

Problema 1

Dado que quedó fuera de servicio un rebullidor tipo kettle, se decidió emplear uno existente en planta. Debido a la urgencia de su reemplazo, no se verificó su factibilidad ni tampoco si el equipo estaba sucio o no.

El rebullidor tipo kettle disponible tiene un mazo de 226 tubos U de 3/4" de diámetro, BWG 16, con arreglo de cuadrado, Pt = 1" y de 4.90 m de largo.

El mismo quiere usarse para evaporar 30000 kg/h de n-heptano a 3 bar(a) que ingresan subenfriados al evaporador a una temperatura de 110°C. No obstante, cuando se lo puso en marcha, solo se obtuvieron 20500 kg/h de vapor.

El calentamiento se efectúa con un aceite térmico a una temperatura de 160°C. Por requerimientos externos se controla el cambio de temperatura del aceite a 5°C. El coeficiente pelicular del mismo puede aproximarse a 10000 W/m2K.

- Como ingeniero de procesos tenés que averiguar:
- a) ¿Está sucio el equipo? ¿Qué valor de ensuciamiento tiene?
 - b) Si se lo limpia, ¿podrá alcanzar la vaporización prevista?
 - c) De acuerdo a la respuesta del inciso b) determiná cuánto puede vaporizarse.

Propiedades	Aceite térmico	n-heptano	
		vapor	líquido
Densidad (kg/m3)	1200	1.3	869.6
Viscosidad (cp)	1.5	0.012	0.2
Capacidad Calor.(kJ/kg°C)	5.684	1.230	1.840
Conduct. Térmica (W/m °C)	0.4	0.03	0.15
Calor de condensación (KJ/kg)		720	

La tensión superficial del n-heptano es de 0.068 N/m

Ecuación de Antoine para el n-heptano: $\log_{10}(P_{vap}) = A - B / (T + C)$ --- P en bar y T en °C

Siendo: A=4.02023, B=1263.909, C=216.432

Respuesta:

Problema 2

Se dispone de un horno de forma paralelepípeda cuya configuración interna se desconoce, solo se sabe que posee zona radiante y convectiva (escudo y aleteada). En la actualidad el horno es utilizado para calentar un aceite industrial y un ensayo del mismo arroja los siguientes resultados:

Caudal de combustible:	896 kg/h
Poder calorífico:	23000 Kcal/ kg
Temperatura de los gases de la cámara de combustión:	800 °C
Temperatura de los gases a la salida zona convectiva:	400 °C
Temperatura de piel de tubo:	426 °C
% de pérdida por la pared:	2 %
Caudal de aceite industrial:	19702 Kg/h
Capacidad térmica del aceite:	1.5 Kcal/Kg °C
Temperatura de entrada del aceite al horno:	35 °C
Temperatura de salida del aceite del horno:	592 °C

Dicho horno se requiere usar a futuro para el sobrecalentamiento de 180 tn/h de vapor ($C_p = 0.56 \text{ Kcal/h}^\circ\text{C}$) de 212 °C a 400 °C.

Indique si esto es posible y justifique numéricamente.

Respuesta:

a) ¿Con qué porcentaje de exceso de aire se encuentra operando?

Dicho horno se usó, en un segundo ensayo, para el calentamiento de 32000 kg/h de fluido térmico. La capacidad calorífica del fluido térmico es de 1.65 Kcal/h °C y la temperatura de entrada del mismo es 40 °C. Se incrementó el caudal de combustible, manteniendo el mismo exceso de aire que en el primer ensayo realizado, y se obtuvo una temperatura en la cámara de combustión de 900 °C, 510 °C como temperatura de piel de tubo y 680 °C a la salida de la zona convectiva. La emisividad del gas es constante en el rango de temperatura de trabajo y las pérdidas por la pared nuevamente representan un 2 %.

Informe:

- b) ¿Cuál fue la temperatura de salida de la corriente de fluido térmico?
- c) ¿Cuál fue el caudal de combustible utilizado?