

# **LIMITACIONES DE LOS ULTRASONIDOS EN EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE PURGADORES (STEAM TRAPS)**

## **1. FUGAS DE GAS**

La medida de ultrasonidos es el método más utilizado actualmente para la localización de fugas internas de gases a través de válvulas.

El paso de un gas a través de un orificio genera un ultrasonido cuya frecuencia e intensidad están relacionadas fundamentalmente con la presión y temperatura del gas, la densidad del gas, la velocidad de paso del gas a través del orificio y la geometría del orificio.

La presencia de ultrasonido en una válvula en posición cerrada significa claramente la existencia de una fisura a través de la cual se produce una fuga interna o externa de gas. Ahora bien, es prácticamente imposible determinar la magnitud de la fuga a partir de la medida de ultrasonido ya que ello depende de la geometría de la válvula, la geometría de la fisura y las variables termodinámicas del gas. En todo caso la correlación entre ultrasonido y tamaño de fuga tendría que establecerse para cada válvula y en cada caso.

## **2. FUGAS DE VAPOR. LIMITACIONES DEL METODO DE ULTRASONIDOS**

La aplicación del método de medida de ultrasonidos ha experimentado un gran auge en el mantenimiento predictivo de purgadores. Sin embargo, recientes investigaciones realizadas por **BiTherm** durante el desarrollo de los sistemas **SteamWatch™** y **SmartWatch™** para mantenimiento predictivo de purgadores han demostrado que el método tradicional de medida de ultrasonido no ofrece suficiente fiabilidad cuando se aplica en grandes instalaciones con miles de purgadores en servicio (refinerías de petróleo, grandes plantas químicas, etc), ya que el problema se hace más complejo cuando el gas es vapor y la válvula es un purgador

En efecto, el purgador normalmente descarga a temperatura próxima a la ebullición. Durante este proceso el condensado sufre una expansión que produce un cambio de fase líquido-vapor. La fase gaseosa (vapor de expansión) fluye a elevada velocidad generando un cierto nivel de ultrasonido, cuya frecuencia e intensidad depende del salto de presión a través del purgador (presión diferencial) y el grado de enfriamiento que sufre el condensado antes de ser evacuado por el purgador. Sin embargo, la presencia de ultrasonido en este caso no significa la existencia de fuga de vapor vivo a través del purgador.

Un serio problema adicional se presenta en líneas de baja presión (3.5 bar) en instalaciones con miles de purgadores descargando a un colector general de retorno de condensados. En este caso, la formación de vapor de expansión presuriza localmente la línea de retorno disminuyendo la presión diferencial en el purgador. Este efecto es muy fuerte cuando además

se superponen fugas de vapor a través de algunos purgadores, lo que generalmente es muy frecuente. En condiciones de fuerte contrapresión local la velocidad de paso del vapor a través del purgador, aún en caso de fuga interna, no es suficientemente elevada para producir el nivel de ultrasonido que permita identificar dicha fuga.

En resumen, la fiabilidad del método de medida de ultrasonido en el mantenimiento predictivo de purgadores disminuye a medida que aumenta el número de purgadores de una instalación. Los principales fallos del método son dos:

1. Aparentes fugas de vapor vivo, inexistentes ya que en realidad es vapor de expansión
2. Fugas reales de vapor vivo no detectadas, enmascaradas por elevada contrapresión

La investigación realizada por BiTherm durante los últimos cuatro años ha permitido perfeccionar el método hasta conseguir un alto grado de fiabilidad alcanzado por el método SteamWatch™ (patentes internacionales pendientes).

### **3. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Durante la primera fase de desarrollo del método SteamWatch™ se realizaron múltiples medidas de fugas en purgadores con diversos tipos de equipos de ultrasonidos portátiles, con el fin de encontrar correlaciones entre frecuencia e intensidad de ultrasonidos con los parámetros termodinámicos del vapor y los de los propios purgadores ensayados.

Al intentar reproducir los resultados en grandes instalaciones petroquímicas se observó que las conclusiones alcanzadas en laboratorio no se correspondían en absoluto con la realidad.

Así por ejemplo, instalaciones con un aparentemente buen mantenimiento predictivo, cuyo porcentaje de purgadores con fuga de vapor vivo no superaba el 2 %, presentaban un funcionamiento inaceptable con fuertes golpes de ariete térmico y gran cantidad de vapor (aparentemente vapor de expansión) en los colectores de retorno de condensado. Realizando un estudio termodinámico de las instalaciones se encontró un fuerte grado de acoplamiento entre las líneas de distribución de vapor y las líneas de retorno de condensado, acoplamiento que demuestra un funcionamiento incorrecto del purgador.

Se comprobó que el purgador de vapor no sólo es una trampa de vapor (steam trap) que deja pasar condensado y cierra para impedir el paso de vapor, sino que tiene que ser considerado como una válvula de regulación que controla constantemente el nivel de degradación energética del fluido, antes de ser evacuado a la línea de retorno. De esta forma el purgador es capaz de producir la mayor pérdida de carga posible y lograr el óptimo funcionamiento de la instalación.

Se realizó una verificación exhaustiva de los purgadores inspeccionados y se encontró que el porcentaje de purgadores dañados, con fuga de vapor vivo, alcanzaban cifras entre el 20 % y el 27 %, que no habían sido detectadas por ninguno de los equipos de ultrasonido portátiles utilizados, debido a la presurización local en la zona de descarga de los purgadores que reducía significativamente la velocidad de paso del vapor a su través.

#### **4. SISTEMA SteamWatch™**

El sistema SteamWatch™ logra su elevada fiabilidad basándose en diez conceptos básicos:

1. Monitorización continua
2. Operación sin asistencia humana
3. Medida simultánea de varios parámetros del purgador
4. Amplio rango de sensibilidad de ultrasonidos
5. Auto inspección continua del sistema
6. Detección prematura de fallos del purgador
7. Evaluación del rendimiento energético del purgador
8. Alarma diferenciada del fallo del purgador
9. Registro continuo o histórico del funcionamiento del purgador
10. Reparación in situ del purgador sin interrupción de su operación

La fiabilidad del sistema SmartWatch™ resulta extraordinariamente elevada ya que realiza una monitorización continua de diversos parámetros del purgador, sin asistencia humana, unida a una amplia escala de elevada sensibilidad que permite detectar pequeñas variaciones de los parámetros monitorizados, incluso antes de que el fallo se produzca, lo que posibilita evaluar el rendimiento energético del purgador.

Adicionalmente el sistema efectúa su auto inspección de modo continuo generando diferentes tipos de alarma por fallo o por tendencia al fallo.

Finalmente el sistema permite incluso reparar el fallo del purgador, sin sustituirlo, en un 90 % de los casos (mantenimiento correctivo). Esta operación se realiza en un par de minutos sin necesidad de interrumpir la normal operación del purgador.

#### **4. RENTABILIDAD DEL SISTEMA SteamWatch™**

SteamWatch™ debe considerarse como un nuevo concepto, una nueva generación de purgadores inteligentes o superpurgadores capaces de eliminar todo tipo de problemas en las instalaciones (golpes de ariete térmicos, contrapresión, fugas de vapor, etc.) optimizando el rendimiento energético de la instalación.

SteamWatch™ engloba el concepto de mantenimiento predictivo como una característica adicional del propio purgador. De esta forma el usuario adquiere un purgador con su propio sistema de mantenimiento predictivo y correctivo incorporados.

El elevado valor añadido que aporta SmartWatch™ a las instalaciones garantiza un periodo de autoamortización que oscila entre 6 y 14 meses según las distintas aplicaciones.