

# Práctico 1

2024

## Ejercicio 1

Determinar el coeficiente de transferencia de calor por radiación utilizando el ábaco de emisividad de humos del curso para los siguientes casos:

- $T_g = 725$  °C,  $T_p = 300$  °C, % $CO_2 = 12$ , % $H_2O = 14$ . Disposición en tresbolillo con tubos de 2 " y separación entre tubos de un diámetro.
- $T_g = 800$  °C,  $T_p = 440$  °C, % $CO_2 = 13$ , % $H_2O = 5$ . Disposición en tresbolillo con tubos de 2,5 " y separación entre tubos de dos diámetros.
- $T_g = 800$  °C,  $T_p = 400$  °C, % $CO_2 = 9$ , % $H_2O = 16$ . Disposición en tresbolillo con tubos de 2,5 " y separación entre tubos de dos diámetros.
- $T_g = 900$  °C,  $T_p = 375$  °C, % $CO_2 = 12$ , % $H_2O = 12$ . Disposición en línea (flujo externo) con tubos de 3 " y separación entre tubos de un diámetro.
- $T_g = 900$  °C,  $T_p = 375$  °C, % $CO_2 = 11$ , % $H_2O = 11$ . Flujo interno por tubos de 3 " de diámetro.

$T_g$  es la temperatura media de los humos,  $T_p$  la temperatura de la pared, y  $CO_2$  y  $H_2O$  son los porcentajes de dióxido de carbono y vapor en los humos en base húmeda ( $[CO_2]$  y  $[H_2O]$ ).

## Ejercicio 2

Para las siguientes combustiones con aire determinar composición de humos húmedos en base húmeda y en base seca, exceso, gasto de aire, gasto de humos húmedos y semi-húmedos, y entalpía de los humos.

Observaciones:

- Para el cálculo de entalpías utilizar las tablas de entalpías de humos semi-húmedos del curso.
  - Utilizar como referencia agua líquida y 25 °C.
- FuelOil con composición elemental  $C = 86$  % ;  $H = 11$  % ;  $S = 3$  % . Análisis de humos en base seca:  $(CO_2) = 10\%$ ,  $(CO) = 0\%$ .  $T_{humos} = 250$  °C.

- b) Carbón con  $C = 81,3 \%$  ;  $H = 4,9 \%$  ;  $O = 4,5 \%$  ;  $N = 1,1 \%$  ;  $Ash = 8,2 \%$  ;  $H_2O = 7 \%$  (en base seca). Análisis de humos en base seca:  $(CO_2) = 15,5\%$ ,  $(CO) = 0\%$ .  $T_{humos} = 220 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- c) Gas Natural con composición volumétrica  $CH_4 = 80 \%$  ;  $C_2H_6 = 20 \%$ . Exceso de  $E = 15 \%$ . Análisis de humos en base seca:  $(CO) = 2000 \text{ ppm}$ .  $T_{humos} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- d) Leña con  $C = 39 \%$  ;  $H = 3,8 \%$  ;  $O = 36,5 \%$  ;  $Ash = 0,6 \%$  ;  $H_2O = 20 \%$ . Exceso de  $E = 40 \%$ . Análisis de humos en base seca:  $(CO) = 0\%$ .  $T_{humos} = 180 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### Ejercicio 3

Determinar la temperatura de llama adiabática de las combustiones del Ejercicio 2, usando las tablas de entalpías de humos del curso, bajo las siguientes condiciones:

- a) FuelOil ingresando a  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  con aire a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $Q_{p,FO}^s = 10500 \text{ kcal/kg}$ .
- b) Carbón ingresando a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  con aire a  $130 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $Q_{p,C}^s = 9500 \text{ kcal/kg}_{BS}$ .
- c) Carbón ingresando a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  con aire a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $Q_{p,C}^s = 9500 \text{ kcal/kg}_{BS}$ .
- d) Gas Natural ingresando a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  con aire a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $Q_{p,GN}^s = 9300 \text{ kcal/Nm}^3$ .
- e) Leña ingresando a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  con aire a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Calcular para humedades de  $20\%$  y  $30\%$  en base húmeda.  $Q_{p,L}^s = 4200 \text{ kcal/kg}_{BS}$ .

Analizar diferencias en cuanto al combustible, temperaturas de ingreso del aire y el combustible, y humedad del combustible.

### Ejercicio 4

El sobrecalentador de una caldera consiste en un intercambiador humos de combustión/vapor, el cual trabaja en las siguientes condiciones:

*Vapor*

Ingresa al sobrecalentador saturado a  $20 \text{ bara}$ , y sale del mismo a  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ . El gasto másico es de  $20160 \text{ kg/h}$  y la velocidad media es de  $30 \text{ m/s}$ . Propiedades del vapor a la temperatura media:  $v = 0,12 \text{ m}^3/\text{kg}$ ;  $\mu = 20,3 \times 10^{-6} \text{ kg/ms}$ ;  $k = 4,2 \times 10^{-2} \text{ kcal/mhK}$ ;  $Pr_f = 1,077$ ;  $Pr_p = 1,080$  (a Tp).

*Humos*

Entran provenientes del hogar a  $1005 \text{ }^\circ\text{C}$ , y salen del sobrecalentador a  $845 \text{ }^\circ\text{C}$ . El gasto másico de humos es  $42000 \text{ kg/h}$ , y su velocidad media es  $12,5 \text{ m/s}$ . El contenido de  $[CO_2]$  y  $[H_2O]$  de los humos húmedos es  $13 \%$  en ambos casos.

*Geometría*

Banco de tubos de  $1,9 \text{ ''}$  de diámetro exterior ( $D_e$ ) y  $1,61 \text{ ''}$  de diámetro interior ( $D_i$ ) en disposición tresbolillo. Los tubos tienen una separación entre centros de tres diámetros exteriores.

Se pide:

- a) Coeficiente de transferencia convectivo del lado del vapor.
- b) Coeficiente de transferencia convectivo del lado de los humos.
- c) Coeficiente de radiación del lado de humos.
- d) Coeficiente Global de intercambio referido al área exterior (despreciar resistencia del material). Estimar el error que se comete si no se considera el coeficiente convectivo del lado del vapor.
- e) Área si el flujo es contracorriente.
- f) Estimar temperatura máxima de pared en el sobrecalentador.
- g) Identificar en la figura el sobrecalentador.

