

**PROBLEMA 1**

Una torta filtrante de 0.02 m de espesor que contiene inicialmente 1000 kg de sólido seco por  $m^3$ , se seca sobre una bandeja por un solo lado en condiciones de secado constante. La velocidad máxima de secado es de  $1 \text{ kg}_{\text{agua}}/\text{h m}^2$ . Para secar la torta desde la humedad del 40 % hasta la de 5% (base seca) se necesitan 12 hs y puede suponerse que en el periodo postcrítico la velocidad de secado es proporcional a la humedad libre y que la humedad de equilibrio es despreciable.

Calcular:

- Humedad crítica
- Los períodos anticrítico y postcrítico
- En cuánto debe incrementarse el tiempo de secado para que la humedad se reduzca al 3%.

**PROBLEMA 2**

Una prueba de secado que se realiza en condiciones constante de secado ( $v_{\text{aire}} = 5 \text{ m/s}$ ,  $t = 343 \text{ K}$ ,  $t_{\text{bh}}=303 \text{ K}$ ) da una velocidad de secado para el período de velocidad constante de  $3 \text{ kg}/\text{h m}^2$ .

Calcular:

- La velocidad de secado para la misma velocidad de aire si su temperatura es de 338 K y la  $t_{\text{bh}}=313 \text{ K}$ .
- La velocidad de secado en el periodo de velocidad constante si lo que se varía es la velocidad del aire, la cual toma como valor 3 m/s,

**PROBLEMA 3**

Algodón con una densidad de  $0.7 \text{ g/cm}^3$  y un contenido inicial de humedad de  $1 \text{ lb}_{\text{agua}}/\text{lb}_{\text{sólido seco}}$  se va a secar en forma intermitente en un secador de bandejas hasta una humedad de  $0.1 \text{ lb}_{\text{agua}}/\text{lb}_{\text{sólido seco}}$ . Las bandejas tienen  $2 \text{ pie}^2$  y  $1/2 \text{ "}$  de espesor estando arregladas en tal forma que el secado tiene lugar de la superficie superior únicamente, ya que el fondo esta aislado. El aire entra y circula a  $160^\circ\text{F}$  con una temperatura de bulbo húmedo de  $120^\circ$ , y con un flujo másico de  $500 \text{ lb}/\text{h}\cdot\text{pie}^2$ . El contenido crítico estará en  $0.4 \text{ lb}_{\text{agua}}/\text{lb}_{\text{sólido seco}}$ , y la velocidad de secado durante el periodo de velocidad decreciente será proporcional al contenido de humedad libre. Determinar el tiempo necesario para el secado.

**PROBLEMA 4**

Se desea secar arena desde 50% de humedad hasta 10% (base húmeda) en bandejas de 5 cm de espesor por ambas caras. El aire caliente fluye a  $90^\circ\text{C}$ , 2% de saturación en forma tangencial con un caudal de  $G'=3.12 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ s}$ . Densidad del sólido =  $1900 \text{ kg}/\text{m}^3$

Experiencias realizadas en las mismas condiciones muestran que la humedad crítica es del 20% y la de equilibrio 2% (base húmeda).

Se puede suponer que durante el período postcrítico el secado es proporcional a la humedad libre. Flujos calóricos de radiación y conducción pueden desestimarse.

Calcular:

- Tiempo de secado
- Aumento porcentual de la velocidad másica del aire para que el tiempo de secado sea el mismo, si se quiere secar un segundo lote desde 60 % hasta 5% de humedad en base húmeda.
- Efecto sobre el segundo lote si en lugar de modificar la velocidad másica se redujese el espesor a la mitad.

**PROBLEMA 5**

Para el secado de madera de 55% de humedad a 30% (base húmeda) se emplea un secadero túnel a través del cual se hace pasar la madera. El secadero dispone de varias secciones de

recalentamiento del aire. El aire exterior se encuentra a  $T_{bs}=20^{\circ}\text{C}$  y  $T_{bh}=115^{\circ}\text{C}$ . Antes de ingresar al secadero se calienta a  $65^{\circ}\text{C}$ .

En la primera sección del secadero el aire se enfría adiabáticamente hasta alcanzar el 90% de humedad, después pasa a través de un recalentador en el que su temperatura se vuelve a elevar a  $65^{\circ}\text{C}$ . En la segunda sección del secadero se registra nuevamente un enfriamiento adiabático del aire hasta el 90% de humedad. Para ingresar a la tercera sección se recalienta a  $65^{\circ}\text{C}$  y se descarga al exterior luego de enfriarse adiabáticamente hasta el 90% de humedad.

En el secadero se han de tratar  $250\text{ m}^3/\text{día}$  de planchas de madera de dimensiones  $6\text{m}\times 0.3\text{m}\times 0.025\text{m}$ . La densidad de la madera que ingresa al secadero es de  $800\text{ kg}/\text{m}^3$

Calcular:

- Caudal de aire necesario
- Calor suministrado al aire durante toda la operación
- Calor necesario para realizar la operación sin recalentar el aire
- Tiempo de secado.

Los datos experimentales son  $X_c=1$

$X$ ( $\text{kg}_{\text{agua}}/\text{kg}_{\text{madera seca}}$ )	1.00	0.80	0.60	0.50	0.40	0.20	0.00
$N$ ( $\text{kg}/\text{h m}^2$ )	1.00	0.68	0.36	0.20	0.16	0.08	0.00

### **PROBLEMA 6**

Se utiliza un secadero túnel de 3 etapas (cada cual opera en forma aislada) para secar un sólido desde una humedad inicial del 22% (base seca) hasta una humedad final del 4% (base seca).

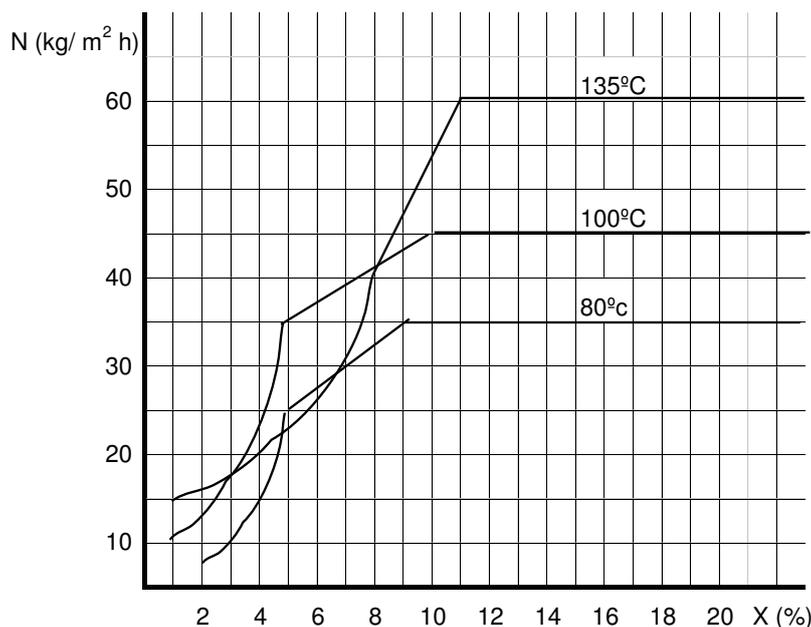
El equipo opera con aire a una velocidad de  $1.5\text{ m/s}$  tangencialmente, (se dan los gráficos experimentales). La primera etapa opera con aire de  $135^{\circ}\text{C}$ , la segunda a  $100^{\circ}\text{C}$  y la tercera a  $80^{\circ}\text{C}$  debido a que el sólido es termosensible.

El sólido debe cumplir con las siguientes especificaciones al final de cada etapa

- Etapa 1      15% (base seca)  
Etapa 2      10% (base seca)

El tiempo real de secado es 10 minutos y la velocidad de los carritos es de  $1\text{ m}/\text{min}$ .

- Estime el área específica de secado ( $\text{m}^2/\text{kg}_{ss}$ ).
- La longitud de secado de cada etapa.



**PROBLEMA 7**

Compare los siguientes secadores ideales:

- I. secado en una etapa
- II. secado en dos etapas con temperatura máxima del aire de 100°C en ambas etapas
- III. secado con recirculación del 80% del aire de salida

Condiciones de trabajo:

Aire fresco: 5°C,  $Y'=0.0095$

Aire a la salida: 60 °C,  $Y'=0.041$

Humedad del sólido a la entrada: 50% referido a sólido húmedo

Humedad del sólido a la salida: 6% referido a sólido húmedo

Flujo másico de sólido húmedo. 0.28 kg/s

Represente los caso en un diagrama H-Y', compare los consumos específicos de aire y de calor y la fuerza impulsora media logarítmica.

**PROBLEMA 8**

Debe secarse una carga de 100 Kg (base húmeda) de material granular conteniendo un 30% de humedad (base húmeda), en un secadero de bandejas con una superficie de secado de 0.03 m<sup>2</sup>/kg de material seco, hasta una humedad del 15.5%. La corriente de aire de salida se encuentra a T<sub>2</sub>=100°F, siendo las condiciones de ingreso del aire al secador T<sub>1</sub>=170°F y T<sub>w</sub>=90°F.

Si en estas condiciones y considerando secado por una cara, la velocidad de secado es constante e igual a 0.7 g/s m<sup>2</sup> y la humedad crítica del 15%, se desea que:

- a) Calcule las humedades en base seca para la carga, el producto y la condición crítica
- b) Calcule las masas de sólido seco del agua a separar y la masa del producto.
- c) Determine el tiempo de secado.
- d) Determine cuál será la humedad absoluta de las corrientes de entrada y salida del secador
- e) Determine el caudal volumétrico de aire húmedo necesario y represente los estados del mismo en un diagrama psicrométrico.

**PROBLEMA 9**

Se pretende secar (en forma intermitente) un sólido dispuesto en bandejas (1 m de lado) de 0.02 m de espesor aisladas térmicamente en su parte inferior, y de densidad igual a  $1000 \text{ kgss/m}^3$  con aire a  $50^\circ\text{C}$ ,  $Y'=0.03 \text{ kg}_{\text{agua}}/\text{aire seco}$  (condiciones constantes), desde una humedad (base seca) de 30% a una humedad (base seca) de 2%.

- Es posible? Justifique
- Cuál es el tiempo de secado si la operación se lleva a cabo en dos etapas, la primera con aire a  $50^\circ\text{C}$  ( $Y'=0.03 \text{ kg}_{\text{agua}}/\text{aire seco}$ ), en condiciones constantes para el aire hasta un 5 % de humedad (base seca); y para la segunda etapa se utiliza el mismo aire que en a) pero calentado previamente hasta  $\psi=20\%$ . En esta etapa la velocidad de secado es de  $8 \text{ Kg}_{\text{agua}}/\text{m}^2 \text{ d}$ .
- Cuales son las condiciones de salida del aire de la etapa 2. ( $G=100 \text{ Kg/h}$ )

