

INFORME TÉCNICO

TECNOLOGÍA DE SECADO DE LECHE

SEI-CONTRERAS
INGENIERIA

TECNOLOGÍA DE SECADO DE LECHE

El descubrimiento de secado por spray constituyó un avance sumamente importante en la producción de deshidratados sensibles al calor, al permitir el secado de soluciones en un lapso muy corto y a temperaturas de producto relativamente bajas. La aplicación del proceso a gran escala se inició a partir de 1920 principalmente en la industria láctea y en la producción de detergentes. Desde entonces se han introducido una serie de avances tales como la incorporación del lecho fluidizado vibrante, para completar el secado del producto que sale de la cámara, y la reinyección de finos para la aglomeración simultánea con el secado, que permite obtener el producto de alta dispersabilidad, etc. Sin embargo, uno de los mayores avances ha sido la incorporación de un lecho estático en el fondo de la cámara de secado, dando origen a las llamadas plantas de secado en 3 etapas.

Comparación de la cámara de secado spray de 3 etapas con la cámara tradicional de 2 etapas.

Descripción y funcionamiento de la cámara tradicional de 2 etapas de secado (gráfico 1)

Una corriente de aire calentada en el generador G ingresa a la cámara de secado C por la parte superior. Previamente el aire pasa por un conducto circular y se distribuye dentro de la cámara por la acción de un sistema laberíntico. Todo este recorrido tiene como consecuencia que el aire caliente circule con un movimiento de rotación y distribuido uniformemente en todo el volumen de la cámara.

Simultáneamente se introduce a la cámara el caudal de líquido que se quiere secar, y que en la mayoría de los casos se trata de un solvente con un contenido de sólidos disueltos. La función de la cámara de secado es eliminar el solvente por evaporación y recoger el polvo constituido por los sólidos disueltos.

El líquido a ser secado (S) ingresa a través de un dispositivo atomizador que mediante un disco que gira a muy alta velocidad (del orden de 10.000 rpm) pulveriza este líquido.

La configuración de la planta es tal que el aire caliente se encuentra con la nube de líquido pulverizado. Este encuentro se produce en la parte superior de la cámara en la zona próxima al techo.

La mezcla de aire caliente y líquido finamente pulverizado es el principio fundamental del funcionamiento de una cámara de secado spray en 2 etapas., ya que en estas condiciones se produce una rápida evaporación del solvente (agua en la mayoría de los casos). Como consecuencia de la rápida evaporación, las partículas de los sólidos contenidos en la solución se secan a baja temperatura, a pesar de que el aire caliente ingresa a temperaturas del orden de 160 a 250°C, según el producto a procesar. Elementos sensibles al calor, como los sólidos contenidos en la leche, extractos vegetales, proteínas, colorantes, conservantes, etc. Consiguen secarse sin que su temperatura supere 50°C a 60°C y en un período muy corto (15 a 30 seg)

Los sólidos continúan su secado a lo largo de la cámara, arrastrados por el aire que se dirige al conducto por donde sale , hacia el ciclón; desde allí (aspirado por el ventilador F) es descargado a la atmósfera.

En cuanto al polvo producido se divide en dos corrientes.

- A) Las partículas más gruesas y pesadas, ya con un proceso avanzado de secado, caen a un secadero de lecho fluido vibrante (Hv), donde alcanzan su humedad final. La salida del lecho Hv es el final del proceso donde se recoge el polvo luego de pasar por una zaranda (Z).
- B) El polvo más fino es arrastrado por el aire en su camino al ciclón, que por acción centrífuga debida al ingreso de aire, se separa del mismo. El polvo fino cae al fondo del ciclón donde un dispositivo permite que lo tome una corriente de aire y lo reinyecte a la cámara para su rehumectado y aumento de su tamaño, ya que el polvo de descarga del ciclón es demasiado fino y esto perjudica algunas de sus cualidades tales como la dispersabilidad.

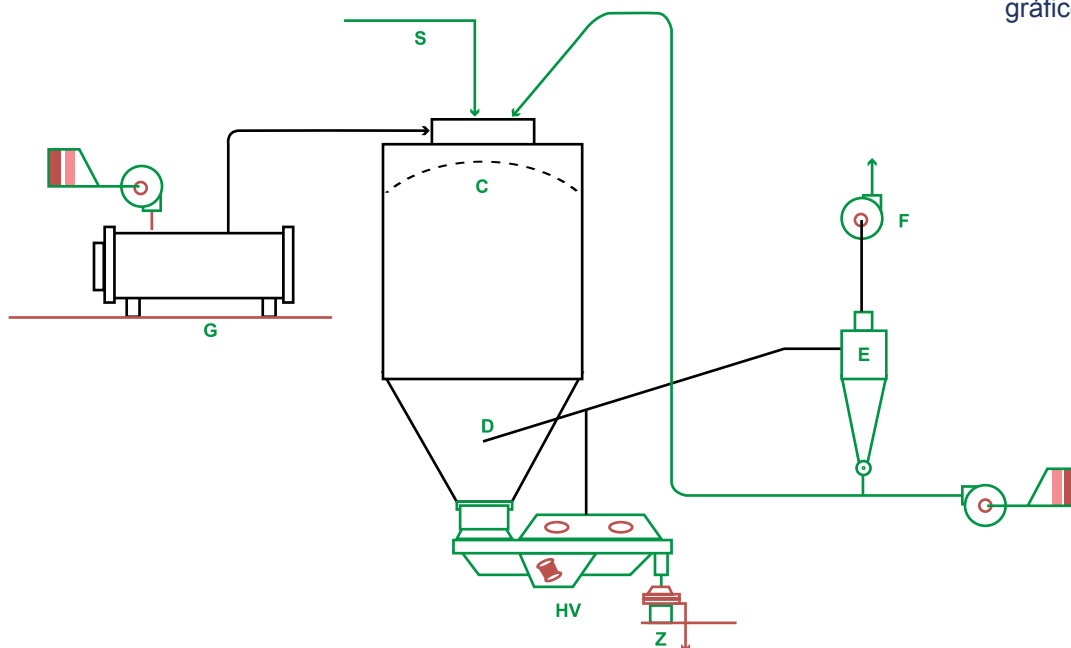


gráfico 1

Tal como se ha descrito, en este tipo de cámara, el secado se produce en 2 etapas. La primera en la cámara propiamente dicha y la segunda en el lecho fluido (Hv) que recoge el polvo que sale de la cámara. Este lecho fluido recibe una corriente de aire caliente que tiene 2 funciones,,: producir la fluidización de polvo y terminar el secado. (2º etapa)

El secado en la cámara incluye la etapa de secado a velocidad y temperatura constantes próxima al bulbo húmedo del aire, y gran parte del período de secado de velocidad decreciente (o por difusión) lo que hace necesario el mantenimiento de altas temperaturas de salida en el aire secante. Como se verá al tratar la cámara de 3 etapas, esta salida de aire a alta temperatura es una de las diferencias que disminuyen el consumo energético, ya que en la de 3 etapas la temperatura de salida de aire es menor.

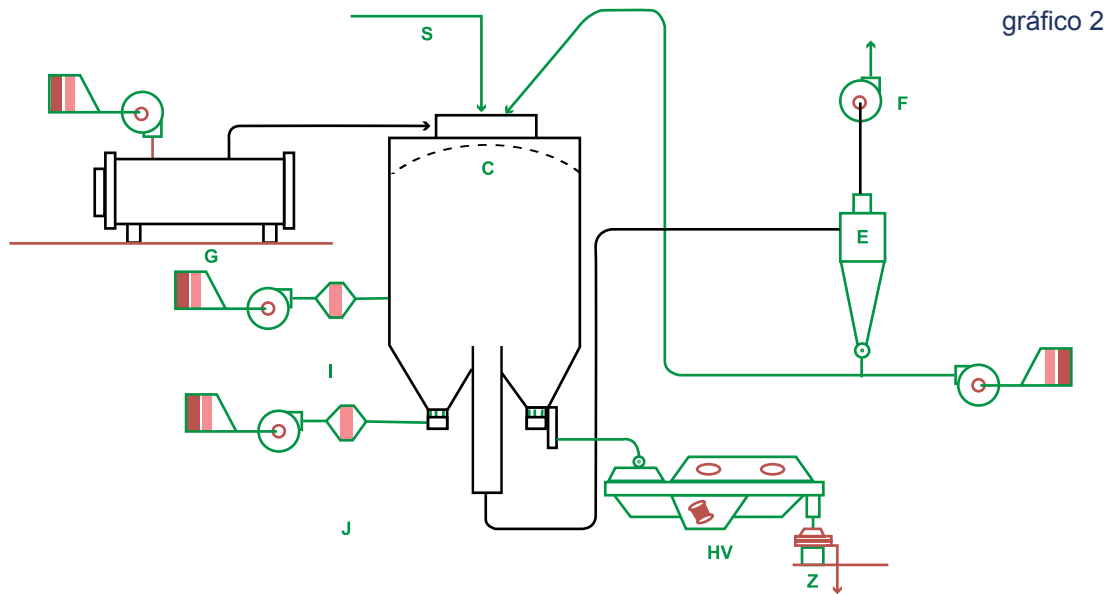


gráfico 2

Descripción y funcionamiento de la cámara de secado spray de 3 etapas (Gráfico 2)

La configuración general de una planta spray de 3 etapas es similar a la de 2 etapas en lo que se refiere a:

- Generación de aire caliente (G)
- Ingreso del aire caliente a la cámara
- Ingreso del líquido a ser secado a través del atomizador.

La diferencia fundamental es la existencia de un lecho fluido estático (K) en el interior de la cámara, donde cae el polvo proveniente de la 1º etapa de secado con una humedad alta. Hasta ese momento, sólo se ha evaporado la humedad superficial en un lapso muy corto del orden de los 20 segundos, en el que la temperatura de secado es constante y próxima a la temperatura de bulbo húmedo del aire, la que es relativamente baja (aproximadamente 40°C).

La segunda etapa de secado consiste en la inyección de aire caliente a la cámara a la altura donde finaliza la primera etapa (I). En el lecho fluido estático se produce la evaporación de la humedad ligada que requiere períodos de tiempo más largo, el polvo húmedo fluidizado se aglomera mientras va perdiendo humedad.

En la tercera etapa, el polvo termina su secado en un lecho expandido, y es enfriado hasta la temperatura de envasamiento.

Con la combinación de estas 3 etapas, se logra dividir el secado en dos sistemas que son específicamente adecuados para la humedad de la partícula en cada momento. La humedad superficial se elimina durante el recorrido del polvo a lo largo de la cámara y la humedad ligada ó interna es eliminada mientras el polvo permanece en el lecho fluido estático. La fluidización del lecho estático la produce una corriente de aire caliente en el intercambiador (J). Esta corriente ingresa al lecho a través de una placa perforada de diseño especial. Completado el secado el polvo puede ser enfriado por medio de un lecho fluidizado vibrante (Hv).

Comparación del funcionamiento de una cámara tradicional y una de 3 etapas

Para ello se analizan los siguientes puntos:

1. Balance energético
2. Características del polvo
3. Tamaño del equipamiento
4. Flexibilidad operativa
5. Estabilidad funcional en los que respecta a mantenimiento constante de humedad, densidad y granulometría del producto final.
6. Limpieza

1) Balance Energético: la energía calórica consumida por una cámara de 3 etapas es aproximadamente un 10 a 20% menos que la necesaria en una cámara tradicional para la misma producción. Para analizar el aspecto térmico se define un rendimiento térmico global para un proceso adiabático de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = (T_{\text{ent}} - T_{\text{sat de salida}}) \times 100 / T_{\text{ent}} - T_{\text{amb}}$$

T_{ent} = temperatura del aire secante

$T_{\text{sat de salida}}$ = temperatura de saturación adiabático para las condiciones del aire de salida

T_{amb} = temperatura ambiente

Como se puede apreciar, para igualdad de temperatura de entrada y condiciones ambientales constantes, al disminuir la temperatura de salida del aire secante de la cámara se incrementa el rendimiento térmico. En una planta de 2 etapas la temperatura de salida oscila entre 85/ 90°C mientras que en 3 etapas se reduce a 75/80°C

2) Características del polvo: El sistema de 3 etapas permite obtener polvos aglomerados de alta densidad, de características free-flow y de alta dispersabilidad.

3) Tamaño del equipamiento: Para igual producción una cámara de 3 etapas es de menos altura que la tradicional, lo que significa menor costo de obra civil.

4) Flexibilidad operativa: En este tipo de planta de 3 etapas es posible usar atomización por disco o por toberas y mantener un buen control sobre las características del producto.

5) Estabilidad funcional: Debido a que el secado se produce en 3 etapas que corresponden a las distintas condiciones de la humedad del polvo, este tipo de sistema ofrece un alto grado de estabilidad funcional.

6) Limpieza: La geometría interna de una cámara de 3 etapas es especialmente apta para el uso de sistemas de lavado por dispositivos aspersores.