

Eficiencia energética y seguridad medioambiental Refrigeración evaporativa: una tecnología de futuro

La eficiencia energética y la seguridad medioambiental de todos los componentes de una planta industrial son hoy en día uno de los puntos más controlados por la empresas para la reducción de sus facturas energéticas y de los riesgos para la salud. En este caso, las torres de refrigeración siempre han sido motivo de controversia y sólo salen a escena en los medios de comunicación cuando son los elementos sospechosos de cualquier contaminación por bacterias, tengan o no que ver con el causante de esta. Manuel Lamúa, Investigador del ICTAN y Asesor Técnico de AEFYT, nos descubre en esta entrevista las ventajas de la refrigeración evaporativa, no sólo como tecnología de presente sino de futuro. El enfriamiento evaporativo es un proceso natural que utiliza como refrigerante el agua, medio que se



Foto: Manuel Lamúa

ha demostrado eficaz en la disipación de calor excedente a la atmósfera. Éste es el principio de funcionamiento en el que se basan los equipos de enfriamiento evaporativo del agua, como torres y condensadores evaporativos, como medio para enfriar o condensar fluidos (caso del fluido frigorígeno de la máquina frigorífica) en numerosas aplicaciones. Las nuevas tecnologías que se aplican a este principio han multiplicado la capacidad de enfriamiento de los

equipos de refrigeración, al tiempo que aseguran tanto la eficiencia energética como la seguridad medioambiental.

EnergyNews. Existen serias dudas sobre la funcionalidad y seguridad de los equipos de refrigeración por enfriamiento evaporativo. ¿Por qué hemos de confiar en ellos?

Manuel Lamúa. Estos equipos constituyen una de las alternativas más eficientes en el campo de la refrigeración industrial, en la medida que utilizan una tecnología respetuosa con el medio ambiente, requieren una

inversión inferior a la demandada por soluciones similares y son seguros para la salud humana. El enfriamiento evaporativo es un proceso natural que utiliza el agua como refrigerante, medio que se ha mostrado eficaz en la disipación a la atmósfera de calor excedente. Durante el proceso de refrigeración de un fluido, estos sistemas liberan a la atmósfera el calor extraído al fluido mediante, fundamentalmente, la evaporación de agua.

Este proceso se consigue gracias al establecimiento de un estrecho contacto entre el agua en circulación y una pequeña corriente de aire, de forma que mediante la evaporación de una mínima parte de agua, la mayoría del calor se transfiere al aire, el cual se descarga a la atmósfera más caliente y saturado. El concepto de los sistemas evaporativos de evacuación de calor es sencillo: el contacto del agua caliente con el aire frío provoca una transferencia de calor y masa cuyo resultado es el enfriamiento del agua que se utiliza como medio de enfriamiento en múltiples procesos industriales.

E.N. ¿Cuáles son los campos de aplicación más destacados?

M.N.

Los campos de aplicación de los equipos de enfriamiento evaporativo son principalmente dos: enfriamiento de agua para usos industriales y enfriamiento del agua de condensación de instalaciones frigoríficas, que pueden ser instalaciones de acondicionamiento de aire o instalaciones de refrigeración (industrial, comercial, hostelería, ...).

prolongada cuanto antes se consigue reducir su temperatura a los niveles óptimos de almacenamiento. La conservación de todas las carnes y pescados, de las frutas y hortalizas, de los productos lácteos etc. se asegura por medio de bajas temperaturas.

Por otra parte, el acondicionamiento de aire industrial es otra aplicación de la refrigeración que, a diferencia al acondicionamiento de



Esto significa cientos de miles de empresas que dependen de la refrigeración evaporativa para llevar a cabo sus procesos industriales. Mención aparte merece la industria alimentaria, en la que la refrigeración industrial utiliza, aproximadamente, las dos terceras partes de sus instalaciones. La conservación de alimentos es más

aire en edificios de oficinas o residenciales, se efectúa para lograr condiciones ambientales adecuadas para los productos en las salas donde éstos se procesan, manipulan y envasan. El aire acondicionado industrial se caracteriza principalmente por el estado del aire suministrado, definido por el nivel de temperatura, humedad

precisamente controlada, filtrado más estricto y remoción previa de contaminantes que procuran unas condiciones hidrotérmicas y sanitarias óptimas para el procesamiento de los productos.

E.N.

¿Cuáles son los últimos avances tecnológicos de las torres de refrigeración?

M.L. Básicamente, existen dos tipos de torres de refrigeración: de circuito abierto y de circuito cerrado, además existen variantes híbridas de ambas. Las primeras presentan las ventajas de suponer una reducida inversión inicial, tener poco peso y ofrecer unos resultados de enfriamiento evaporativo muy eficaces. En cuanto a su desventaja, podemos decir que el fluido a refrigerar tiene contacto con el aire exterior y, por tanto, es susceptible de ser contaminado de suciedad.

Las torres de circuito cerrado, por su parte, disponen de dos circuitos de agua y a pesar de ser más caras, pesadas y perder algo de eficacia, consiguen mantener el circuito primario cerrado, limpio y sin contaminación y, además, los minerales, el polvo, las impurezas y bacterias del aire, arrastradas por el agua, se concentran

únicamente en la balsa del equipo, donde pueden ser fácilmente eliminados.

Tanto en unas como en otras, en los últimos años se ha experimentado un avance tecnológico considerable destinado, por una parte, a mejorar la eficiencia de los equipos y, por otra, a reducir el riesgo de que estos puedan ser transmisores de legionela. Esto es así hasta el punto de que, hoy en día, sólo un mantenimiento deficiente es susceptible de generar este problema. Entre los avances técnicos que podemos destacar se encuentran los filtros de aire de acción combinada contra los rayos UV, la suciedad y las salpicaduras de agua y los separadores o eliminadores de gotas. Ambos contribuyen de manera radical a cumplir con los objetivos antes mencionados.

En este sentido, las torres de refrigeración y equipos de condensación evaporativa no se fabrican con materiales basados en celulosa, sino con materiales resistentes a la acción agresiva del agua, cloro u otros desinfectantes con el fin de evitar fenómenos de corrosión. Las superficies interiores son lisas, los paneles de cerramiento desmontables para facilitar la limpieza del relleno y disponen de

sistemas de dosificación en continuo de biocidas.

De vital importancia es también el tratamiento del agua en estos equipos. Las incrustaciones y la falta de limpieza reducen el rendimiento del sistema, aumentan los costes de funcionamiento y favorecen la contaminación bacteriológica. A modo de ejemplo, cabe mencionar que los efectos producidos por 1 mm de incrustación en la batería de una torre circuito cerrado supone un 30 % de pérdida de transferencia de calor, 6°C de aumento de temperatura de condensación y un 18 % más de consumo compresor kWh.

El tratamiento del agua deberá definirse en función de la calidad del agua de aporte, las características constructivas del equipo y las condiciones operativas del equipo. En todo caso, el tratamiento del agua de una torre de refrigeración consiste, básicamente, en un pre-tratamiento con descalcificadores y osmosis Inversa; tratamientos químicos que incluyan inhibidores de corrosión, antiincrustantes y biocidas y, por último, tratamientos físicos.

E.N. El Ahorro energético y respeto al medioambiente es en estos días una preocupación fundamental. ¿Cómo lo afronta la tecnología de evaporación?

M.L. Otra gran preocupación de la industria y de la sociedad en su conjunto reside en el cuidado del medioambiente. En este sentido, los equipos de refrigeración y condensación evaporativa aportan una respuesta rotunda a las sostenibilidad industrial en lo que respecta, por una parte, al ahorro energético y, por otra, al respeto medioambiental.

En cuanto al **ahorro energético**, en las instalaciones de climatización y refrigeración la eficiencia energética y el consumo de energía eléctrica están directamente relacionados con la temperatura de condensación del refrigerante utilizado en la instalación frigorífica. En una instalación de aire acondicionado típica, la comparación de los consumos energéticos arroja cifras ilustrativas: los equipos de condensación por agua, incluidas torres de refrigeración y condensadores evaporativos, ofrecerían frente a los de condensación por aire un ahorro en el consumo de hasta el 45%. Otro ejemplo en la misma

línea sería el que se produce en las instalaciones frigoríficas, donde las potencias absorbidas, cuando la condensación del refrigerante se realiza mediante agua enfriada por torres y condensadores evaporativos frente a cuando aquella se realiza mediante aire, son sensiblemente inferiores.



Respecto al **medioambiente**, el enfriamiento evaporativo utilizado en las instalaciones frigoríficas y de aire acondicionado con condensación por agua, es una tecnología respetuosa con el entorno, que produce un impacto medioambiental reducido en varios aspectos.

- **Reducción del efecto invernadero:** Esta técnica se ha manifestado como la tecnología más eficaz para luchar contra el efecto invernadero, al limitar las emisiones

de CO₂ indirectas gracias al ahorro de energía eléctrica consumida y directas debidas al menor riesgo de fugas de gases refrigerantes al trabajar las instalaciones frigoríficas con presiones relativamente reducidas. Esta disminución del

consumo energético y de las fugas de gas se consigue por los motivos siguientes:

- **Eficiencia del proceso:** cuanto mayor es la eficiencia del proceso industrial, menor es la cantidad de energía que se pierde y más fácil es deshacerse del calor residual. Muchos procesos son sensibles a la temperatura y necesitan refrigeración, *por lo tanto, para asegurar el*

máximo rendimiento es importante contar con una tecnología de refrigeración altamente eficaz.

- **Impacto acústico:** aparte de la reducción del efecto invernadero, entre otros factores medioambientales a tener en cuenta, está la contaminación acústica. Ésta es reducida en el caso de los equipos de refrigeración evaporativa, debido a que requieren un menor caudal de aire que los equipos refrigerados directamente por aire.
- **Reducción del consumo de agua:** en cuanto a las pérdidas de agua, en el lugar de aplicación, el enfriamiento evaporativo reutiliza más del 95% del agua que moviliza en su funcionamiento. Una pequeña cantidad se evapora y otra se evacua para evitar la concentración de sales. Por ejemplo, si tenemos una central térmica de generación eléctrica con un rendimiento del 33 por ciento, por 1 kw/h eléctrico generado habría que disipar 2,03 kw/h térmicos. Si lo hacemos a través de un sistema de enfriamiento evaporativo,

disiparíamos 3,17 l/h por evaporación, más 1,585 l/h a través de las purgas.

Conclusiones. Un tecnología de futuro

A la hora de las conclusiones, cabe preguntarse el porqué del enfriamiento evaporativo frente a alternativas como el enfriamiento por aire. Las razones son las siguientes:

Mejor Balance energético: la disminución de 1°C en la temperatura de condensación representa un 2%-3% de ahorro en energía eléctrica en el trabajo de compresión.
Menor potencia eléctrica instalada.
Menor demanda punta (kW).
Menor consumo (kWh).
Menor inversión inicial.
Menor coste de la instalación eléctrica.
Menor espacio ocupado.
Menor superficie en planta.
Menor inversión en insonorización.
Más respetuoso con el Medioambiente
Menor necesidad de producción de energía eléctrica (menor consumo de Energía eléctrica).
Menor necesidad de líneas eléctricas de transporte y menores pérdidas en dicho transporte.

Menor emisión de CO₂ (55% inferior a los equipos por aire).
Menor nivel sonoro.
Menores vibraciones.

