

En una planta de fabricación de ácido sulfúrico a partir de azufre se seca una corriente de aire atmosférico en condiciones extremas de saturación a 25°C hasta una humedad despreciable. El secado se realiza en una torre rellena y en contracorriente con un caudal de ácido sulfúrico de 22000 kg/h , que entra a 50°C con una concentración del 96 %p. El caudal de la corriente de aire atmosférico, expresado como masa de aire seco, es de 36000 kg/h . A la salida de la torre el ácido se refuerza con ácido sulfúrico de una concentración de 98,6 %p y a una temperatura de 85°C . El ácido reforzado llega a una concentración del 96 %p. Este ácido se bombea, en parte, al sistema de absorción, y en parte se recicla a la parte alta de la torre, pasando antes a través de un refrigerante, en el que se enfría desde la temperatura de bombeo hasta los 50°C .

A la torre de absorción entra una corriente de gases a 125°C con la siguiente composición: N_2 1050 kmol/h O_2 25 kmol/h SO_3 90 kmol/h . Esta corriente se quiere absorber con un caudal de 30000 kg/h de ácido sulfúrico del 98,6 %p a 85°C . El rendimiento de la absorción se puede considerar del 100 %.

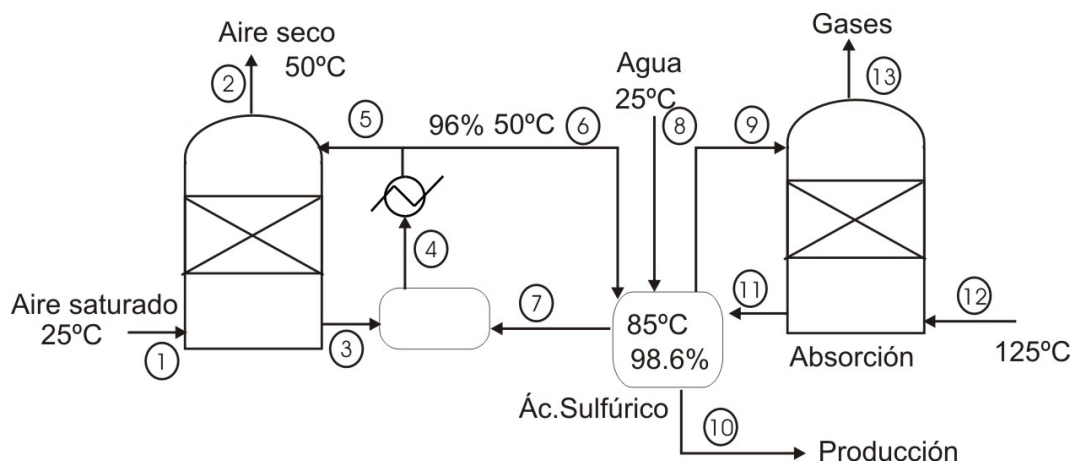
La figura inferior muestra un esquema de la parte del proceso descrita.

Datos:

- Diagrama psicrométrico del aire.
- Diagrama de entalpía del ácido sulfúrico y trióxido de azufre.
- Calores específicos medios válidos para las temperaturas de todas las corrientes (12) y (13) del problema: $\text{N}_2=6.9\text{ kcal/kmol}^{\circ}\text{C}$ $\text{O}_2=7.1\text{ kcal/kmol}^{\circ}\text{C}$.
- Tabla de calores de asociación desprendido en la absorción.
- Considérese despreciable el calor de absorción en el depósito al cual se alimenta agua.

Calcular:

1. Caudal, composición y temperatura de la corriente (3).
2. Caudales de las corrientes (4), (6) y (7).
3. Caudal de aporte de agua (8) y de producción (10).
4. Temperatura de salida de los gases de la torre de absorción (13).
5. Caudal, composición y temperatura de la corriente (11).



Solución

Vapor de agua en el aire saturado. Mirando en el diagrama de Mollier se obtiene 20g/kg aire seco.
 Luego: $0.02 \cdot 36000 = 720 \text{ kg/h}$ de vapor de agua.

Balances másico a la torre

Al agua: $720 + 0.04 \cdot 22000 = m_{3,\text{agua}}$

Sulfúrico: $0.96 \cdot 22000 = m_{3,\text{H}_2\text{SO}_4}$

Se obtiene $m_{3,\text{agua}} = 1600$ y $m_{3,\text{H}_2\text{SO}_4} = 21120$, total $m_3 = 22720 \text{ kg/h}$ y concentración 92.96 %p.

Balances másico al depósito

Global: $m_3 + m_7 = m_4$

Sulfúrico: $m_{3,\text{H}_2\text{SO}_4} + m_7 \cdot 0.986 = m_4 \cdot 0.96$

Se obtiene $m_4 = 49305 \text{ kg/h}$ y $m_7 = 26585$

Balance de entalpía a la torre

$$m_1 h_1 + m_5 h_5 = m_3 h_3 + m_2 h_2$$

Entalpías:

$h_1 = 18 \text{ kcal/kg}$ del diagrama de Mollier

$h_5 = -190 \text{ kcal/kg}$ del diagrama de entalpía de sulfúrico

$h_2 = 12 \text{ kcal/kg}$ del diagrama de Mollier

Resulta un valor de $h_3 = -174.5 \text{ kcal/kg} \rightarrow T_3 = 100^\circ\text{C}$

Balance másico a la torre de absorción

Sulfúrico: $n_{9,\text{H}_2\text{SO}_4} + n_{12,\text{SO}_3} = n_{11,\text{H}_2\text{SO}_4}$

Agua: $n_{9,\text{H}_2\text{O}} - n_{12,\text{SO}_3} = n_{11,\text{H}_2\text{O}}$

De aquí se obtiene que sobra SO_3 luego tendremos un oleum. Todo el agua se convertirá a ácido sulfúrico y tendremos trióxido libre la cantidad $n_{12,\text{SO}_3} - n_{9,\text{H}_2\text{O}}$

Queda una concentración de 103.2 %p de la corriente (11) .

Balance másico al depósito

Global: $m_8 + m_6 + m_{11} = m_9 + m_{10} + m_7$

Sulfúrico: $0.96 m_6 + m_{11,\text{H}_2\text{SO}_4} = 0.986 \cdot (m_9 + m_{10} + m_7)$

Se obtiene $m_8 = 1026.2 \text{ kg/h}$ y $m_{10} = 8945 \text{ kg/h}$

Finalmente se realizan dos balances entálpicos, uno al depósito de donde se obtiene el valor de la entalpía de la corriente (11) (es la única incógnita) y otro a la torre de absorción de donde se obtiene la temperatura de la corriente (13) que es la única incógnita.