

La aplicación práctica de SF₆ y helio para la detección de fugas en tubos de condensadores y fugas internas de aire

Conco Systems, Inc.
Sede Internacional
530 Jones Street, Verona, PA 15147
Tel: 412-828-1166 Fax: 412-826-8255
E-mail: info@concosystems.com
Internet: www.concosystems.com



ESTABLISHED
1923

Conco Services Corp.
División de Detección de Fugas
7552 Rickenbacker Drive
Gaithersburg, MD 20879

Absolutamente lo mejor
Servicios de detección de fugas

Conco Systems, Inc. es el líder mundial en la limpieza mecánica de tubos fuera de línea. Conco fabrica una gama completa de herramientas y sistemas exclusivos para la limpieza de tubos, diseñados para condensadores y cambiadores de calor en centrales de generación nucleares y tradicionales de todo el mundo.

La División de Servicio ofrece servicios especializados que incorporan equipos de tecnología de punta para la detección de fugas con SF₆ y helio, así como pruebas Eddy Current, limpieza y taponamiento de tubos.

Entre los productos exclusivos de la División de Consultoría figuran pruebas de transferencia de calor, software de evaluación de rendimiento de condensadores y sistemas en línea de control de deposiciones. También se efectúan estudios.

LA APLICACIÓN PRÁCTICA DE SF₆ Y HELIO PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS INTERNAS EN TUBOS DE CONDENSADORES Y DE AIRE

RESUMEN

Se cuenta con numerosos métodos para la detección de fugas internas en tubos de condensadores y de aire de condensadores, basados algunos en el análisis químico del condensado y otros en el control de la cantidad de aire contenida en el vapor expulsado. Sin embargo, una vez detectada la fuga, resulta necesario localizar el origen del problema para poder resolverlo con confianza y recuperar la funcionalidad del equipo.

El carácter y la severidad de la fuga determinan en gran medida el mejor método para localizar el origen de la misma. Gases rastreadores como el helio y el SF₆ han llegado a emplearse ampliamente durante los últimos 10 años como procedimiento operativo estándar. Además, la última tecnología dispone la inyección en línea de SF₆ en líneas de agua de circulación, a fin de aislar las fugas en grupos de tubos.

Gracias al uso de gases rastreadores, se ha logrado eliminar gran parte de la incertidumbre que normalmente se vive con los métodos menos avanzados. Asimismo, se ha disminuido el tiempo muerto necesario para realizar la detección de fugas y, sobre todo, se ha reducido el aumento del consumo calorífico provocado por fugas internas de aire.

En esta ponencia se presenta la aplicación y el uso prácticos de gases rastreadores para realizar la detección de fugas, se compara dicho método con las técnicas anteriores y menos avanzadas, y se plantean los elementos clave, tanto teóricos como prácticos, que debe tener en cuenta el ingeniero al decidir el procedimiento y el gas rastreador más convenientes para una aplicación determinada.

ANTECEDENTES

Métodos intuitivos para la detección de fugas

Antes de 1978, las inspecciones de fugas en tubos de condensadores se valían de las técnicas siguientes: crema de afeitado, hojas de plástico, humo de cigarrillo, la vista y el oído. Estas técnicas no han demostrado ser seguras. Se solía consumir cajas enteras de crema de afeitado Barbosol en centrales de generación tanto tradicionales como nucleares. El técnico corría la crema sobre la placa de tubos y esperaba a que se aspirara hacia el interior del tubo con fugas, mismo que quedaba así taponado. Sin embargo, a veces quedaban taponados sin necesidad los tubos que no presentaban fugas, ya que éstos sólo *parecían* estar aspirando la crema. Por otro

lado, además del taponamiento de un tubo sin fugas, el procedimiento operativo estándar normal dictaba que se taponaran los tubos circundantes también.

También se usaba film transparente para alimentos. El técnico colocaba la hoja de plástico sobre la placa de tubos y buscaba el punto debajo del plástico que estuviera aspirado. Nuevamente, los tubos sin fugas alrededor del tubo objeto de la inspección también quedaban taponados.

En otra técnica se usaba el humo de cigarrillo. Los técnicos entraban a la caja de agua, cerraban parcialmente la pasarela, y después encendían y sujetaban el cigarrillo enfrente de tubos particulares para ver si el humo era "inhalado" por el tubo.

Se recurría también a las técnicas del "oído" y de la "vista". Se creía que era posible localizar las fugas pegando la oreja a la placa de tubos con el fin de encontrar la fuga y/o para determinar con sólo mirar el tubo si presentaba fugas o no. De los millones de tubos que se han inspeccionado, en muy pocos se ha logrado "oír" las fugas.

Métodos tradicionales de detección de fugas

TÉCNICA:

- **Humo**
- **Vista y oído**
- **Film transparente**
- **Crema de afeitado**

DESVENTAJAS:

- **Inseguros**
- **Imprecisos**
- **Económicamente inconvenientes**

Todas las técnicas intuitivas mencionadas tienen sus desventajas en materia de seguridad, precisión y conveniencia económica. Ninguna de las mismas ofrece una manera de verificar que la tubería objeto de la inspección sea la que realmente presenta fugas antes de volver a poner al condensador en línea y luego verificar las propiedades químicas. Dichas técnicas no se apoyan en la ciencia, sino que dependen de la "corazonada" del técnico.

Innovación de la tecnología

Con el fin de mejorar la precisión y seguridad de la detección de fugas en tubos de condensadores, se ideó un método en que se utiliza un espectrómetro de masas y, como gas rastreador, el helio. En el proyecto, patrocinado por el EPRI, se supuso que las fugas se manifestarían con la aspersión de helio en las tuberías y el simultáneo muestreo de descargas gaseosas del condensador. Se creía que al inyectarse helio en los tubos mientras la turbina recibía alimentación eléctrica, el gas entraría al condensador a través de las fugas del tubo y así quedaría evacuado con el resto de los gases no condensables por medio del sistema de expulsión de aire del condensador.

Por tratarse de una aplicación nueva para la espectrometría de masas, se presentaron problemas con el aumento del helio de fondo y con el aislamiento del tubo con fugas, y en algunos casos se indicaba la presencia de fugas donde no se había asperjado el helio. Así se llegó a la determinación inicial de que la detección de fugas con gas rastreador en condensadores podría resultar poco eficaz. Sin embargo, con la perseverancia se logró el éxito.

Evolución de técnicas de detección de fugas con gas rastreador

HELIO

- *Se empleó por primera vez en 1978, en un proyecto patrocinado por el EPRI*
- *Se aplicó inicialmente a la detección de fugas en tubos de condensadores*
- *Posteriormente se extendió su uso a la detección de fugas internas de aire*
- *A veces resulta inseguro para la detección de fugas pequeñas o del origen de fugas de oxígeno disuelto*

La aplicación exitosa de la tecnología con helio

En la primera aplicación exitosa de helio destinada a detectar fugas en tuberías, también se utilizó un impulsor de nitrógeno a fin de garantizar que el helio recorriera el tubo en toda su longitud. Se asperjó helio en los tubos durante aproximadamente 10 segundos empleando una cámara de distribución que medía 1 pie de ancho, 2 pies de alto y aproximadamente 1 pulgada de largo. Inmediatamente después de asperjar el helio, una aplicación en igual medida de nitrógeno “impulsó” el helio por el tubo. Sin embargo, con la

posterior instalación de transportadores de aire en las pasarelas al lado contrario del de la inyección del gas rastreador, se aseguró que el tubo quedara cubierto en toda su longitud por el helio y ya no hacía falta el nitrógeno. Para agosto de 1978 ya se efectuaba rutinariamente la primera metodología de helio para la detección de fugas en centrales de generación nucleares.

Durante el mismo año, surgió la interrogante de si la aplicación de espectrometría de masas con helio serviría para localizar el origen de una fuga *interna* de aire en el condensador. Se partió de la hipótesis de que cuando se drena una caja de agua, y se presenta una fuga en un tubo, a efectos prácticos se trata de una fuga de aire. Este método de inspección de fugas internas de aire presentaba algunos problemas, entre ellos el aumento del fondo de helio, la manera de localizar con precisión la fuga (¿está en el empaquetado o en la brida?) y el hecho de que el helio, por ser más ligero que el aire, suele subir. A pesar de las ambigüedades iniciales en la interpretación de datos, se ha demostrado que cuántas más inspecciones realizaba un técnico, con más rapidez aprendía éste, y llegó a ser normal la interpretación adecuada e inteligente de los datos registrados en la banda de registro.

A medida que aumentaba la capacidad del técnico y que el “arte” de la detección de fugas con gas rastreador se iba convirtiendo en práctica estándar en el sector de los servicios públicos, las centrales de generación reducían las fugas internas así como localizaban oportunamente las fugas en tubos de condensadores.

Ya para 1981 la interrogante más escuchada era cuál de las cajas de agua presentaba fugas. En la mayoría de las centrales de generación, el drenaje de la caja de agua y la verificación de las propiedades químicas era la manera típica de determinar qué caja presentaba la fuga. Se determinó que al inyectar helio en el agua de circulación mientras la unidad recibía alimentación de la turbina, el gas entraba por un tubo con fuga y quedaría evacuado con el resto de los gases no condensables. La primera inyección “en línea” de helio se efectuó en una central de generación nuclear y resultó exitosa. Sin embargo, se descubrió que en caso de fugas pequeñas, fugas cercanas al extremo de salida o fugas en tapones, las pruebas con la inyección en línea de helio muchas veces no daban indicación alguna de una fuga. El uso de helio para descubrir el origen de las fugas de oxígeno disuelto también resultó poco seguro. Quedó claro que hacía falta un gas rastreador de mayor sensibilidad, ya que la indicación negativa de helio ya no constituía una indicación segura de la ausencia de fugas en la caja de agua.

La introducción de hexafluoruro de azufre (SF₆) como gas rastreador

Fue natural en la evolución de la detección de fugas con gas rastreador que se descubriera un gas rastreador más sensible. En 1976, Simmons y Lovelock⁽¹⁾ habían descubierto en Inglaterra que el SF₆ podría emplearse muy bien como rastreador aéreo en las investigaciones atmosféricas. El sector de los servicios públicos en Estados Unidos, por su parte, investigaba la ruta de penachos en las chimeneas y torres de enfriamiento, y para ello se usó el mismo gas rastreador⁽²⁾. La propiedad fundamental del SF₆ es que puede detectarse en concentraciones muy bajas, de hasta un mínimo de una parte por 10 mil millones (0,1ppb), en comparación con el helio, cuya concentración mínima detectable es de una parte por millón por encima del fondo. Posteriormente se descubrió que las inyecciones en línea de SF₆ permitían asimismo la detección de fugas de hasta un mínimo de un galón por día.

Evolución de técnicas de detección de fugas con gases rastreadores

HEXAFLUORURO DE AZUFRE (SF₆)

- Se empleó inicialmente en Inglaterra como rastreador aéreo sensible en investigaciones atmosféricas
- Gas inerte, incoloro e inodoro que no reacciona con el agua
- Puede detectarse en concentraciones de hasta un mínimo de 1,00 ppb
- Evolución de la técnica de inyección en línea para detectar fugas en tubos de condensadores: La inyección en línea permite la detección de fugas de hasta un mínimo de un galón por día
- Fugas internas de aire: Con el uso de SF₆, las fugas internas de aire muchas veces se pueden controlar a fin de cumplir con las normas industriales
- El uso de SF₆ para localizar el origen de oxígeno disuelto

El hexafluoruro de azufre, descubierto en 1900, es un gas incoloro, insípido e incombustible, prácticamente inerte desde el punto de vista químico y biológico⁽³⁾. No reacciona con el agua, con la potasa cáustica ni con ácidos fuertes, y puede calentarse hasta una temperatura de 500 grados centígrados sin descomponerse. Se usa comúnmente dentro del sector de servicios públicos para la supresión de arcos en cortacircuitos de alto voltaje y para el aislamiento de cables eléctricos. El SF₆ tiene numerosos usos más, como en equipos médicos, en el aumento de la resistencia a la tracción en húmedo del papel kraft, y en la protección de magnesio fundido en la industria del magnesio.

Analizador Fluorotracer™

La tecnología sensorial empleada para detectar la presencia de SF₆ funciona con base en la captura de electrones. En la figura 1,0 se presenta una vista general del analizador de SF₆, y en la figura 2,0 aparece un diagrama esquemático de flujo en que se aprecia el paso de la muestra de descargas gaseosas por el analizador. El gas de muestra se bombea hacia la celda de captura de electrones, donde pasa en medio dos electrodos y lo ioniza una lámina radiactiva. El nitrógeno ionizado en la muestra apoya una corriente a través de los electrodos, reduciéndose el nivel de la corriente en proporción a la concentración de SF₆.



Figura 1,0

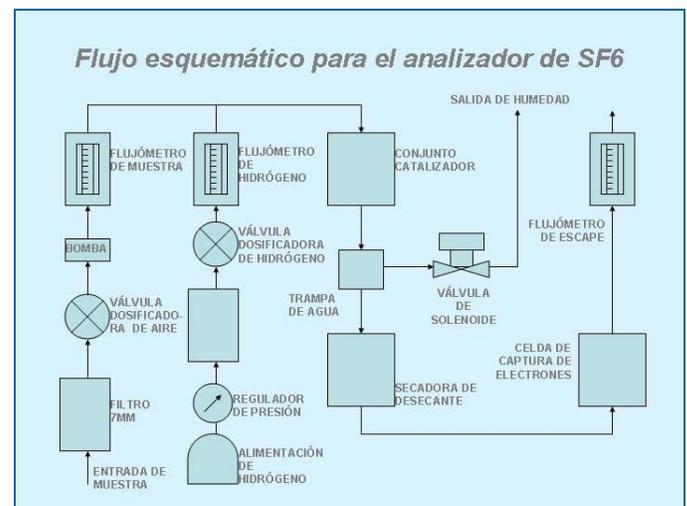


Figura 2,0

A fin de eliminar cualquier oxígeno en la muestra de descarga gaseosa, se introduce gas hidrógeno en la corriente de la muestra, que entra al reactor catalítico donde ocurre una reacción química entre el oxígeno y el hidrógeno. El agua producida se retira de la trampa de agua y la muestra se seca finalmente en un desecante, antes de que la muestra entre en la celda de captura de electrones.

Actualmente existe un analizador que puede emplearse con el SF₆ como gas rastreador, en centrales de generación tanto tradicionales como nucleares. También se cuenta con un mecanismo de liberación de SF₆, que pesa aproximadamente 8 libras, tiene una vida útil más larga y puede ajustarse con tal de liberar el rastreador a razón variable, para obtener así la concentración de SF₆ deseada de acuerdo con las condiciones actuales en la planta. Véase la figura 3,0: el SF₆-PAK.

SF₆-PAK



Figura 3,0

APLICACIÓN EXITOSA DE TECNOLOGÍA SF₆

La primera inyección “en línea” con el uso de SF₆ se realizó en una central de generación nuclear y resultó exitosa⁽⁴⁾. Durante seis meses se siguió efectuando pruebas en línea y se descubrió que en caso de una indicación en el registro de banda, era seguro que la caja presentaba una fuga.

De nuevo, por progresión natural se llegó a utilizar el SF₆ para las inspecciones de fugas internas de aire en condensadores también. Antes de emplearse el helio, no era raro que las centrales de generación registraran más de 50 CFM de fugas internas de aire. Con la introducción de helio como gas rastreador, las fugas internas de aire en la mayoría de las centrales fueron reduciéndose a niveles muy inferiores. En la actualidad muchas centrales registran menos de 10 CFM de fugas internas de aire. A medida que se reducen las fugas internas de aire, se vuelve más difícil encontrar las fugas empleando sólo el helio. Era obvio que hacía falta un gas rastreador de mayor sensibilidad y seguridad, y con el uso de SF₆ se logró superar las dificultades propias del helio.

La identificación de la fuga

Es común que la presencia de una fuga de agua de enfriamiento en un tubo se manifieste por primera vez en un aumento de la conductividad del condensado. Se debe solicitar que el área de química verifique el origen de la contaminación, antes de hacerse planes para localizar y rectificar el problema.

Se puede colegir la presencia de fugas internas de aire a partir de un aumento en la concentración de aire en los gases retirados por el sistema de expulsión de aire. Ello muchas veces viene acompañado por un aumento en la contrapresión del condensador. Como regla general, las fugas internas de aire deben limitarse a 1 CFM por 100 MW de capacidad de generación.

Por último, un aumento en la concentración de oxígeno disuelto en el condensado significa la fuga de aire hacia la succión de las bombas del condensado, o bien una fuga por debajo del pozo del condensador.

REGLAS PARA LA SELECCIÓN DE HELIO O SF₆ COMO GAS RASTREADOR PREFERIDO

FUGAS INTERNAS DE AIRE

- Volumen total de fuga interna de aire
- Características de fugas específicas
- Restricciones de la prueba
- Cuantificación de la fuga
- Consideraciones del oxígeno disuelto

FUGAS EN TUBOS DE CONDENSADOR

- Inyecciones en línea
- Inspección de la lámina del tubo
- Características de la fuga

El SF₆ también puede emplearse en las mismas situaciones que el helio, si bien no se puede decir lo mismo del helio. Numerosos factores influyen en la selección de un gas rastreador para una situación determinada.

Comparación de gases rastreadores: helio y SF₆			
Situación de prueba	Condición	Preferencia	
		Helio	SF ₆
Fuga en tubo: Prueba de inyección de gas en línea	Fuga <100 galones por día	??	√
Fuga en tubo: Prueba desde dentro de la caja de agua	Fuga >50 gal./día	√	√
	Fuga <50 gal./día	N/A	√
Fuga interna de aire	Fuga >10 CFM	√	√
	Fuga <10 CFM	N/A	√
Oxígeno disuelto	Buscar origen del oxígeno disuelto	N/A	√
Consideraciones energéticas	MW >20% carga plena	√	√
	MW <20% carga plena	√	N/A
	Capacidad de unidad <50 MW	√	N/A

Inyección en línea de gas rastreador en agua de circulación

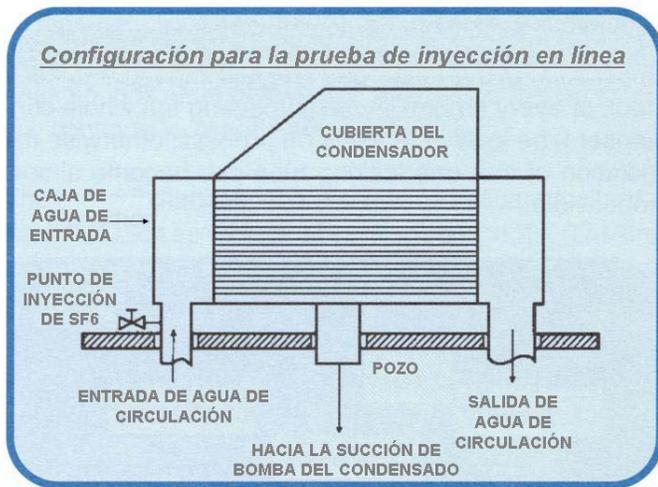


Figura 4,0

Según el procedimiento estándar para la inyección en línea (figura 4,0), se emplea SF₆ como gas rastreador para determinar qué caja de agua presenta fugas. El helio sólo tiene un 50% de posibilidades de éxito si la fuga es menor de 100 galones al día. La alternativa es reducir la potencia, drenar la caja de agua y buscar un cambio químico.

Inspección práctica y sistemática de la placa del tubo

Deben tenerse en cuenta los factores siguientes:

- *Volumen de la fuga:* Si por la química se indica una fuga mayor de 50 galones por día, se puede utilizar ya sea SF₆ o helio. Si la fuga es menor de 50 galones por día, el uso de SF₆ es el procedimiento estándar.
- *Energía de la turbina de la unidad:* Si la unidad marcha a más del 20 por ciento de la potencia de la turbina, se podrá usar cualquiera de los dos gases rastreadores. Si la unidad no recibe alimentación de la turbina y la fuga es de tal gravedad que resulta imposible que la unidad alcance potencia de turbina alguna, el procedimiento estándar dictaría el uso de helio.

Fuga interna de aire en el condensador

Deben tenerse en cuenta los factores siguientes:

- *Fuga interna de aire en la unidad:* Si la unidad registra más de 10 CFM de fuga interna de aire, se podrá usar cualquiera de los dos gases rastreadores. Si la fuga

interna es menor de 10 CFM, el uso de SF₆ debe ser el procedimiento estándar.

- *Oxígeno disuelto:* Para determinar la causa de la fuga de oxígeno disuelto por debajo del nivel del pozo, es necesario usar SF₆ como procedimiento estándar.
- *Potencia de turbina de la unidad:* Si la unidad tiene una potencia de turbina del 20 por ciento o superior, se podrá usar cualquiera de los dos gases rastreadores. Si la unidad no tiene potencia de turbina y resulta imposible que alcance potencia de turbina alguna, se deberá optar por el helio.
- *Capacidad de la unidad:* En las inspecciones de unidades de capacidad inferior a 50 MW, siempre se deberá emplear el helio.

BUENA PRÁCTICA PARA PROCEDIMIENTOS DE DETECCIÓN DE FUGAS EN CONDENSADORES

Nótese que *no* se recomienda inyectar el gas rastreador mientras se drena la caja de agua a fin de determinar la ubicación aproximada de la fuga en la caja. Sin embargo, una vez apagada la unidad y drenada la caja de agua, es de suma importancia que los técnicos revisen de manera sistemática toda la placa de tubos, de arriba hasta abajo. En primer lugar, una fuga grande podría disimular otra más pequeña en otro lugar dentro de la caja. Segundo, el lugar real de la fuga (es decir, más cerca del extremo de la salida, un tapón con fuga, una costura de la caja) podría ser distinto del lugar en que se observó durante el relleno con el rastreador. Los técnicos deben abstenerse de prejuzgar las situaciones, ya que así pueden producirse datos falsos y retrasos en la localización de la fuga.

El uso de un registro de banda, frente a las lecturas del detector

La interpretación de los datos que aparecen en el registro de banda (figura 5,0), es el "arte" de la detección de fugas tanto para las fugas internas de aire en condensadores como en las fugas en tubos de condensadores. Los datos que aporta el registro indican en qué momentos se aproxima a una fuga, se pasa una fuga, se toca una fuga, si el gas se desplaza hacia otra fuga, si la fuga se encuentra más cerca del extremo de salida; y ofrece asimismo una copia impresa para efectos de consulta. Con el fin de aislar la fuga, se puede determinar si una válvula presenta una fuga en el empaquetado o en la brida. Durante una inspección típica de fuga interna de aire, no es raro asperjar el gas rastreador en hasta cientos de rutas posibles de fugas dentro del límite del vacío del condensador.

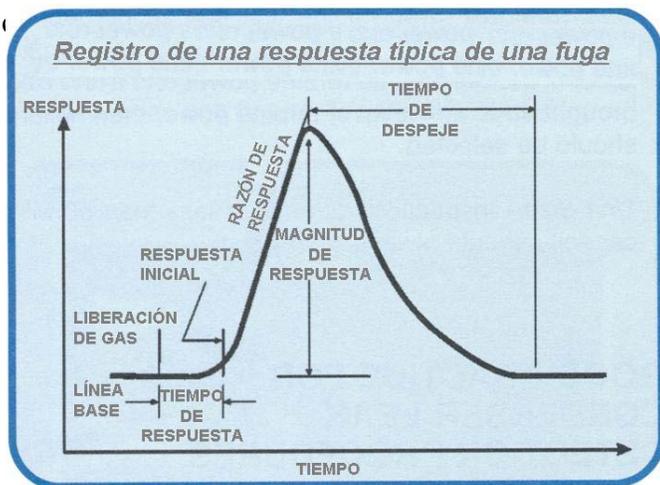


Figura 5,0

Realice una inyección de ensayo en el condensador antes de iniciar una inspección de fugas internas de aire y/o en tubos de condensador.

Preparación para la prueba

- Verificar la calibración del instrumento y/o el ajuste de la corriente estacionaria
- Verificar el flujo de la muestra a través del instrumento
- Verificar el punto de muestra y el sistema de escape
- Realizar una inyección de ensayo
- Establecer un tiempo de respuesta típico de muestra, empleando el registro de banda

La razón más importante para realizar una inyección de ensayo antes de cualquier inspección es la verificación del adecuado funcionamiento de todos los equipos y de la recepción de una muestra proveniente de la descarga gaseosa. Lo peor que le puede pasar a un técnico que realiza una inspección con gas rastreador, es que termine la inspección sin encontrar fugas y luego se dé cuenta de que no se percibía ningún gas rastreador. La segunda razón para realizar una inyección de ensayo es la de determinar el tiempo de respuesta. Si bien es importante para inspecciones tanto de fugas internas de aire como de fugas en tubos, es casi imposible localizar y aislar debidamente una fuga en un tubo sin conocer el tiempo de respuesta. De otra manera los técnicos podrían perder el tiempo investigando cada indicación de fuga que se observa. Así, además del uso del detector, los dos ingredientes más importantes para un programa exitoso de detección de fugas son conocer el tiempo de respuesta y aprovechar bien un registro de banda.

Evite la aspersión indiscriminada del gas rastreador en la placa de tubos

La localización eficaz de fugas exige una aplicación muy discreta del gas rastreador, y es importante llevar un registro de cada inyección de gas rastreador durante toda la inspección de fugas en tubos del condensador. De otra manera, puede resultar casi imposible aislar el tubo que presente fugas.



figura 6,0

Se ha comprobado en la práctica que es obligatorio usar una cámara distribuidora de aire, colocada directamente sobre la placa de tubos. Normalmente se usa primero una cámara de 1' x 2' x 1" (figura 6,0). Si se indica una fuga, se recurre a una cámara de 1' x 1' x 1" y después a una de 4" x 4" x 1", y posteriormente a un "inyector de tubo único". Empleando la cámara distribuidora se elimina la posibilidad de que se salte un tubo o de que el gas rastreador no recorra toda la superficie de la placa de tubos. Por último, se debe utilizar un mecanismo tipo varilla para asperjar las costuras de la caja de agua una vez finalizada la inspección de la placa de tubos.

Nótese que el 99,9 por ciento de las inspecciones de cajas de agua se inician en la caja del lado de la entrada, y se asperja el gas rastreador hacia el extremo de salida.

Se presentan indicaciones de fugas en los tubos con cada inyección del rastreador a través de la cámara distribuidora

Al inspeccionar una caja de agua para fugas en tubos, es importante que esté funcionando el registro de banda y que se conozca el tiempo de respuesta. Por lo general, inicie la inspección de una caja de agua en la esquina izquierda superior de la placa de tubos, y avance primero hacia el lado derecho de la caja, bajando a la hilera siguiente para avanzar de derecha a izquierda.

Esta alternación de sentido, de izquierda a derecha y de derecha a izquierda, continúa durante toda la inspección. Normalmente cada inyección de gas rastreador dura diez segundos. Después de esperar dos segundos más, desplace la cámara para la siguiente inyección. A menos que el técnico encargado del detector observe una indicación de fuga, el técnico de la caja de agua seguirá inyectando sin parar.

En algunos casos se indica una fuga con la primera inyección y con todas las posteriores. Lo primero que hay que hacer es consultar el tiempo de respuesta. ¿Es éste demasiado largo, o es adecuado? Si es demasiado largo, podría deberse a uno de los problemas siguientes: la fuga está cerca de la salida y se vuelve a aspirar con cada inyección subsiguiente.

También es posible que el gas evacuado desde la caja de agua de salida lo estén enviando los sopladores hacia una fuga de aire. Para eliminar esta posibilidad, simplemente asperje el gas rastreador en el lado de succión del soplador y vigile el registro de banda para la indicación. Si ésta aparece, desvíe el soplador o añada trompas de elefante para enviar el escape hacia fuera.

Para determinar si la fuga se encuentra más cerca del extremo de salida, simplemente realice la primera inyección de diez segundos, espere antes de inyectar de nuevo y vigile el registro de banda. Si transcurre el tiempo de respuesta registrado más 15 segundos sin que aparezca indicación alguna, repita el mismo paso hasta duplicar la indicación de fuga. Si el tiempo de respuesta es según lo previsto, es obvio que se ha encontrado una zona de fuga y deben utilizarse las cámaras distribuidoras de dimensiones descendientes a fin de aislar el tubo que presente fugas.

Inicie la inspección en la plataforma de la turbina al realizar una inspección de fugas internas de aire

Con el fin de aislar una fuga, es importante que el técnico sepa dónde ha estado y qué ha visto. Se recomienda que todas las inspecciones de fugas internas de aire se inicien en la plataforma de la turbina, normalmente comenzando por los discos de ruptura. Es importante llevar un registro de todo lo que se someta a la aspersión del gas rastreador. De encontrarse una fuga grande en la pasarela del lado occidental de la turbina (figura 7,0), se debe realizar una anotación al respecto en el registro de banda, ya que una vez que desde el lado occidental del condensador se asperje una penetración en el condensador del entrepiso, es muy posible que se presente la indicación de una fuga que, en realidad, no existe.



figura 7,0

Los técnicos pierden mucho tiempo en la inspección buscando fugas ya identificadas en la plataforma de la turbina. También por ello es necesario conocer el tiempo de respuesta típico.

Utilice un soplador de aire en el extremo contrario de la caja de agua objeto de la inspección

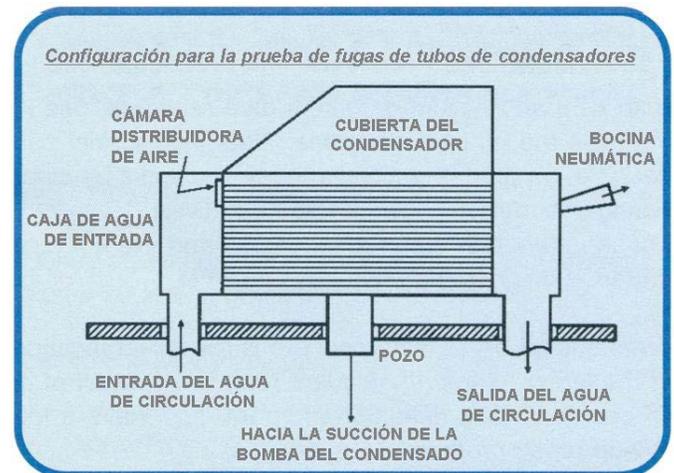


Figura 8,0

La instalación de ventiladores o de un soplador (figura 8,0) en el lado contrario del condensador no es, como se suele creer, para la comodidad del personal, sino que tiene como objetivo principal hacer bajar el gas rastreador por los tubos, así como evacuar el gas rastreador del extremo contrario de la caja de agua, para que la concentración de fondo del rastreador no suba a tal punto que la detección discreta resulte prácticamente imposible.

El SF₆ es de manipulación sensible

Al igual que con todo trabajo realizado en una central de generación ya sea tradicional o nuclear, es necesario seguir los procedimientos. Al trabajar con SF₆ puro para la inyección en línea en agua de circulación, es necesario asegurar que todos los accesorios estén fijos y seguros y que las conexiones con el regulador y con la línea de agua de circulación no presenten fugas. Lo más importante es que al conectar la manguera al punto de inyección se realicen rápidas desconexiones que minimicen las fugas. Las dos causas más comunes de un aumento del fondo pueden atribuirse directamente al descuido en el momento de desconectar la manguera del regulador y/o a la presurización de la manguera de inyección antes de conectarla al punto de inyección de la línea de agua de circulación. Ambos contradicen los procedimientos escritos.

Cuantificación de fugas internas de aire

En las centrales de generación ya se conoce el volumen total de las fugas internas de aire. A nuestro juicio, no conviene en términos económicos cuantificar cada una de las fugas. Por las variables propias de un condensador bajo vacío, la cuantificación de las fugas no aportaría dato alguno que no fuera ya del conocimiento del personal de la planta.

Los detectores tanto de SF₆ como de helio dan lecturas, uno en milivoltios y el otro en divisiones. El personal de la planta puede determinar un plan de acción para reparar las fugas, a partir de una comparación de la lectura de milivoltios o la de divisiones. Dichas lecturas, por supuesto, son valores relativos y no se calibran en unidades de ingeniería como CFM.

Lo que más interesa es la ubicación exacta de la fuga y su reparación y prueba subsiguientes. Desde luego, un programa de detección de fugas debe contemplar un programa de reparaciones de seguimiento.

Realización de inspecciones de fugas en tubos o de fugas internas de aire cuando la turbina no recibe alimentación eléctrica

La principal razón de no realizar una inspección cuando la turbina no recibe alimentación eléctrica es la significativa posibilidad de que la concentración de fondo del gas

rastreador aumente hasta eliminar cualquier posibilidad de aislar una fuga. Para las inspecciones tanto de fugas internas de aire como de fugas en tubos de condensadores, se exige un flujo de vapores que lleve el gas rastreador hacia fuera del condensador junto con el resto de los gases no condensables. Si el gas rastreador asperjado se aspira hacia el condensador, comenzará a acumularse y la concentración de fondo aumentará e incluso saturará los detectores. Sabemos que en algunas ocasiones la central no tiene otra opción más que intentar una inspección con gas rastreador con la unidad apagada en un esfuerzo por activarla, y que incluso lo han logrado. Sin embargo, recomendamos un mínimo de un 20 por ciento de potencia de la turbina para realizar una inspección con gas rastreador.

EL USO DE GASES RASTREADORES PARA LA INSPECCIÓN DE OTROS SISTEMAS

Además de las inspecciones de fugas en tubos de condensadores y de fugas internas de aire en condensadores, la detección de fugas con gas rastreador se realiza rutinariamente en sistemas de enfriamiento por hidrógeno en generadores principales y sistemas de agua de estator. Entre las aplicaciones en otras industrias figuran la prueba de sistemas de ventilación de minas y la búsqueda de fugas desde gasoductos enterrados. En resumidas cuentas, si un sistema está bajo vacío o si puede presurizarse, el uso de un gas rastreador constituye el método más preciso, seguro y rápido.

Otras aplicaciones

- *Sistemas de enfriamiento por hidrógeno en generadores principales*
- *Sistemas de agua de estator en generadores*
- *Investigaciones de humo o de penachos de torres de enfriamiento*
- *Pruebas de sistemas de ventilación en minas*
- *Búsqueda de fugas en gasoductos enterrados*

REFERENCIAS

- A. LaPorte y R.E. Putman, *The Practical Application of SF₆ and Helium for Condenser Tube and Air Inleakage Detection*, EPRI, Conferencia de Tecnología de Condensadores, Agosto de 1996.
- 1. P.G. Simmonds, A.J. Lovelock y J.E. Lovelock. *Continuous and Ultrasensitive Apparatus for the Measurement of Air-borne Tracer Substances*, Journal of Chromatography, 126, 1976, pág. 3-9.
- 2. John Tsou, comunicación privada, 13/2/96.
- 3. Tablas Internacionales de Física, Vol. A 11, pág. 338.
- 4. Strauss, Sheldon, D. *Advanced Tracer Technique Enhances Leak Detection*, POWER, Octubre de 1992, pág. 112, 114, 116.

Otros materiales de consulta recomendados:

- Informe CS-6014 del EPRI, Proyecto 1689-20, Septiembre de 1988. *Condenser Leak Detection Guidelines Using Sulfur Hexafluoride as a Tracer Gas*.
- Informe técnico del EPRI: TB.GSZ.89.11.89. *Condenser Leak Detection by Using SF₆ as a Tracer Gas*

DIVISIÓN DE DETECCIÓN DE FUGAS DE SERVICIOS CONCO

La División de Detección de Fugas de Servicios Conco ha sido pionero en la técnica de emplear gases rastreadores para probar fugas en condensadores principales de centrales energéticas, y ha sido el proveedor líder de este servicio desde 1978. Usando un espectrómetro de masas y gas helio o bien el Analizador Fluorotracer™, elaborado por Conco, y SF₆ como gas rastreador, podemos detectar las fugas internas de aire y agua.

Servicios de prueba

Se ofrecen servicios de prueba de condensadores principales para:

- Fugas internas de aire
- Fugas internas de agua de circulación
- Inyecciones en línea
- Oxígeno disuelto

Se ofrecen servicios de prueba de generadores eléctricos principales para:

- Sistemas de agua de estator
- Sistemas de enfriamiento por hidrógeno

Asimismo se realizan pruebas de generadores nucleares de vapor

Sistemas y capacitación

Conco ofrece capacitación integral en el campo, en el uso de gases rastreadores para la detección de fugas en centrales energéticas.

Sistemas de detección de fugas:

- Sistemas de detección de fugas con analizador Fluorotracer™
- Sistemas de detección de fugas con espectrómetro de masa de helio

La capacitación comprende:

La capacitación comprenderá el arranque, apagado y afinación del equipo, así como las ubicaciones recomendadas para las conexiones en la planta y la inspección de fugas internas de aire y agua. La capacitación abarcará asimismo el mantenimiento y la reparación del equipo.

CONCO SYSTEMS, INC.

¡ABSOLUTAMENTE LO MEJOR!

Reconocida desde hace mucho tiempo en todo el sector energético por la calidad en la limpieza de condensadores y cambiadores de calor, Conco cuenta tanto con sistemas integrados como con capacidades de servicio. Las aplicaciones de tecnología exclusivas de Conco agregan valor a sus programas de limpieza, inspección y monitoreo para sistemas de agua de enfriamiento y servicio.

La empresa consta de tres divisiones: (1) **Sistemas**, encargada de la fabricación y venta de productos; (2) **Servicio**, servicios en el campo realizados por personal calificado para la supervisión de obras "llave en mano" en su sitio, y (3) **Consultoría**, tecnología aplicada, equipos y software para la resolución de eventuales problemas de deposición, corrosión, fallas y mal rendimiento.

Conco ofrece tecnología exclusiva para:

- LIMPIEZA DE TUBOS
- TOMA DE MUESTRAS DE DEPÓSITOS
- DETECCIÓN DE FUGAS
- PRUEBAS EDDY CURRENT
- TAPONAMIENTO DE TUBOS
- MONITOREO DE DEPOSICIÓN
- SOFTWARE DE RENDIMIENTO

Comuníquese con nosotros para más información o para iniciar el trabajo en su planta.



ESTABLISHED
1923

Conco Systems, Inc.

Sede Internacional

530 Jones Street, Verona, PA 15147

Tel: 412-828-1166 Fax: 412-826-8255

Celular: 412-287-3443

E-mail: guillermo@concosystems.com

Internet: www.concosystems.com