

En este número

Diagnóstico Mediante el Análisis de Vibración

Aplicación de los Sistemas de Nebulización del Aire en Torres de Enfriamiento Secas

Condensadores y Sistemas de Vacío

Diagnóstico Mediante el Análisis de Vibración

Una de las mejores herramientas de diagnóstico hoy en día es el análisis de amplitud de vibraciones, ya que nos provee de poderosa información sobre el desempeño actual de la Maquinaria.

El primer paso para elaborar una estrategia de diagnóstico mediante el análisis de vibraciones es identificar el equipo con el que se cuenta y el equipo requerido. Comúnmente encontramos en las plantas sistemas de monitoreo de vibraciones como el Rack Bentley Nevada 3300 o el 3500. Este tipo de sistemas nos permiten monitorear la amplitud de vibración en varios puntos de la Unidad simultáneamente, también podemos grabar esta información para posteriormente realizar un análisis más profundo de los datos con elementos de apoyo visual.

Estos sistemas utilizan sensores de proximidad conocidos como "Proximity Probes" instalados en cada una de las chumaceras de la Unidad. Es recomendable realizar una calibración a este tipo de equipo cada 2 años, o en caso de observar fallas en su funcionamiento.

Es poco frecuente encontrar fallas significativas, sin embargo, una falla por ejemplo en un sensor que envía una señal de 3 milésimas de pulgada cuando en realidad la Unidad está vibrando a 7 milésimas de pulgada, podría dejar desprotegida la Unidad y causar un daño, o simplemente forzar a un paro no planeado, lo cual provoca un paro también en nuestra línea de producción.

Otro punto muy importante es la repetibilidad en un análisis de vibraciones, es importante realizar la recolección de información siempre en las mismas condiciones de operación ya que como en cualquier estudio científico la certeza de los resultados está directamente relacionada con este factor.

Por Adrián García ~ *Field Engineer*



Aplicación de los Sistemas de Nebulización del Aire en Torres de Enfriamiento Secas

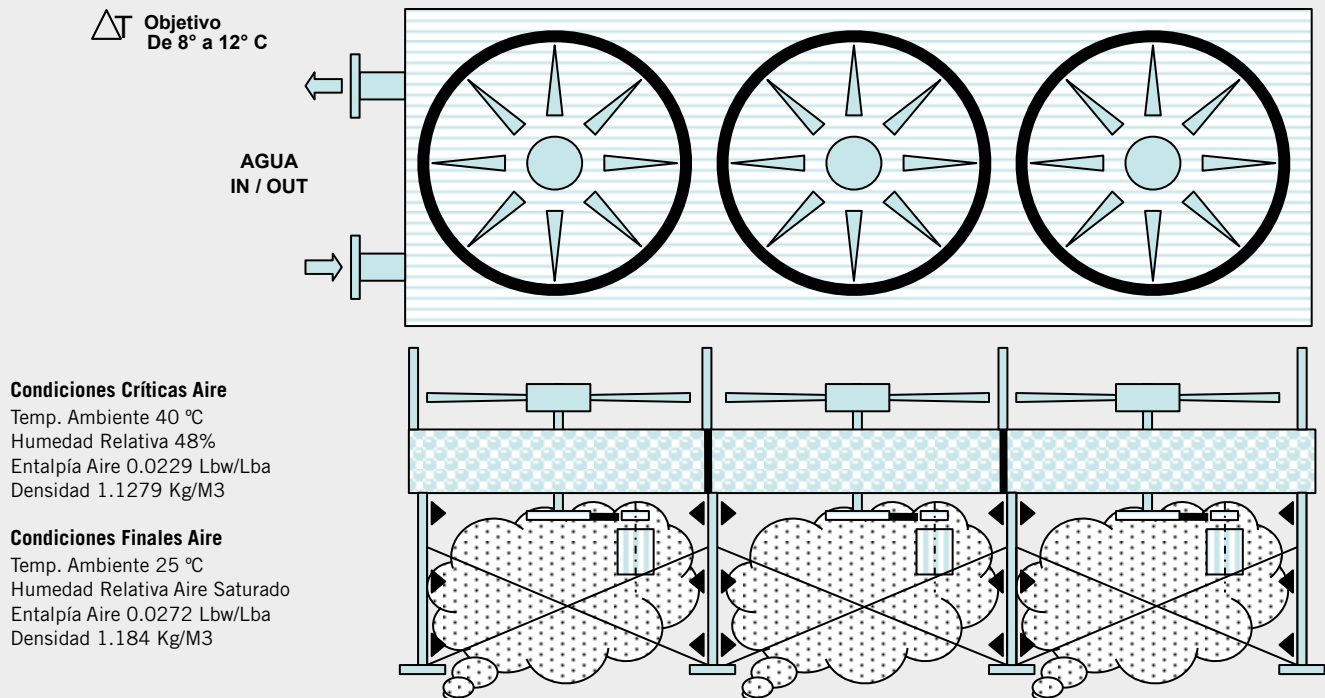
La eficiencia de este tipo de intercambiador de calor, es dependiente de las propiedades térmicas del aire ambiente para lograr una correcta transferencia de calor entre los fluidos de interés, entre mayor sea la temperatura ambiente la eficiencia del mecanismo de transferencia de calor es directamente afectado.

Es bien sabido que un buen intercambiador de calor debe transferir la energía suficiente para conseguir un diferencial de temperatura de 8 a 12 °C del fluido principal. Aplicando los principios térmicos es posible modificar la condición extrema a la requerida por el intercambiador de calor para lograr su máxima eficiencia.

Para el mismo caso de Monclova, Coah donde en verano se alcanzan temperaturas de 40 °C y Humedad relativa del 48 %, de acuerdo a estas condiciones térmicas la entalpía específica del aire es de 0.0229 Lb agua/lb de aire. Por lo anterior y para garantizar un decremento de temperatura de 15 °C, la solución es llevar el aire a su nivel de saturación (98% de humedad relativa), adicionándole al aire 0.0043 Lb agua/ Lb aire.

Esto es un principio básico de transferencia de calor, por lo que para esta condición extrema, podemos incrementar el intercambio de calor en las torres secas enfriadas por aire, disminuyendo su temperatura con la inyección controlada de humedad a través de un sistema humidificador, ya mostrado en el diagrama térmico.

Imagen de Torre Seca en Vista de Planta y Elevación



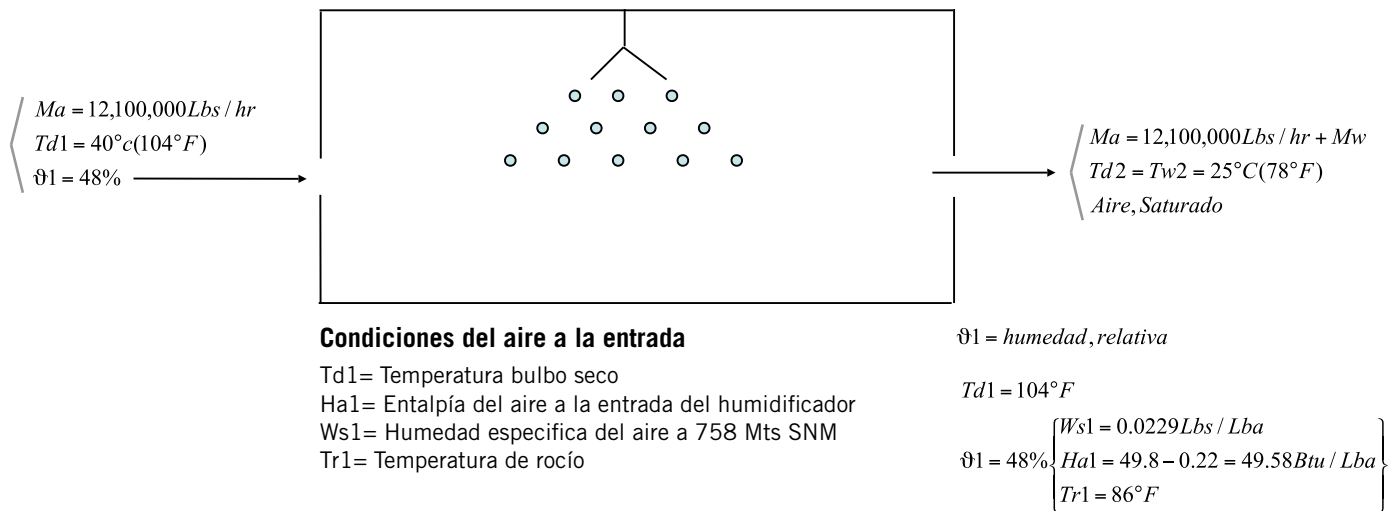
Cálculo de Sistema Humificador de Aire para Torre de Enfriamiento Seca

Datos aire de entrada a la torre seca (aire ambiente)

Temperatura de bulbo Seco	40 °C
Humedad relativa	48 %
Densidad del aire a 40 °C	1.1279 Kg/M3
Flujo de aire total torre Seca	= 5,500,000 Kg/Hr = 12,100,000 Lbs/Hr
Lugar de aplicación	Monclova, Coah
Altura sobre el nivel del mar	758 Mts

Condiciones del aire humidificado (Lo deseado)

Temperatura de aire Saturado	25 °C
Depresión de temperatura	15 °C (40 °C-25 °C)
Cantidad de agua tratada requerida	X



Condiciones de aire humidificado a la entrada de la torre seca

$$Td2 = 78^{\circ}F$$

$$\left. \begin{matrix} Ws2 = 0.0207 Lbs / Lba \\ Ha2 = 40.5 Btu / Lba \\ Tf2 = 78^{\circ}F \\ Hf2 = 36.04 Btu / lbw \end{matrix} \right\} \text{Aire, Sat.}$$

Agua tratada requerida para transformar la densidad del aire en verano (1.1279 Kg/M3) a la óptima requerida por la torre seca (1.184 Kg/M3), para garantizar el enfriamiento del fluido principal.

$$Mw = (12100000 / 60) [0.0229 - 0.0207]$$

$$Mw = 443.66 \text{ Lbw/Min}$$

$$Mw = 26,620 \text{ Lbw/Hr}$$

$$Mw = 12,100 \text{ Lts/Hr}$$

$$Mw = 201,66 \text{ Lts/Min}$$

$$Mw = 53.27 \text{ GPM}$$

$$Mw = 3.36 \text{ Lts/Seg}$$

El beneficio técnico radica principalmente en recuperar la capacidad de enfriamiento de la torre seca, basados en la reducción de temperatura ambiente de trabajo de los componentes de aire con la instalación de un equipo de Nubolizado.

Podemos concluir que en los sistemas de enfriamiento donde el medio de refrigeración es el aire ambiente y para los casos críticos donde sus propiedades térmicas de enfriamiento son afectadas por temperaturas ambiente altas combinadas con humedades relativas bajas, esta puede ser controlada a través de la modificación térmica del aire, humidificando el mismo en tiempo y forma de acuerdo a su condición térmica prevaleciente, llevando su humedad relativa a la saturación y paralelamente consiguiendo un decremento de su temperatura, con los beneficios mostrados anteriormente.

Por Ing. Jorge Raul Rodriguez Gauna ~ Superintendente Plantas de Fuerza No 2 y 6 de Altos Hornos de México

Condensador y Sistemas de Vacío

La presión adecuada en el condensador es fundamental para el correcto desempeño de la turbina de vapor. Una idea falsa común es que el sistema de vacío, o propiamente dicho, el sistema de retiro de aire y gases no condensables del condensador, es el responsable de fijar la presión dentro del condensador. Realmente la presión y la fuente principal del vacío dentro del condensador es creado cuando el vapor cae sobre los tubos fríos del condensador, conforme el vapor se condensa, ocurre una súbita reducción de volumen creando el vacío en el condensador. El sistema de retiro de aire y gases no condensables del condensador retira los gases no condensables y los entrega a una presión más alta, normalmente presión atmosférica; la presión (vacío) en el condensador minimiza la retro-presión en el escape de la turbina, evitando el incremento de presión en el escape, diferencial de temperatura en carcasa inferior superior, y vibraciones mecánicas; minimizar la retro-presión en el escape de la turbina es un factor clave para maximizar la eficiencia de la turbina.

La presión que se puede alcanzar en un condensador de vapor de superficie es determinada por la temperatura de salida del agua de enfriamiento, si se cumplen todas las condiciones, algunos factores que tienen un impacto negativo sobre la presión del condensador incluyen: insuficiencia de área del tubo tanto de vapor como de enfriamiento, mala distribución del agua, entrada de aire, cambio de parámetros de operación, temperatura, presión, flujo y erosión. Durante la operación la entrada de aire/gases no condensables puede ser por el sistema de vapor, por las glándulas de la turbina, reposición de condensado, estoperos de válvulas, válvulas abiertas, etc. La presencia de gases no condensables en el condensador afecta significativamente el vacío (aumento de presión) dentro del condensador y la eficiencia de la turbina.

Continúa →

Condensador y Sistemas de Vacío *(Continuación)*

Por ejemplo: un aumento en la presión del condensador de 1mm en Hg, resultará en un aumento aproximado en la tasa de calor (heat rate) de 200 BTUkW-hr.

Una disminución de 10psig (aproximadamente 20mm en Hg) en la presión de vapor resulta en un aumento aproximado en la tasa de calor (heat rate) de solo 3 BTUkW-hr.

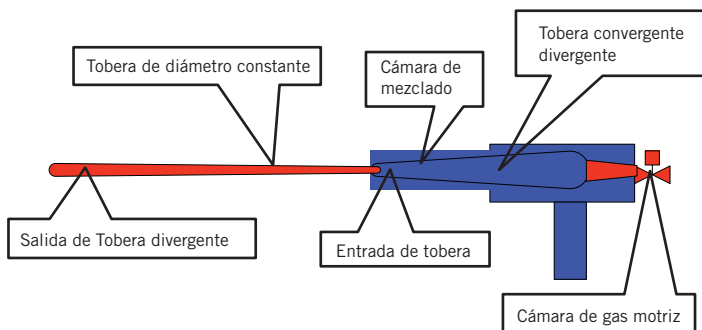
Los problemas que presentan la entrada de aire/gases no condensables en el condensador incluyen:

- Disminuye el coeficiente de transferencia de calor de la carcasa e incrementa su caída de presión (altera el flujo interno)
- Presión inadecuada en el condensador
- Incremento de presión en la descarga de la turbina
- Incrementa la carga al sistema de retiro de gases no condensables
- Vapor saturado
- Presencia de corrosión en el sistema de vapor
- Fisuras, erosión en la turbina (última etapa de la turbina por incremento de presión)
- Formación de gases, sales y ácidos que dañan la turbina y los componentes que están en el ciclo de vapor

Los equipos para retiro de gases no condensables en el condensador pueden ser:

- Eyector
- Bomba
- Combinación de ambos

Partes Principales de un Eyector



Las fallas que se pueden presentar en un eyector incluyen:

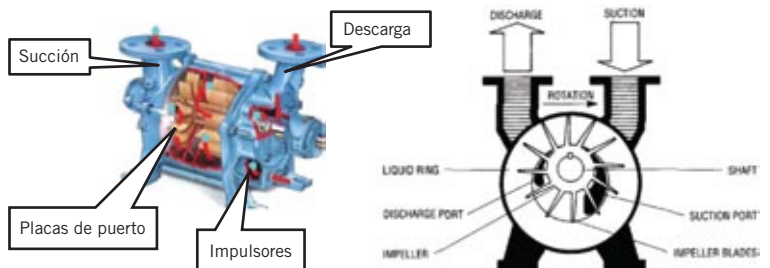
- **Desgaste en la tobera**- cuando el desgaste es mayor del 7% del diseño original puede presentar fallas en el retiro de gases no condensables dentro del condensador.
- Cambio de los rangos de operación de diseño original, temperatura, presión, flujo.
- Si la presión del gas motriz (vapor) cae en un 5% o sube en un 20% esto puede resultar en un aumento de presión en el condensador.
- El vapor saturado también puede causar problemas si no esta considerado en el diseño.

Daños en eyectores por vapor saturado- en esta situación cambian los parámetros de operación de diseño; se empieza a perder la onda expansiva (shock Wave) y afecta negativamente el desempeño del eyector.

Bomba de Vacío



Se llama bomba de vacío de anillo líquido, normalmente se utiliza agua para el sellado de las placas de puerto.



La bomba de vacío es de tipo desplazamiento positivo con un impulsor montado excéntricamente con muchos álabes, los cuales imparten fuerza centrífuga al líquido, y funcionan como pistones de manera que pueden trasportar gases.

Las fallas de una bomba de vacío incluyen:

- Aumento de temperatura en el agua de sello
- Desgaste en las placas de puerto
- Agua de sello insuficiente en la placa de puerto y en el sello de ejes

Conclusión

Las fallas de sistema de retiro de gases no condensables en un condensador resultan en presiones elevadas en la descarga de la turbina de vapor.

Es esencial para la operación de una central eléctrica mantener en un nivel óptimo de operación el sistema de retiro de gases no condensables en el condensador.

La localización de fallas de un sistema de retiro de gases no condensables de un condensador requiere de un procedimiento sistemático para asegurarse de que el problema este identificado y corregido.

Actualmente se sabe de turbinas de vapor que han operado con vacío inadecuado y han resultado con fisuras y erosión en los alabes L-O y diafragmas última etapa.

Por Filogenio Poot ~ *Field Engineer*