

Tipos de trampas de vapor I



Contenido

1	Introducción.....	3
2	Trampas mecánicas.....	4
2.1	Balde invertido.....	4
2.1.1	Forma de operación:.....	4
2.1.2	Principales características.....	5
2.2	Trampas tipo flotador con venteo termostático.....	6
2.2.1	Forma de operación:.....	6
2.2.2	Principales características.....	6
3	Trampas termostáticas.....	7
3.1	Termostática.....	7
3.1.1	Forma de operación:.....	7
3.1.2	Principales características.....	8
4	Trampas termodinámicas.....	9
4.1	Termodinámica.....	9
4.1.1	Forma de operación:.....	9
4.1.2	Principales características.....	10
5	Fallas más comunes de las trampas de vapor.....	12
6	Referencias.....	14

1 Introducción

Una trampa de vapor es una válvula automática cuya misión es descargar condensado sin permitir que escape vapor vivo. La eficiencia de cualquier equipo o instalación que utilice vapor está en función directa de la capacidad de drenaje de condensado; por ello, es fundamental que la purga de condensados se realice automáticamente y con el diseño correcto.

Siendo las trampas de vapor la llave para optimizar el drenaje del condensado en los sistemas de vapor, éstas deben cumplir con tres funciones básicas:

- Drenar los condensados, manteniendo las condiciones de presión y temperatura del vapor requeridos en los procesos
- Eliminar el aire y otros gases no condensables, pues el aire y los gases disminuyen el coeficiente de transferencia de calor. Se debe tener en cuenta que la presencia de oxígeno y bióxido de carbono son corrosivas en presencia de condensado
- Evitar pérdidas de vapor de alto contenido energético, así como agua del sistema.

Tomando como base su principio de operación, las trampas de vapor se clasifican en tres tipos básicos:

- Mecánica, cuya operación se basa en la diferencia de densidades del vapor y del condensado
- Termostática, que opera por diferencia de temperatura entre el vapor y el condensado
- Termodinámica, basada en el cambio de estado que sufre el condensado.

2 Trampas mecánicas

La de flotador es una trampa donde la válvula y el asiento están normalmente inundados, por lo que no se pierde vapor a través de aquélla. Sin embargo, la trampa es relativamente grande y pierde calor suficiente por radiación.

Las trampas de balde (cubeta) invertido han mostrado pérdidas menores bajo condiciones de baja carga. Esto se debe a las pérdidas de vapor a través del orificio de venteo.

La trampa de flotador puede (y debe) ser aislada para que no se afecte su operación.

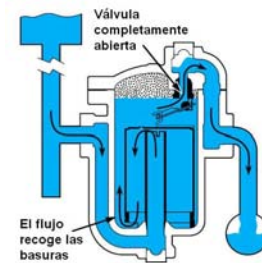
El aislamiento de la trampa de cubeta invertida afectará su operación lentamente, lo cual en algunos casos puede ocasionar inundaciones; normalmente este tipo de trampas no se aíslan

2.1 Balde invertido

2.1.1 Forma de operación:

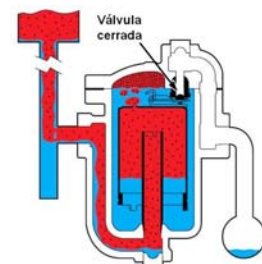
- a. Al arranque, el balde está abajo y la válvula está completamente abierta.

El condensado sale a través de la válvula completamente abierta y se descarga a la tubería de regreso.



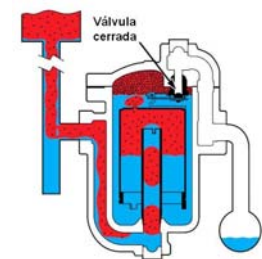
- b. El vapor que entra en el balde invertido y sumergido, causa que éste flote y cierre la válvula de descarga

A diferencia de otras trampas mecánicas, el balde invertido también ventea continuamente aire y bióxido de carbono a la temperatura del vapor.



- c. Cuando el condensado empieza a llenar el balde, éste comienza a jalar la palanca de la válvula.

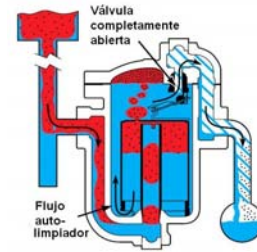
Dado que el nivel del condensado sigue subiendo, se ejerce más fuerza en la palanca, hasta que es suficiente para vencer la presión diferencial de la válvula, la cual se abre.



■ Vapor ■ Condensado □ Aire ▨ Condensado Flasheando

- d. Al momento que la válvula se abre, la fuerza de la presión a través de ella se reduce, y el balde se hunde rápidamente, lo que abre la válvula completamente.

Primero, sale el aire que se ha acumulado, seguido por el condensado. El flujo que hay por debajo del borde del balde levanta la suciedad y se la lleva fuera de la trampa. La descarga continúa hasta que llegue más vapor que haga flotar al balde, y así se repita el ciclo.



2.1.2 Principales características

- Excelente para trabajar en procesos con presión constante o casi-constante
- La descarga del condensado es intermitente
- No hay fugas de vapor vivo en operación normal
- El tiempo de vida útil de la trampa es alto
- Cuando existe contra-presión en la línea de retorno, disminuye su capacidad de descarga de condensado
- La suciedad se acumula en el fondo de la trampa y puede ser descargada en la apertura
- Es muy resistente a los golpes de ariete
- Absorbe pequeñas variaciones en el flujo de condensado.

2.2 Trampas tipo flotador con venteo termostático

2.2.1 Forma de operación:

- a. Al arranque, la baja presión en el sistema fuerza al aire a salir por el venteo termostático. Normalmente después, se tiene una gran cantidad de condensado que eleva el flotador y abre la válvula principal.

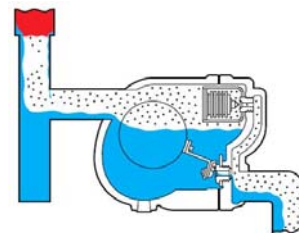
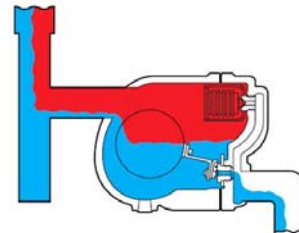
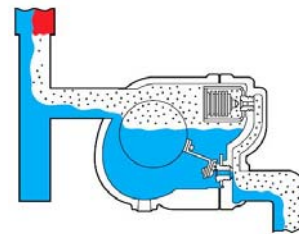
El aire sigue siendo descargado por el venteo termostático.

- b. Cuando el vapor llega a la trampa, el venteo termostático se cierra al responder a la temperatura más alta. El condensado sigue fluyendo a través de la válvula principal, la cual se abre de acuerdo con la posición del flotador.

La apertura de la válvula es suficiente para descargar el condensado con la misma rapidez con que llega.

- c. Cuando se ha acumulado aire en la trampa, la temperatura cae por debajo de la del vapor saturado. En ese momento el venteo térmico se abre y el aire se descarga.

■ Vapor ■ Condensado ■ Aire



2.2.2 Principales características

- Excelente para trabajar en procesos con presión modulante
- La descarga del condensado es continua
- No hay fugas de vapor vivo en operación normal
- El tiempo de vida útil es alto con una adecuada instalación
- Cuando existe contra-presión en la línea de retorno, disminuye su capacidad de descarga de condensado
- La suciedad puede obstruir la descarga de condensado de la trampa
- No resiste los golpes de ariete
- Absorbe amplias variaciones en el flujo de condensado.

3 Trampas termostáticas

Bajo condiciones normales, las trampas termostáticas retienen el condensado hasta que se enfría una parte del mismo, permaneciendo cerrada la válvula principal y evitando que aparezcan pérdidas. Desafortunadamente, esto puede causar inundaciones en los equipos, lo que reduce la capacidad de calentamiento e incrementa el consumo de vapor necesario para lograr la temperatura deseada; este consumo adicional de energía se atribuye a la operación deficiente de la trampa de vapor.

La situación puede cambiar bajo condiciones sin carga, ya que las pérdidas de calor del cuerpo de la trampa enfrían el condensado que se encuentra alrededor del elemento, provocando que la válvula se abra, con lo cual una pequeña cantidad de condensado es descargado y reemplazado por vapor. Sin embargo, debido a la histéresis¹, el elemento responde con un breve retraso y un poco de vapor vivo se pierde. Pruebas de laboratorio indican pérdidas de vapor hasta de 5 kg/h.

El aislamiento parcial o total de una trampa termostática ocasionará retrasos significantes en la apertura de la válvula, pudiéndose dar lugar a inundaciones críticas en los equipos; por esta razón, normalmente no se recomienda aislamiento para este tipo de trampas

3.1 Termostática

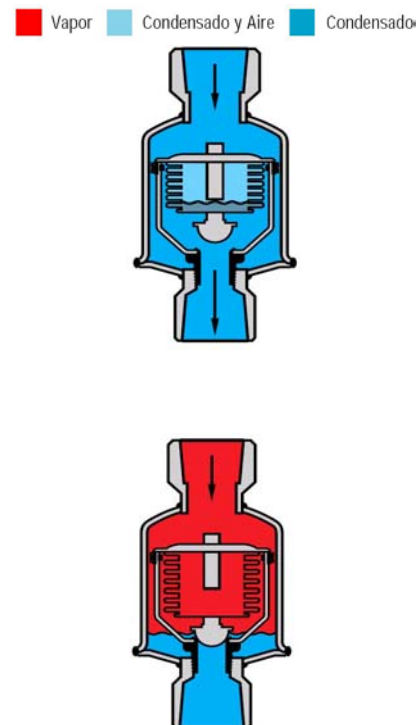
3.1.1 Forma de operación:

- a. Al arranque, el condensado y el aire son empujados por el vapor directamente a través de la trampa.

El elemento de fuelle termostático está completamente contraído y la válvula permanece abierta hasta que el vapor llega a la trampa.

- b. Cuando la temperatura dentro de la trampa se incrementa, el elemento de fuelle se calienta rápidamente, y la presión del vapor dentro de él se incrementa. Cuando la presión dentro del fuelle es igual a la presión en el cuerpo de la trampa, la característica elástica del fuelle resulta en que éste se expanda, cerrando la válvula.

Cuando la temperatura en la trampa se reduce unos cuantos grados debajo de la temperatura de vapor



¹ Histéresis: Fenómeno por el que el estado de un material depende de su historia previa. Se manifiesta por el retraso del efecto sobre la causa que lo produce

saturado, se produce un desbalance en las presiones que contraen el fuelle, con lo que se abre nuevamente la válvula.

Una caída en la temperatura, causada por el condensado o los gases no-condensables, enfría y reduce la presión dentro del fuelle, permitiendo al fuelle despegarse del asiento de la válvula.

3.1.2 Principales características

- Puede trabajar en procesos con presión constante o modulante
- La descarga del condensado y/o aire (gases no-condensables) es intermitente
- No hay fugas de vapor vivo, ya que trabaja por temperatura
- El tiempo de vida útil es bueno
- Cuando existe contra-presión en la línea de retorno, la trampa puede quedar abierta
- La suciedad puede obstruir los orificios de descarga
- No Resiste los golpes de ariete
- Abre solamente cuando el condensado está subenfriado o hay presencia de aire y gases no condensables en la línea..

4 Trampas termodinámicas

Las trampas termodinámicas pierden algo de vapor en condiciones de baja carga. El condensado, a una temperatura cercana a la del vapor, produce vapor instantáneo o *flash* que al salir por el orificio causa que la trampa cierre. El condensado está en el lado de la corriente de salida y la inundación asegura que no se pierda vapor a través de la trampa, pero el calor se libera por el bonete de la válvula y la trampa abrirá periódicamente. En condiciones de baja carga, el condensado en la corriente de salida puede llegar a escapar, requiriendo la trampa vapor vivo para cerrarse.

Aunque mucho dependen de la temperatura ambiente, las pérdidas normalmente son alrededor de 0.5 kg/h y pueden ser el doble en casos críticos. Sin embargo, pueden ser reducidas por ajuste de una cubierta aislante en la parte superior del bonete. En cualquier caso, cuando la carga de condensado se incrementa, las pérdidas por radiación son mínimas, debido al pequeño tamaño de la trampa, y las fugas de vapor no son, superiores a 0.25 kg/h.

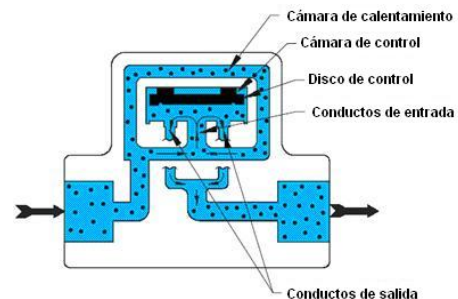
Cuantificar los requerimientos de energía de las trampas de vapor no es fácil, ya que hay muchas variables involucradas, tales como las condiciones ambientales, temperatura y presión de vapor, y la carga en el sistema. El comportamiento de las trampas también dependerá de su tamaño y diseño.

4.1 Termodinámica

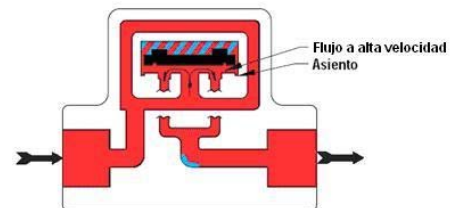
4.1.1 Forma de operación:

- Al arrancar, el condensado y el aire entran a la trampa y pasan por la cámara de calentamiento, alrededor de la cámara de control, y a través de los orificios de entrada. Este flujo separa el disco de los orificios y permite que el condensado fluya por los conductos de salida.

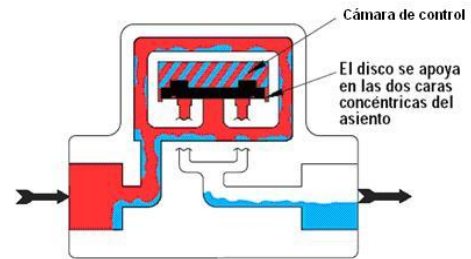
■ Vapor ■ Condensado ■ Aire ■ Mezcla de Vapor y Condensado



- El vapor ingresa por los conductos de entrada y fluye hasta debajo del disco de control. La velocidad de flujo a lo largo de la cara del disco se incrementa, produciéndose una reducción en la presión que jala al disco hacia el asiento, cerrando la trampa.



- c. El disco se apoya en las dos caras concéntricas del asiento, cerrando los conductos de entrada, atrapando el vapor y condensado arriba del disco. Hay una purga controlada del vapor y vapor *flash* en la cámara de control, para ayudar a mantener la presión en la cámara de control. Cuando la presión arriba del disco se reduce, la presión a la entrada separa el disco de su asiento. Si existe condensado, se descarga y básicamente se repite el ciclo.



4.1.2 Principales características

- Puede trabajar en procesos con presión constante o modulada
- La descarga del condensado es intermitente
- Hay fugas de vapor vivo cuando no hay condensado
- El tiempo de vida útil es muy bajo por su naturaleza de operación
- Cuando existe contra-presión en la línea de retorno, puede quedar cerrada
- La suciedad puede obstruir los orificios de descarga
- Resiste los golpes de ariete
- No reconoce la presencia de condensado en la línea.

Cuadro resumen de características de las válvulas

Características Tipo de válvula	Presión del proceso	Tipo de descarga	Fuga de vapor vivo en operación	Eliminación de aire y gases NC	Tiempo de vida*	Trabajo con suciedad	Resistencia a golpes de ariete	Trabajo con cambios en flujo de condensado
Balde Invertido	Constante (Flujo real) / casi constante	Intermitente	NO	Baja	Alto	Aceptable	Excelente	Malo
					6 a 8 años			
Flotador y Termostática	Modulante	Continua	NO	Excelente	Medio	Malo	Malo	Excelente
					3 a 5 años			
Termo dinámica	Constante / modulante	Intermitente	Probable	Buena	Muy Bajo	Malo	Bueno	Malo
					6 a 12 meses			
Bimetálica	Constante / modulante	Intermitente	NO	Excelente	Medio	Malo	Malo	Malo
					3 a 5 años			
Termostática	Constante / modulante	Intermitente	NO	Excelente	Medio	Malo	Malo	Malo
					3 a 5 años			

*El tiempo de vida de una trampa se determina por el dimensionamiento, selección y, principalmente, por la instalación de la misma.

5 Fallas más comunes de las trampas de vapor

1. Falla en posición cerrada: es notable por el pobre comportamiento del equipo debido a inundaciones por condensado. Esta clase de falla pasa desapercibida en las tuberías de vapor.
2. Falla en la posición abierta: causa pérdidas de vapor vivo. Las trampas frecuentemente descargan a un sistema de retorno de condensados y el vapor vivo que sale por el tanque de almacenamiento puede indicar problemas; no obstante, es difícil localizar la trampa defectuosa.
3. Operación deficiente: es la falla más común, y también la más difícil de identificar y localizar; resulta en pérdida de vapor. Puede ser causada por numerosas razones específicas a cada tipo de trampa, y los ejemplos son excesivamente repetitivos: cierre incompleto de válvulas, cierre lento en respuesta al vapor, etc.

Los varios tipos de trampas de vapor producen diferentes sonidos cuando están en operación. Un operador o técnico puede ser entrenado para reconocer estos sonidos y diagnosticar cuándo una trampa de vapor funciona en forma incorrecta (esto se aplica también al estetoscopio)

Las trampas de balde (cubeta) invertido fallan, por lo regular, en la posición abierta, dando como resultado un sonido continuo, similar al del vapor cuando pasa por la trampa; la cubeta también puede ser oída cuando golpea con el cuerpo de la trampa.

Las trampas de flotador y termostáticas normalmente fallan en la posición cerrada. Un pequeño orificio en el flotador de la válvula hará que éste, por su propio peso, caiga hacia abajo; también un golpe de ariete puede causar que el flotador se colapse. En este caso la trampa se cierra defectuosamente y ningún sonido será escuchado. Alternativamente, si la trampa tiene fallas en la posición abierta, se escuchará un sonido continuo, como cuando el vapor pasa a través de la trampa.

Las trampas termodinámicas generalmente fallan en la posición abierta, permitiendo el paso continuo de vapor. Si la trampa opera normalmente, el detector de ultrasonido puede registrar el sonido del disco, en forma cíclica de 4 a 10 veces por minuto.

Las trampas termostáticas, cuando fallan en posición cerrada, lo hacen en forma silenciosa, mientras que aquellas que fallan abiertas producen un continuo sonido de vapor. En operación normal el detector ultrasónico será capaz de registrar el sonido del ciclo de apertura y cierre de la válvula.

Trampas de vapor que descargan a la atmósfera:

Las trampas que descargan a la atmósfera presentan facilidad y seguridad para verificar su operación. Aun para una persona no familiarizada con ellas, es fácil observar la descarga de la trampa y decidir en todo caso si trabaja correctamente.

Las trampas que descargan en forma continua o intermitentemente son particularmente fáciles de verificar; cuando la trampa está cerrada, únicamente una pequeña neblina debe ser visible y ésta es causada por la evaporación de pequeñas gotas que salen por la conexión de salida. Cuando la trampa está descargando normalmente, habrá una

cantidad de vapor producido por la vaporización instantánea, que sale junto con el condensado y no debe ser confundido con vapor vivo. Las trampas termodinámicas, de presión balanceada convencionales y de cubeta invertida, que manejan cargas moderadas trabajarán de esta forma.

Las trampas de flotador, bimetálicas y algunas de presión balanceada con elementos de acero inoxidable, en muchos casos, darán una descarga continua. Con estos tipos de trampas es más difícil decidir si trabajan correctamente; sin embargo, si hay una zona en la descarga de la tubería con una neblina azulosa, ello será una fuerte indicación de que por la trampa está pasando vapor vivo.

Trampas de vapor con mirillas de vidrio:

La mirilla de vidrio es sólo una ventana colocada en el lado de la descarga de la trampa, de tal forma que el flujo descargado pueda ser observado. Generalmente, es efectiva en el caso de trampas que tienen una descarga limpia, aunque puede ser necesaria alguna experiencia para juzgar si la descarga de la trampa es correcta, particularmente si ésta es grande.

En algunas instalaciones puede ocurrir que se presenten incrustaciones en el lado del vidrio, lo que causa problemas. Estos depósitos también afectarán el lado del vapor, siendo esto indicativo de que el tratamiento del agua de alimentación debe ser verificado.

Medición de la temperatura en trampas de vapor:

Otro viejo método establecido para verificar el funcionamiento de las trampas de vapor es la medición de temperaturas en la entrada y descarga de las mismas. Existen métodos que utilizan desde crayones sensitivos a la temperatura, hasta pirómetros infrarrojos; desafortunadamente, sólo han sido útiles para valores limitados, ya que únicamente funcionan cuando una trampa causa inundaciones serias, pudiendo tener relevancia sólo en el caso de trampas termostáticas. Sin embargo, si la temperatura del condensado y el vapor formado por vaporización (flash), en el lado de la descarga de una trampa trabajando normalmente cerca a los 100 ° C, es la misma que la del vapor vivo, la medición de temperatura no permite tener una guía para saber el comportamiento de la trampa.

Sonido producido por las trampas de vapor:

Otro método bien establecido para detectar el funcionamiento de una trampa, consiste en escuchar, por medio de un estetoscopio, el sonido que hace la trampa al operar.

El estetoscopio empleado en estos casos es un aparato similar al usado por los médicos y resulta de utilidad para detectar funcionamientos anómalos o averías en las trampas de vapor. Consiste en una sonda metálica, que al ponerla en contacto con la trampa de vapor, transmite las vibraciones a los auriculares a través de una membrana. Su uso requiere cierta experiencia y tiene el inconveniente de que cuando hay varias trampas de vapor próximas, las tuberías transmiten las vibraciones, mismas que pueden dar lugar a errores en el diagnóstico.

Medición electrónica:

Un método reciente consiste en emplear un aparato que utiliza la conductividad del condensado como referencia, e involucra la conexión de un sensor en una cámara que es instalada del lado de la corriente que llega a la trampa de vapor.

La cámara es un pequeño recipiente que se encuentra dividido por una mampara, con el fin de evitar que la llegada de condensado forme una acumulación turbulenta. Cuando la trampa trabaja normalmente, el condensado fluye bajo la mampara y un pequeño orificio en la parte superior de la misma iguala la presión en las dos partes de la cámara. Un sensor localizado en el lado de la corriente que entra a la cámara, detecta la presencia de condensado y oprimiendo un botón en el indicador portátil, se cierra un circuito que indica que la trampa está trabajando correctamente. Si la trampa falla en la posición abierta, un volumen relativamente grande de vapor fluye hacia ella, lo que ocasiona una depresión en el nivel de condensado del lado en que se alimenta la cámara, dejando descubierto el sensor e interrumpiendo el circuito eléctrico, con lo cual el indicador portátil señalará que la trampa está fallando.

La ventaja de este sistema es la interpretación inequívoca de la señal, sin recurrir a experiencias o juicios personales. Usando alambres adecuados, el indicador puede estar alejado de la cámara, lo que podría ser una ventaja en el caso de trampas ubicadas en niveles altos o en tuberías que no tengan fácil acceso. La desventaja es el costo adicional de este sistema para cada trampa.

Detectores de fugas por ultrasonido

Se basa en el principio físico de que un fluido al pasar por un orificio restringido, produce vibraciones de frecuencia por encima de la audible (ultrasonidos).

Consiste básicamente en una sonda de contacto o receptor de ultrasonidos, un traductor que convierte las señales de ultrasonidos en impulsos eléctricos y un amplificador, filtros y convertidor de la señal en sonido audible por los auriculares. Además, lleva un micrófono direccional que detecta ultrasonidos procedentes del ambiente.

Ventajas: Es muy sensible y puede ajustarse según el tipo de fuga a detectar. Resulta muy útil para inspecciones rápidas.

En trampas de vapor de descarga continua es más fácil determinar si lo que produce el ultrasonido es la descarga de condensado o una descarga de vapor.

6 Referencias

1. Armstrong, S. A. de C. V., Presentación realizada en AIVAC, México, 2007
2. <http://www.conae.gob.mx>