightarrow c_p = 1.030\text{J}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$\dot{Q} = 10 \cdot 1.030(250 - 70) = 1.854.000\text{W} ; \quad \dot{Q} = UAF\Delta g_{m_{cc}}$$

a) Aire sin mezclar:  $\vartheta_e = 70^\circ C$  ;  $\vartheta_s = 250^\circ C$

Humos mezclados:  $\vartheta_e = 450^\circ C$  ;  $\vartheta_s = 200^\circ C$

$$\left. \begin{aligned} Z &= \frac{(\vartheta_e - \vartheta_s)(\text{mezclado})}{(\vartheta_s - \vartheta_e)(\text{sin mezclar})} = \frac{450 - 200}{250 - 70} = 1,39 \\ P &= \frac{(\vartheta_s - \vartheta_e)(\text{sin mezclar})}{\vartheta_e(\text{mezclado}) - \vartheta_e(\text{sin mezclar})} = \frac{250 - 70}{450 - 70} = 0,473 \end{aligned} \right\} \rightarrow F \approx 0,75$$

$$\boxed{A = \frac{\dot{Q}}{UF\Delta\vartheta_{mcc}} = \frac{1.854.000}{154 \cdot 0,75 \cdot 162,5} = 98,78 m^2}$$

b)

$$\left. \begin{aligned} Z &= \frac{450 - 200}{250 - 70} = 1,39 \\ P &= \frac{250 - 70}{450 - 70} = 0,473 \end{aligned} \right\} \rightarrow F = 0,85$$

$$\boxed{A = \frac{1.854.000}{154 \cdot 0,85 \cdot 162,5} = 87,2 m^2}$$

### Ejercicio

Como parte de un sistema de acondicionamiento de aire, se requiere un intercambiador de calor de tubo con aletas para elevar  $10 kg/s$  de aire de  $8$  a  $30^\circ C$  usando agua caliente que entra a  $80^\circ C$  y sale a  $70^\circ C$ . El tubo con aletas tiene una superficie interior de  $0,075 m^2$  y una superficie exterior de  $0,6 m^2$  por cada metro de longitud de tubería.

Calcular la longitud de tubería que se requiere en el intercambiador de calor si los coeficientes de película son de  $40 W/m^2 \cdot K$  en el lado del aire y de  $1.600 W/m^2 \cdot K$  en el lado del agua. Se desprecia la resistencia térmica a través de la pared del tubo.

Para el aire, tomar  $c_p = 1,005 kJ/kg \cdot ^\circ C$