

## Práctico 2

2024

### Ejercicio 1

Una caldera acuotubular que produce 30ton/h de vapor sobrecalentado a 40 ata y 460 °C, quema Fuel Oil ( $T_{FO} = 120^{\circ}\text{C}$ ) con las siguientes características: composición en masa  $C = 84\%$  ;  $H = 5,7\%$  ;  $O = 3,9\%$  ;  $Ash = 6,4\%$  ;  $PCS = 9000\text{ kcal/kg}$ , exceso de 30%, siendo la temperatura en la chimenea 250°C y la del agua de entrada a la caldera 130°C.

- Determinar la composición de los humos húmedos en base húmeda si se considera que la combustión es completa.
- Determinar el gasto másico de humos semihúmedos ( $\text{kg}_{H9H}/\text{kg}_{FO}$ ) y de humos húmedos ( $\text{kg}_{HH}/\text{kg}_{FO}$ ).
- Calcular el consumo de combustible en ton/h.
- Calcular el rendimiento de la caldera  $\eta_{GV} = \frac{\dot{m}_v(h_2-h_1)}{\dot{m}_{FO} \times PCS} = \frac{G_v(h_2-h_1)}{PCS}$ .

### Ejercicio 2

Una planta industrial posee una caldera marina escocesa (humotubular con hogar interior) de tres pasos incluyendo el hogar. La caldera produce 1800kg/h de vapor saturado a 7ata, quemando completamente un Fuel Oil de composición:  $C = 85\%$ ,  $H = 15\%$  con  $PCS = 10000\text{kcal/kg}$ , obteniendo en humos ( $\text{CO}_2$ ) = 13%.

El Fuel Oil es precalentado con vapor del mismo generador, llegando con una temperatura de 120°C a la lanza del quemador.

Información adicional:

- Temperatura de combustible en el tanque diario 25°C (antes de ser precalentado por el vapor)
- Temperatura de entrada del agua a la caldera 109°C
- Temperatura de chimenea 293°C
- Temperatura de sala de calderas 20°C

Se pide:

- a) Esquematizar a la caldera como una "caja negra" y representar el precalentador de Fuel Oil fuera de ella (intercambiador Fuel Oil - Vapor). Agregar temperaturas conocidas
- b) Calcular la cantidad de combustible a quemar en estas condiciones en  $\text{kg}_{FO}/\text{h}$ .
- c) Calcular la cantidad necesaria de vapor para el precalentamiento del combustible en  $\text{kg}_v/\text{h}$ .

El equipo de combustión del generador anterior está diseñado para poder quemar completamente un gas cuya composición volumétrica es:  $CH_4 = 99,6\%$ ,  $N_2 = 0,4\%$  con  $PCS = 8879\text{kcal}/\text{Nm}^3$ , obteniendo  $CO_2 = 11,7\%$ . Se estima trabajar con una temperatura de chimenea de  $170^\circ\text{C}$ .

- d) Calcular el consumo de gas necesario para cubrir las necesidades de vapor de la planta.

**Nota:** Las condiciones  $\text{Nm}^3$  (normal metro cúbico) corresponden a temperatura de  $273,15\text{ K}$  y presión atmosférica  $101,325\text{ kPa}$

### Ejercicio 3

Se tiene una caldera acuotubular que produce vapor sobrecalentado a  $30\text{ata}$ . Se queman  $9000\text{kg}/\text{h}$  de leña cuya composición es:  $C = 34\%$ ,  $H = 5\%$ ,  $O = 38\%$ ,  $H_2O = 23\%$ , poder calorífico superior  $PCS = 3300\text{ kcal}/\text{kg}_{BH}$ .

Al analizar los humos se obtiene un valor de  $14\%$  de  $CO_2$  y  $0\%$  de  $CO$  (ambos en base seca).

El hogar tiene una emisividad de pared de  $\varepsilon_P = 0,85$  y se estima una emisividad de llama de  $\varepsilon_U = 0,35$ .

Se pide:

- a) Calcular el área corregida del hogar ( $F_H = A_H \times \varepsilon_H$ ) para que la temperatura de salida del hogar sea  $T_{SH} = 950^\circ\text{C}$  si el aire ingresa al hogar a  $25^\circ\text{C}$ .
- b) Calcular el área efectiva ( $A_H$ ) para los siguientes casos:
  - i. Tubos contiguos
  - ii. Una fila de tubos con separación entre centros de  $L = 3D$  con  $D$  el diámetro de los tubos
- c) Estimar el volumen del hogar si se considera  $q_v = 100\text{ kW}/\text{m}^3$

### Ejercicio 4

Se tiene una caldera acuotubular que genera  $30\text{ton}/\text{h}$  de vapor sobrecalentado a  $22\text{ata}$  utilizando como combustible Fuel Oil. El agua de alimentación a la caldera ingresa a  $130^\circ\text{C}$ .

Se sabe que el generador de vapor cuenta con un economizador que está formado por un banco de tubos de 1 1/2" de diámetro en tresbolillo de flujo contracorriente. Se tienen los siguientes datos del economizador:

- Coeficiente convectivo del lado del agua =  $3985 \text{ kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Área de pasaje de humos  $1 \text{ m}^2$ .
- Área de intercambio  $55 \text{ m}^2$ .
- El flujo másico de humos húmedos es  $45600 \text{ kg/h}$  con un contenido de  $(\text{CO}_2) = 12\%$  (en base seca).
- La temperatura de los humos a la salida del economizador es  $T_{SE} = 350 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Calcular la temperatura de entrada del agua al domo superior y la temperatura de los humos a la entrada del economizador.

**Nota:** Recordar que por ser una caldera acuotubular el agua va por dentro de tubos en todas las superficies de intercambio del generador

### Ejercicio 5

Se considera una caldera acuotubular que en su condición nominal produce  $75 \text{ ton/h}$  de vapor sobrecalentado a  $54 \text{ ata}$  y  $460 \text{ }^\circ\text{C}$  con un rendimiento del  $82\%$ . El agua entra a la caldera a  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ .

En esa condición se sabe que:

- En el hogar se transfiere el  $64\%$  del calor de vaporización.
- Cuenta con sobrecalentador convectivo.
- Cuenta con banco de convección.
- Cuenta con economizador: eficiencia del intercambiador  $\varepsilon_{ECO} = 0,4$
- Cuenta con precalentador de aire: eficiencia del intercambiador  $\varepsilon = 0,3$

Quema completamente un Fuel Oil:

- Composición:  $C = 81\%$ ,  $H = 13\%$ ,  $O = 4\%$ ,  $N = 1,5\%$ .  $Ash = 0,5\%$
- $PCS = 10300 \text{ kcal/kg}$
- $E = 15 \%$

La purga continua de superficie representa el  $1 \%$  de la producción de vapor.

Se pide:

- a) Realizar el diagrama horizontal de la caldera, siguiendo el circuito de humos. Plantear las ecuaciones e incógnitas (temperaturas, áreas de transferencia, calores, etc) del problema.

- b) Calcular el consumo de combustible y la temperatura de salida de los humos  $T_{CH}$
- c) Calcular el resto de temperaturas intermedias de ambos circuitos (humos, agua, aire)
- d) Calcular el área corregida del hogar ( $F_H$ ) si se sabe que las paredes del hogar tienen una emisividad de  $\varepsilon_P = 0,9$  y se estima una emisividad de llama de  $\varepsilon_U = 0,35$