

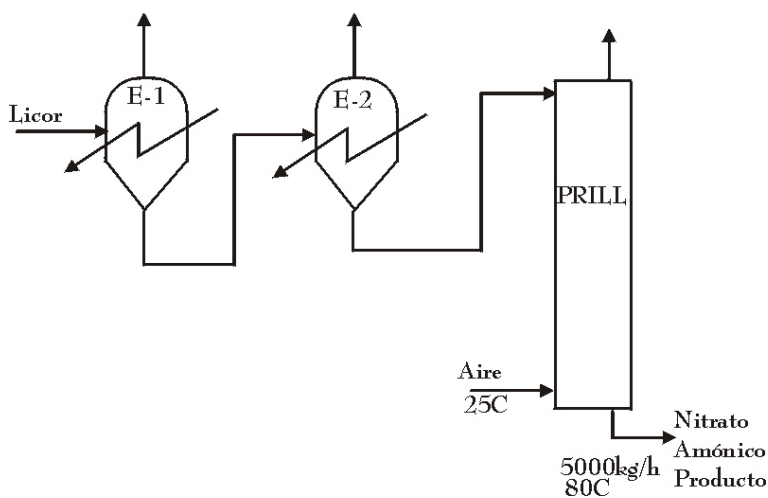
En una planta de producción de nitrato amónico (N.A.) se obtienen por el fondo de la torre N.A. sólido en forma de prills con un contenido en agua menor del 1 %p y a una temperatura de 82°C . La cantidad que sale por el fondo de dicha torre es de 5000 kg/h.

A la torre entra un licor de N.A. que se seca poniéndolo en contacto con aire seco en contracorriente. Este aire entra por el fondo de la torre a 25°C y con un caudal de 50000kg/h.

El aire sale de la torre con una humedad relativa del 25 %.

El licor alimentado a la torre viene de dos etapas de concentración en los evaporadores E-1 y E-2. El primer evaporador(E-1) trabaja a 600mmHg y 120°C y el calor intercambiado es de 434000kcal/h. El segundo evaporador(E-2) emplea un vapor saturado a 2atm como medio calefactor; el calor que intercambia es de 205000kcal/h. El gradiente de temperaturas (mínimo) con que trabaja dicho evaporador es de 15°C .

El licor alimentado al proceso tiene una temperatura de 140°C .



Determinar:

- Concentración del licor de entrada a la torre
- Temperatura de salida del aire de la torre de prill
- Condiciones de operación del evaporador E-2
- Cantidad de vapor saliente por E-2
- Cantidad de vapor saliente por E-1.
- Concentración de licor entrante a E-1.

Datos:

- Diagrama de entalpía N.A
- Diagrama de Mollier del vapor de agua
- Diagrama de humedad del aire
- Calor específico del N.A. $0.4\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C}$

Solucion

Suponemos una temperatura de salida de 40°C en el aire, con esta y la humedad relativa tenemos la cantidad de agua según el diagrama de Mollier.

Por balance de materia se puede obtener ahora la concentración del licor a la entrada de la torre.

Con el dato del vapor a 2 atm tenemos la temperatura de trabajo de E-2 y por tanto de la corriente de entrada a la torre de prill.

Tenemos todos los datos del balance de entalpia (concentraciones y presiones) por tanto vemos si el balance cuadra, si no es así suponemos otra temperatura del aire saliente de la torre.

Suponemos 40°C , según el diagrama de Mollier con el 25 %HR son 12g vapor/kg aire seco. Como hay 50000kg/h aire seco tenemos $50000 \cdot 0.012 = 600\text{kg/h}$.

El agua que acompaña al producto es el 1 %, luego $0.01 \cdot 50000 = 50\text{kg/h}$

El agua total que entra es por tanto $600 + 50$, luego la concentración a la entrada de la torre es de: $4950 / (4950 + 650) = 88,4\%$

Según el diagrama de Mollier el vapor saturado a 2 atm está a 120°C , con la restricción de el gradiente de 15°C tenemos que el evaporador trabaja a 105°C .

Mirando en el diagrama de entalpia del N.A. obtenemos 83kcal/kg.

La entalpia del aire de entrada seco es de 7kcal/kg aire seco y la del aire de salida 17kcal/kg aire seco.

Balance de entalpía:

$5600 \cdot 83 + 50000 \cdot 7 = 50000 \cdot 17 + 5000 \cdot 0.4 \cdot 82$, el balance da un error de 130.000 kcal/h suponemos ahora 30°C .

Tenemos a la salida 7g de agua según el diagrama, luego $50000 \cdot 0.07 = 350\text{kg/h}$. El agua total es de $350 + 50 = 400\text{kg/h}$.

La concentración del licor $4950 / (4950 + 400) = 92.5\%$ Su entalpia a 105°C son 82kcal/kg. La entalpia del aire de salida a esa temperatura (30°C) es de 12kcal/kg

El balance ahora no cuadra por 20000kcal/h por tanto se toma la suposición como correcta.

La presión de operación a esa concentración(92.5) y temperatura (105°C) es según el diagrama de equilibrio de N.A. de aproximadamente 250mmHg.

De E-1 conocemos su temperatura y presión y por tanto la concentración de equilibrio del licor que sale del mismo. Según el diagrama 80 %. Para ver el vapor que sale por E-2 hacemos un balance de materia al mismo (el licor pasa del 80 al 92.5 %).

$4950 / 0.8 = m_{\text{vapor}} + 4950 / 0.925$, luego $m_{\text{vapor}} = 836\text{kg/h}$. NOTA:el dato del calor de este cambiador es un dato redundante.

Para calcular la concentracion del licor de entrada al proceso suponemos una cantidad de vapor de agua y vemos si el balance de entalpía cuadra, si no, iteramos.

Sale un caudal de vapor de aproximadamente 1000kg/h por lo que la concentración a la entrada es $4950/(4950+350+880+1000)=69\%$