

# Conceptos para el secado y el enfriado de azúcar blanco

Los problemas de las diferentes azucareras al secar y enfriar el azúcar blanco son muy variados. Uno podría pensar que estos problemas probablemente sean similares en todas partes del mundo y, por lo tanto, que será posible resolverlos con una simple solución estándar. Sin embargo, la experiencia nos muestra que los retos son muy complejos y que en cada fábrica nos encontramos con una situación particular y muy específica.

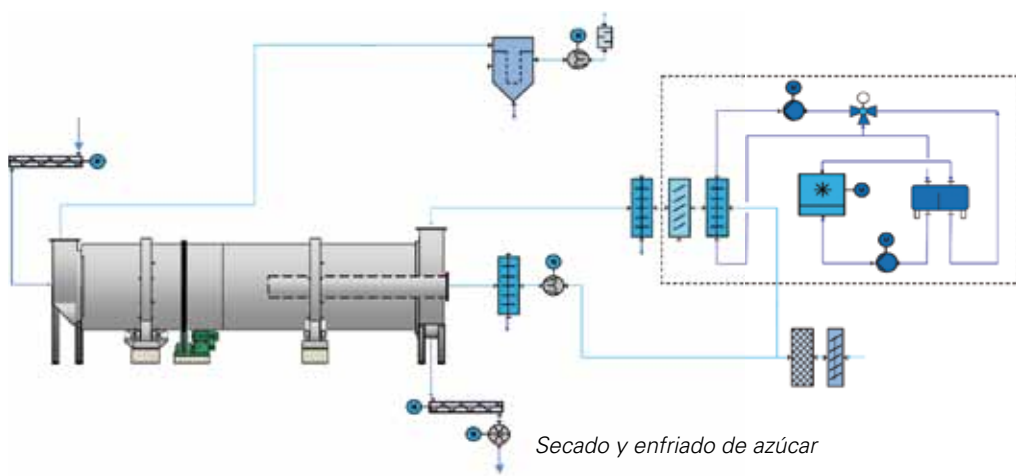
Para BMA, en calidad de suministrador de técnica de secado y enfriado, es de vital importancia poder ofrecer una solución adaptada para todas estas exigencias diferentes.

Ciertamente, la solución más sencilla y frecuente que ofrece la mayor fiabilidad de servicio se utiliza sobre todo en azucareras cuyo servicio de campaña tiene lugar casi exclusivamente durante la estación fría del año. En esta solución se emplea un tambor de secado que funciona con aire ambiental filtrado tanto para el secado como para el enfriado. Desde luego, es necesario precalentar el aire de secado mediante vapor y/o aguas condensadas. También conviene prever un precalentamiento del aire de enfriado, para así proteger la instalación contra heladas. Si es preciso, también es posible aprovechar este proceso de precalentamiento para disminuir la humedad relativa del aire de enfriado.

En caso de temperaturas del aire de enfriamiento de 15 a 20°C se pueden alcanzar, desde luego siempre en función del diseño global de la instalación (caudal, tamaño del tambor etc.), temperaturas de salida del azúcar del orden de aproximadamente 25 a 35°C.

Los límites de este concepto de secado y enfriado se alcanzan cuando las temperaturas del aire aspirado son altas, como p. ej. durante el servicio de refinación en verano, o cuando es necesario alcanzar una temperatura muy baja del azúcar saliente. Para obtener resultados de enfriamiento suficientes, un caudal de hasta 80 t/h representa el límite de aplicación de este concepto sin enfriador adicional. Desde luego, existe la posibilidad de procesar con los secadores de tambor caudales mucho más altos, pero en este caso existe un límite de los resultados tecnológicos alcanzables.

Normalmente, se desea alcanzar una temperatura de azúcar entre 30 y 35°C en la salida del enfriador de azúcar. Es lógico que una temperatura de salida de 30°C no pueda lograrse con un aire de enfriado de 35 °C. Sin embargo, esta temperatura puede alcanzarse en verano, ya que en las regiones tropicales los 35 °C son una temperatura habitual. En estos casos, es necesario bajar netamente la temperatura del aire de enfriamiento mediante agua fría.

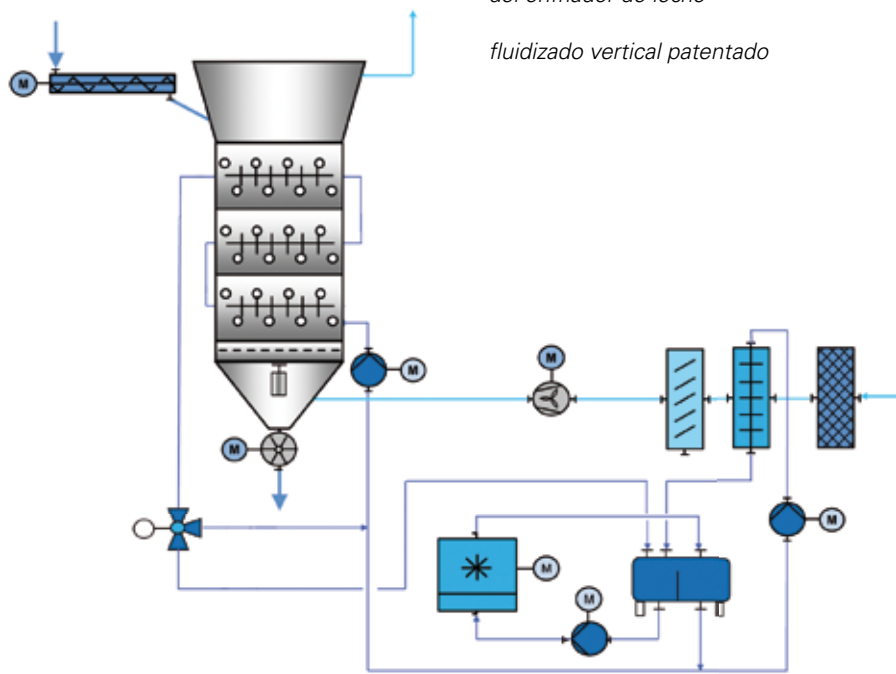


*Secado y enfriado de azúcar  
dentro del secador  
de tambor*

## Enfriamiento de azúcar dentro

del enfriador de lecho

fluidizado vertical patentado



Lamentablemente, al bajar la temperatura del aire, la humedad relativa del aire aumenta, lo que puede provocar una rehumectación indeseada del azúcar seco. Por ello, conviene enfriar el aire en 3 etapas:

1. Enfriar y deshidratar
2. Separación de los vapores producidos
3. Secado relativo por un calentamiento ulterior

De este modo es posible alcanzar un funcionamiento seguro de la instalación también en caso de temperaturas altas del aire exterior.

Una ventaja importante de este acondicionamiento del aire consiste en la posibilidad de crear unas condiciones constantes para el silo de azúcar, normalmente pospuesto, manteniendo constante el estado del aire de enfriamiento independientemente de las condiciones meteorológicas y del momento del día. Existen instalaciones en las que se ha conseguido disminuir netamente los problemas en el funcionamiento del silo, modificando ligeramente la temperatura del azúcar y evitando sus variaciones de temperatura.

La desventaja inevitable del acondicionamiento del aire es la demanda de energía del proceso de enfriamiento. Para las instalaciones de regiones tropicales que trabajan durante todo el año y que deben enfriar p. ej. aire con una temperatura de 35 °C y una humedad relativa de un 85%, en caso de tratar 50 toneladas de azúcar blanco por hora, la capacidad necesaria de refrigeración puede llegar a alcanzar aproximadamente 1 MW. Así, del aire de enfriamiento se elimina humedad en un orden de 900 kg/h. En caso de una capacidad de refrigeración de 1 MW, aproximadamente 1/3, es decir 330 kW de energía eléctrica, ha de gastarse para la generación de frío.

Estos elevados valores de consumo causados por la deshidratación del aire, conducen consecuentemente a medidas para minimizar las cantidades necesarias de aire y eventualmente a utilizarlas varias veces. Por ello, en instalaciones con altos caudales de azúcar y/o altas temperaturas del aire aspirado se emplean sistemas independientes para el secado y el enfriado.

En este concepto, en la primera etapa de la instalación se emplea un secador-enfriador de tambor. El aire de escape del enfriador de lecho fluidizado pospuesto sustituye al aire ambiental normalmente utilizado para el enfriamiento dentro del tambor. Normalmente, el aire ya ha alcanzado una temperatura de 35 a 45 °C cuando sale del enfriador de lecho fluidizado. Por ello, el efecto de enfriamiento dentro del tambor es limitado, mientras que la eficiencia del secado aumenta decisivamente sin ocasionar gastos de energía adicionales.

El enfriamiento en sí tiene lugar dentro del enfriador de lecho fluidizado. Aquí, el calor del azúcar no se transfiere por completo al aire de enfriamiento, sino que, en su mayor parte, se evacua mediante los tubos de refrigeración incorporados en el lecho fluidizado a través de los que fluye agua. Así, es posible disminuir de forma decisiva la cantidad de aire empleada para el enfriamiento. El acondicionamiento del aire necesario se reduce netamente, lo que ocasiona menores gastos de inversión y de explotación.

Para la evacuación de energía mediante tubos de refrigeración, así como para el acondicionamiento del aire, se puede utilizar un grupo de refrigeración para refrigerar el agua en circuito cerrado. Como alternativa, es posible utilizar aguas de refrigeración más baratas, como p. ej. agua de ríos o pozos. Sin embargo, la temperatura de estos fluidos siempre deberá ser inferior a aprox. 18 °C.

Para un acondicionamiento del aire de enfriamiento, son necesarias unas temperaturas de agua aún más bajas, que por regla general no se pueden lograr empleando agua de pozos o ríos. En este caso, el empleo de un enfriador de agua para el acondicionamiento del aire es imprescindible. Desde luego, es posible combinar ambas variantes de refrigeración de agua.

En caso de emplear un sistema separado con tambor de secado y enfriador de lecho fluidizado, el proceso es prácticamente independiente de las influencias meteorológicas exteriores y es capaz de suministrar una temperatura constante del azúcar secado durante todo el año.

En muchos proyectos de aumento de capacidad sólo existe un espacio reducido disponible para la instalación de enfriamiento del azúcar. Por esta razón y para hacer frente a los gastos de energía cada vez mayores, BMA ha desarrollado una variante vertical del enfriador de lecho fluidizado. En este sector, las ideas fundamentales de minimización de las cantidades de aire y de reducción de la demanda de espacio se adelantaron todavía más evitando al mismo tiempo las desventajas tecnológicas importantes de enfriadores verticales de lecho estacionario.

En un aparato de lecho fluidizado la cantidad de

aire puede reducirse disminuyendo la superficie de fondo y aumentado al mismo tiempo la superficie de refrigeración instalada. Por ello, en el aparato nuevamente desarrollado, se han superpuesto varios intercambiadores de calor en un lecho fluidizado. El resultado es la reducción de las cantidades de aire a aproximadamente un 25% de la cantidad de aire que antes era necesaria para el enfriamiento, lo que representa el óptimo tecnológico y económico.

La cantidad de aire se ha reducido tanto que un conducto tubular pequeño es suficiente para la alimentación y evacuación. Sin embargo, el aparato todavía es capaz de evaporar la humedad residual del azúcar y evacuarla con el aire. Dado que la demanda de energía para la deshidratación del aire de enfriamiento es baja debido a la cantidad reducida de aire, el enfriador de lecho fluidizado vertical estándar se equipa con este sistema. Por tanto, este enfriador se presta de forma ideal para un empleo en fábricas de regiones tropicales o subtropicales.

Como en el caso de aparatos horizontales, el aire de escape se alimenta en el tambor de secado como aire de enfriamiento. Si, por razones técnicas de emplazamiento, esto no tiene sentido, también es posible evacuar el aire de escape mediante una instalación de aspiración.

El primer aparato que trabaja según este principio se suministrará en verano de este año a Imperial Sugar en los EE.UU., y se pondrá en servicio con un caudal de aproximadamente 135 t/h. Será empleado pospuesto a un secador de tambor suministrado por BMA con las dimensiones de Ø 4,0 m x 13,0 m.

Además de las ventajas relativas al consumo de energía del enfriador de lecho fluidizado vertical, comparado con otros conceptos existen otras ventajas más:

- El enfriamiento con evacuación simultánea de la humedad residual evita la formación de grumos de azúcar.
- Tiempo de almacenamiento reducido del azúcar en los silos de envase
- El aire es conducido a través del aparato exactamente en contracorriente al sentido de flujo del azúcar. Esto significa un aprovechamiento máximo del aire por aplicación del principio de contracorriente.
- Un guiado de producto vertical desde arriba hacia abajo aprovechando la gravitación para el transporte del producto. En caso de urgencia, el aparato puede ser vaciado también sin aire alimentado.

*Hartmut Hafemann*