



EJERCICIOS

2.1. Usando el programa de cálculo disponible, determine el aire teórico y el dosado estequiométrico de los siguientes combustibles industriales:

- a) Fuel n° 1
- b) Fuel BIA
- c) Gasóleo C
- d) Gas natural
- e) Propano

2.2 Usando los datos anteriores determine para los mismos combustibles la temperatura teórica de combustión.

2.3 Para los combustibles líquidos anteriores, estime las temperaturas mínimas de los gases de escape requeridas para evitar el rocío ácido. Para estas temperaturas, calcule el calor disponible en el hogar y el rendimiento de combustión.

2.4 Una caldera de vapor saturado acuotubular presenta las siguientes características:

- Capacidad de vaporización 20 t/h
- Presión del vapor 10 kg/cm²
- Retorno de condensados 10 t/h
- Salinidad del agua de aportación 1000 ppm
- Análisis de los gases de combustión:
 - O₂ medio (exceso de aire) 5 % (n=1,3)
 - CO 150 ppm
 - Temperatura de los gases 150 °C
 - Temperatura ambiente 20 °C
- Combustible (Fueloil BIA):
 - Consumo 1,51 t/h
 - Poder calorífico inferior 9880 kcal/kg
 - Carbono 85% (wt)
 - Hidrógeno 10 % (wt)
 - Azufre 0,94 % (wt)
- Horas de utilización 7.000 h/año

Calcule el rendimiento de la instalación y estima las diferentes pérdidas de la instalación. Compare y discuta los resultados.

2.5. Considere el caso anterior, pero suponga ahora que los gases de combustión salen a 250°C. Calcule las pérdidas y analice las siguientes modificaciones, estableciendo el ahorro anual en combustible.

- a) Instalación de un precalentador de aire de combustión que reduzca la temperatura de los gases de escape a 150°C.
- b) Instalación de un economizador de agua que reduzca la temperatura de los gases de escape a 150 °C.
- c) Instalación de un nuevo tratamiento del agua de aportación que reduzca su salinidad a 300 ppm.

2.6 Un secadero de tambor rotativo opera en las condiciones siguientes:



- Consumo de fuel-oil BIA : 1500 kg/h
- O₂ en gases de combustión: 6% b.s.
- Aire ambiente: 20°C
- Temperatura de entrada de gases al tambor: 700°C
- Temperatura de salida del tambor: 150°C
- Producto húmedo a secar: 20.000 kg/h
- Temperatura de entrada del producto: 90°C
- Humedad inicial del producto: 80% sobre el total
- Humedad final del producto: 10% sobre el total
- Calor específico del producto seco: 0,3 kcal/kg°C

Establecer:

- a) El aire de dilución necesario, suponiendo que nos se producen pérdidas de calor en la mufla ni en la cámara de dilución.
- b) Las pérdidas de calor en el tambor y rendimiento energético del secadero

2.7 Para mejorar el rendimiento de la instalación anterior, considere la opción de recircular vahos de salida del tambor para así enfriar los gases de entrada al tambor sin necesidad de introducir aire de dilución. Suponga las mismas condiciones de combustión y las mismas pérdidas de calor en el tambor. Establezca:

- a) El nuevo consumo de combustible, el ahorro obtenido y el rendimiento energético del secadero.
- b) El caudal de recirculación de vahos.

2.8 En la caldera del ejercicio 2.4 se ha analizado la instalación de un sistema de recuperación de calor de la purga mediante un *flash* a 2 kg/cm² y un intercambiador de calor en el condensado del flash, de forma que se vierta la purga a 30°C. Tanto el revaporizado como el calor recuperado en el condensado se invierten en precalentar el agua de reposición. Estime el ahorro de combustible.

2.9 En la caldera del ejercicio 2.4 se estudia el traslado del ventilador de impulsión del aire comburente a la parte superior de la caldera donde el aire se aspira a 40°C. Estime el ahorro de combustible que puede suponer esta medida.

2.10 Una caldera que quema fuel-oil BIA tenía una fuerte incrustación interior. Las condiciones de trabajo eran:

- Consumo: 3000 t/año
- % de O₂ en los gases : 6%
- Temperatura de salida de gases: 260°C
- Temperatura ambiente: 20°C

Se sometió a la caldera a una limpieza química, con lo que se redujo la temperatura de salida de gases a 220°C. Las restantes pérdidas eran el 3%. Estime el ahorro de combustible.

2.11 En una caldera de vapor la combustión de fuel-oil BIA correspondía como media a:

- Consumo: 2.000 t/año
- % de O₂ en los gases : 9%
- Temperatura de salida de gases: 220°C
- Temperatura ambiente: 20°C



Se revisó el quemador y se observaron numerosas holguras. Se corrigieron y se ajustó la relación aire/fuel-oil, obteniéndose como media los valores siguientes:

- % de O₂ en los gases : 5%
- Temperatura de salida de gases: 210°C

Las restantes pérdidas son fijas y suponen aproximadamente el 3%. Estime el ahorro de combustible de esta reparación.

2.12 Un horno trabaja con fuel-oil BIA de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Consumo: 356 kg/h
- % de O₂ en los gases : 5%
- Temperatura de salida de gases: 500 °C
- Temperatura ambiente: 20°C

Se decidió instalar una caldera de recuperación de calor para producir vapor saturado a 10 bar con agua de alimentación a 90°C, que anteriormente se obtenía con un rendimiento energético medio del 80%. Como resultado de esto la temperatura de los gases del horno se rebajaban hasta 175°C. Estime el ahorro de combustible de esta actuación.

2.13 En un secadero de tambor rotatorio se quema fuel-oil BIA de acuerdo con:

- Consumo: 2000 kg/h
- % de O₂ en los gases : 7%
- Temperatura ambiente: 20°C

El aire de dilución es 80.000 kg/h y se evaporan 20.000 kg de agua. La temperatura de salida de vahos es 200°C. Se instaló un sistema *bi-transfer* con fluido térmico en el que se calentaba el aire comburente y el de dilución hasta 90°C. Estime el ahorro de combustible de esta actuación.