

# NTP 132: Válvulas antirretroceso de llama



Flame arresters or flashback arresters  
Dispositif anti-retour de flamme

| Vigencia          | Actualizada por NTP | Observaciones      |                       |
|-------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| Válida            |                     |                    |                       |
| ANÁLISIS          |                     |                    |                       |
| Criterios legales |                     | Criterios técnicos |                       |
| Derogados:        | Vigentes:           | Desfasados:        | Operativos: <b>SI</b> |

## Redactor:

Emilio Turmo Sierra  
Ingeniero Industrial

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

*Uno de los riesgos más importantes en los trabajos de soldadura autógena y oxicorte es ocasionado por la combustión con la llama avanzando hacia el interior del soplete, manguera, manorreductor y botella. Para evitarlo se dispone de un dispositivo antirretroceso de llama, al que pueden añadirse otros dispositivos de seguridad en montaje separado o único. El accidente típico ocasionado por un retroceso de llama es la explosión del soplete o de la manguera pudiendo llegar a los demás componentes de la instalación con grave riesgo para personas y daños materiales.*

## Objetivo

Se pretende exponer los puntos básicos del fenómeno del retroceso de llama, método práctico para evitarlo y dispositivos asociados al propiamente llamado antirretroceso de llama de forma que se disponga de unos criterios para una buena elección y emplazamiento de este aparato.

## Fundamentos

El retroceso de llama es un fenómeno consistente en un frente de llama con características similares más a una deflagración que a una llama, es decir, con propagación rápida, temperatura alta y onda de choque a presión elevada.

La energía desprendida durante el retroceso depende de factores mecánicos tales como diámetro de la canalización, longitud, disposición (cambios de dirección) y de factores relacionados con el gas tales como presión, composición de la mezcla, velocidades de combustión, pureza, etc.

El retroceso de llama generalmente está ocasionado por un pobre mantenimiento, fallos del operario o falta de adiestramiento en el manejo del equipo de soldadura autógena y oxicorte.

Este problema no se presenta en la combustión de estufas o mecheros Bunsen en los cuales solamente hay conducción de gas combustible y el oxígeno se toma del aire.

El fenómeno se presenta en las tres manifestaciones siguientes:

- **Retroceso de fuego intermitente (Intermittent backfire).** Única o rápida sucesión de retrocesos de fuego con apagado de la llama o reencendido en la boquilla del soplete. Produce un ruido en el soplete.
- **Retroceso de fuego mantenido (Sustained backfire).** La llama arde dentro del cuerpo del soplete o en la boquilla en la zona de mezclado de los gases. Ruido similar al anterior.
- **Retroceso de llama (flashback).** El frente de llama no se mantiene en la boquilla del soplete, sino que avanza hacia atrás, normalmente hacia la manguera de gas combustible, pudiendo llegar a la botella. Es característico un ruido como de un silbido continuo.

Las dos primeras manifestaciones son corrientes, pero pueden transformarse sin avisar en la más peligrosa del retroceso de llama y puede penetrar en la manguera del acetileno o en la del oxígeno.

La llama se mantendrá en equilibrio en el extremo de la boquilla del soplete solamente cuando la velocidad de la mezcla saliente iguale a la velocidad de propagación de la llama, de forma tal que una interrupción o reducción del suministro disminuirá la velocidad de la

mezcla saliente y dará lugar a un incidente. Puesto que las mezclas ricas en oxígeno tienen mayores velocidades de propagación de llama, cuando la interrupción o reducción del suministro se produce en la conducción de combustible la mezcla situada en la boquilla se enriquece en oxígeno lo que hace la situación especialmente peligrosa.

Un incremento similar en la velocidad de propagación ocurre cuando hay un sobrecalentamiento del soplete que a su vez precalienta la mezcla de los dos gases.

El acetileno es un combustible especial ya que tiene la característica de disociarse en sus componentes bajo ciertas condiciones de temperatura y presión en relación al diámetro del tubo. Se recomienda no sobrepasar un diámetro de dos pulgadas en las canalizaciones de acetileno ya que a partir de este diámetro la propagación de la onda explosiva es muy favorable. La reacción de disociación es exotérmica y una vez iniciada es espontánea sin necesidad de oxígeno.

## Dispositivo antirretroceso de llama

Es un dispositivo que se opone a la propagación del frente de llama o lo extingue (retroceso o descomposición). También recibe el nombre de apagallamas (flame arrester, anti-retour de flamme, arrêt de flammes).

Existen dos tipos:

- Hidráulico
- Seco

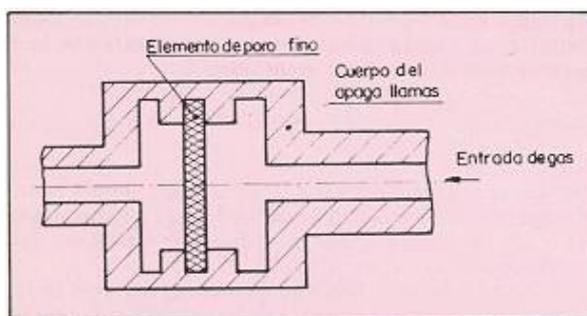
El hidráulico consiste en un recipiente con agua, el cual es atravesado por el gas y en el caso de un retroceso de llama el agua forma una barrera y evita que se desplace hacia el suministro de gas.

Una válvula hidráulica debe cumplir las siguientes características según normas alemanas TRAC 207, apartado Mantenimiento:

- Debe utilizar agua como barrera apagallamas.
- Debe disponer de un indicador de nivel.
- Debe disponer de un dispositivo de llenado de agua y construido de forma que no pueda entrar ninguna suciedad.
- Debe disponer de dispositivo de salida del líquido en el punto más bajo, para purgar.
- La capacidad del aparato ha de ser suficiente para 8 horas de trabajo con el caudal máximo de gas.

El dispositivo o válvula seca se basa en el fenómeno de la tela, rejilla o malla metálica que detiene el paso de una llama como en la antigua lámpara Davy de los mineros o la rejilla empleada sobre el trípode en los mecheros Bunsen. El paso máximo de la malla necesario para detener una llama de acetileno es tan pequeño que no es práctico el empleo de tela, rejilla o malla metálica para estos dispositivos. En las aplicaciones con gases combustibles y oxígeno el material que reúne mejores propiedades para evitar el paso de llama es el acero inoxidable sinterizado con un tamaño fino de poro y de una estructura muy uniforme.

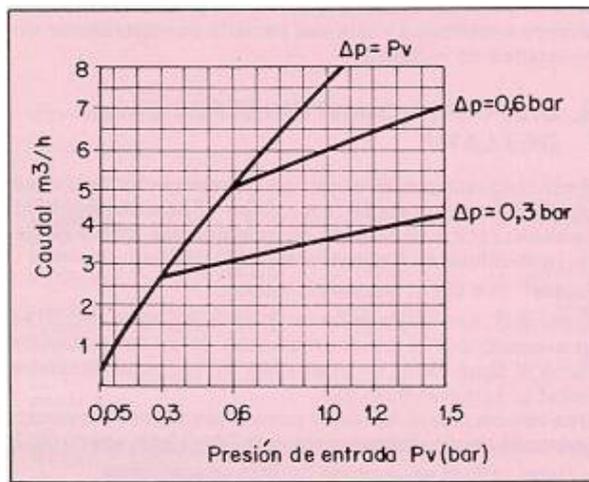
Un esquema de la constitución de este dispositivo se presenta en la Fig. 1.



**Fig. 1: Dispositivo antirretroceso de llama**

Un dispositivo apagallamas debe reunir buenas cualidades para extinguir las llamas, resistencia mecánica y una caída de presión lo menor posible. También es muy importante que sea de poco peso el aparato a situar junto al soplete.

Otro factor a considerar es el caudal del aparato, el cual debe dejar pasar la cantidad adecuada, aún en el caso de estar algo obstruido por depósitos de carbonilla u hollín originados por algún retroceso de llama. Los fabricantes de estos dispositivos proporcionan gráficos de la curva de caudal en función de la presión de entrada para diversas caídas de presión. Estos gráficos son específicos para cada gas y en caso de ser único se indican unos coeficientes correctores para los diversos gases (Fig. 2).



**Fig. 2: Curvas de caudal en función de la presión de entrada**

Actualmente se emplean más las válvulas antirretroceso del tipo seco, y comparándolas con las hidráulicas se observa lo siguiente:

- Las secas no requieren mantenimiento. Solamente una revisión periódica de acuerdo con lo indicado por el fabricante. En las hidráulicas hay que comprobar frecuentemente el nivel de agua.
- Las hidráulicas humedecen el gas, afectando al soplete, a la soldadura y disminuyen el poder calorífico.
- Las hidráulicas pueden necesitar líquidos anticongelantes o calentadores en ambientes fríos, así como aditivos anticorrosivos.
- Las secas son de un tamaño más reducido.
- Si se instala una válvula hidráulica a la salida de la central de gas y válvulas secas en los puestos de trabajo, es imprescindible montar un filtro de gas con purgador de condensados antes de las válvulas secas para protegerlas de la corrosión.
- Las válvulas secas pueden ser montadas en cualquier posición y las hidráulicas sólo verticalmente.
- Después de un retroceso de llama, las válvulas hidráulicas requieren un purgado de observación y si el agua está ennegrecida efectuar un vaciado, limpieza y rellenado.
- Por estas razones se ha ido implantando la instalación de válvulas secas.

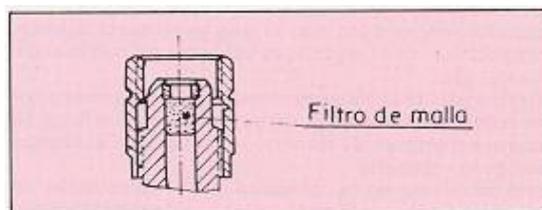
## Dispositivos de seguridad complementarios

Están relacionados con el flujo o caudal de gas o con la presión y actúan generalmente en apoyo del dispositivo antirretroceso de llama con el cual pueden estar montados formando un aparato único.

### Filtro

Dispositivo para evitar el paso de impurezas o materias extrañas que pueda arrastrar el gas. Suele ser de malla de alambre de acero inoxidable y de gran superficie. La finura de la malla es aproximadamente de 100 micras =  $10^{-4}$  m.

Debe estar situado a la entrada del gas a cada uno de los dispositivos de seguridad y montado de forma que sea fácil su desmontaje y limpieza.



**Fig. 3: Filtro**

### Válvula antirretorno de gas (non-return valve, anti-retour de gaz, clapet anti-retour de gaz, Gasrücktrittventil).

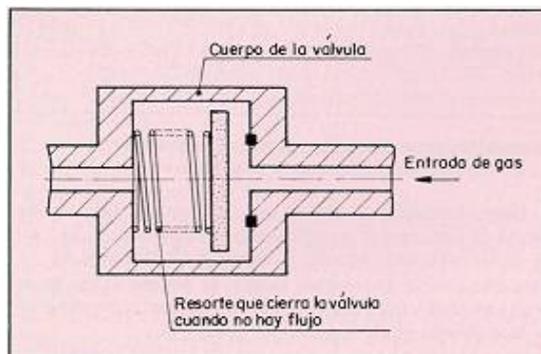
Dispositivo para evitar el paso de gas en sentido contrario al flujo normal.

La válvula se mantiene abierta por la energía de la corriente de gas y se cierra cuando la presión aguas abajo o contrapresión es aproximadamente igual o superior a la existente en el sentido normal del flujo.

La función de esta válvula es evitar el paso del gas de una canalización o manguera del soplete a la contigua, con la consiguiente formación de una mezcla explosiva en una de ellas. Un ejemplo es el paso de oxígeno a la manguera de acetileno por obstrucción de la boquilla del soplete y debido a la mayor presión de suministro de oxígeno.

El esquema de funcionamiento con la válvula en posición abierta se muestra en la Fig. 4. Cuando no circula gas la válvula queda cerrada por la presión del resorte. La posible contrapresión en el dispositivo ayuda a mantenerla cerrada. La válvula no se abrirá a

menos que la presión de la circulación de gas procedente del suministro (generador, botella, etc.) sea superior a una contrapresión ocasionada en dirección contraria.



**Fig. 4: Válvula antirretorno**

### Válvula de cierre de gas (cut-off valve, arrêt de débit, Nachströmsperre).

Dispositivo colocado sobre una canalización y que detiene automáticamente la circulación del gas en ciertas condiciones. Sirve para evitar la reignición del gas combustible después de una entrada de llama en el equipo, es decir, después de un retroceso de llama.

Existen tres tipos:

- Accionada térmicamente
- Accionada mecánicamente por presión
- Accionada por un exceso de caudal

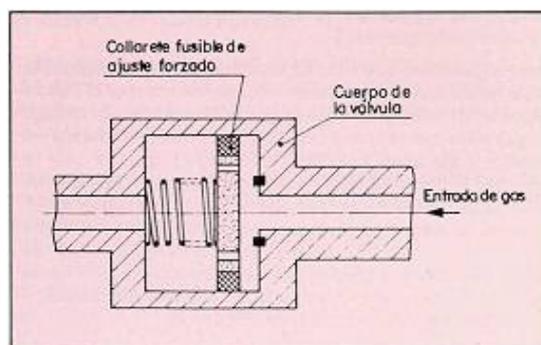
**Válvula de cierre térmica** (temperature sensitive or thermally operated cut-off valve, arrêt thermique de débit, Temperaturgestenerte Nachströmsperre).

Corta el flujo de gas cuando se alcanza una temperatura prefijada. En funcionamiento normal, la válvula se mantiene abierta, sujeta por un metal fusible con un ajuste forzado o montaje a presión en frío, que funde a cierta temperatura y libera la válvula, que se cierra por la presión de un resorte.

Puede ocurrir que el retroceso de llama sea frenado por el sinterizado microporoso apagallamas, pero se produzca en su superficie otra llama posterior al apagado con calentamiento de ese elemento, pudiéndose inflamar el acetileno en dirección a la alimentación. En ese caso actúa esta válvula térmica.

La válvula debe responder cuando se produce un aumento de temperatura, sea por ignición interna o por fuego externo, al alcanzar una temperatura de 90°-100° C, disparándose y cortando el suministro, quedándose cerrada y evitando el restablecimiento del flujo de gas a través de un equipo sobrecalentado o sobre unos restos de hollín o negro de humo ardiendo.

La reapertura o rearme de la válvula, en el caso de que disponga, puede ser controlada mecánica o térmicamente, pero debe ser segura y debe esperarse un tiempo para su enfriamiento y para la investigación de las causas del corte. El mecanismo de liberación debe estar diseñado de forma que no pueda ser anulado o evitado por el operario. La mayoría de estas válvulas no pueden ser rearmadas por el operario, como la esquematizada en la Fig. 5.



**Fig. 5: Válvula de cierre térmica**

**Válvula de cierre accionada por presión** (pressure operated or pressure sensitive valve, arrêt mécanique de débit, Druckgestenerte Nachströmsperre).

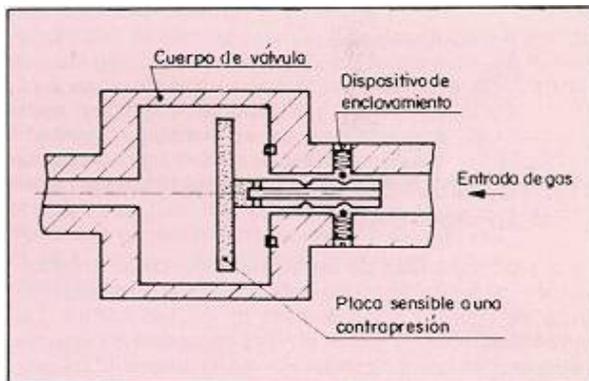
Corta el flujo de gas cuando se produce una onda de contrapresión, procedente de aguas abajo de esta válvula.

La válvula en funcionamiento normal se mantiene abierta mecánicamente por la presión ejercida por el flujo de gas, que vence una

ligera resistencia mecánica ofrecida por un resorte o simplemente abierta en una posición de enclavamiento. Una presión en sentido contrario superior a la anterior acciona la válvula, desplazándola en sentido contrario y enclavándola en posición cerrada ayudada por el resorte o sin necesidad de él, pues ya se dispone de unas muescas para el dispositivo de enclavamiento.

Normalmente disponen de un dispositivo de reapertura o rearme.

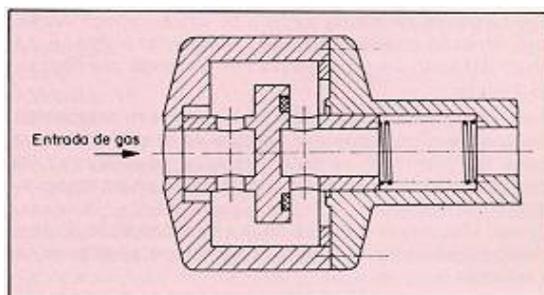
Esquema de válvula de cierre accionada por presión



**Fig. 6: Válvula de cierre accionada por presión**

**Válvula de cierre accionada por exceso de flujo** (excess flow cut-off valve, arrêt de débit en cas de débit excessif).

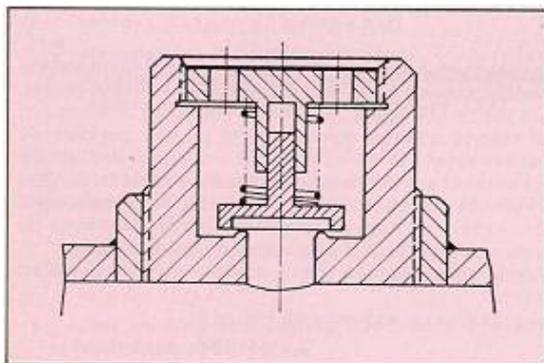
Corta el flujo de gas cuando el caudal de gas excede de un valor prefijado. La válvula se mantiene abierta por un resorte. Se cierra cuando la fuerza originada por la presión dinámica se hace mayor que la fuerza del resorte. Es necesario prever un mecanismo de rearme.



**Fig. 7: Válvula de cierre accionada por exceso de flujo**

**Válvula de descarga** (pressure-relief valve, soupape, Druckentlastungsventil).

Es un dispositivo que evacua automáticamente el gas a la atmósfera cuando la presión excede un valor prefijado y vuelve a cerrarse cuando la presión desciende por debajo de ese valor. La válvula se mantiene cerrada mediante un resorte y se abre cuando la fuerza originada por el aumento de presión interna supera el tarado del resorte. Sirve de protección a la manguera de una presión excesiva, tanto si ésta es causada por un retroceso de llama como por un fallo importante del manorreductor. Si se utiliza junto a un dispositivo antirretroceso de llama proporciona también una ayuda en el alivio de presión y en el desahogo de la llama.



**Fig. 8: Válvula de descarga**

## Situación de los dispositivos de seguridad

En la práctica varias de las válvulas descritas anteriormente pueden encontrarse combinadas en un dispositivo único de acuerdo con

las ideas de los fabricantes. Tal combinación puede recibir el nombre de **dispositivo antirretroceso de llama** (flashback arrester, dispositif de protection combiné contre les retours de flamme), pero hay que ser cauto ante tal denominación y conocer realmente qué funciones realiza y qué dispositivos incluye.

En principio un apagallamas debe ser siempre ayudado por una **válvula de cierre** (cut-off valve, arrêt de débit, Nachström Sperre) aguas arriba de ese elemento para evitar el restablecimiento inmediato del flujo de gas y una posible repetición del incidente. El mecanismo de rearme si es muy rápido puede anular la seguridad del dispositivo.

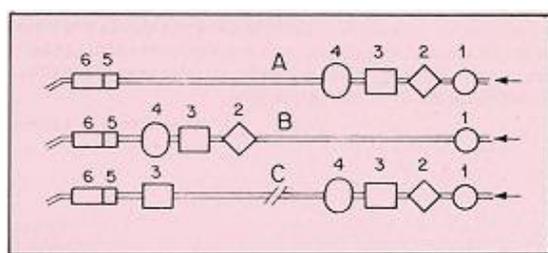
La **válvula de descarga** proporciona una seguridad adicional en el funcionamiento del dispositivo apaga llamas y al mismo tiempo protege a la manguera contra elevaciones accidentales de presión por otras causas. Esta válvula normalmente se monta junto a la unidad apagallamas, pero también puede instalarse en cualquier punto aguas abajo del apagallamas siempre que se tenga una descarga segura.

Una **válvula antirretorno** debe ser instalada en la conexión del soplete. Confiar en una sola de estas válvulas como parte integrante de un manorreductor es peligroso, ya que podrían formarse mezclas explosivas en las mangueras.

El más importante aspecto de la seguridad es la protección de las fuentes de suministro de gases, sean botellas o tuberías.

Hay diferentes opiniones sobre la situación del dispositivo apagallamas:

Según Harper el orden más seguro para instalar todos estos dispositivos es el siguiente, siguiendo la corriente de gas aguas abajo:



**Fig. 9: Situación de los dispositivos de seguridad**

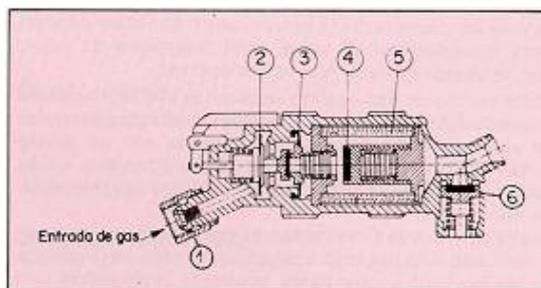
Secuencia A:

1. Manorreductor o válvula de la línea.
2. Válvula de cierre.
3. Dispositivo apagallamas.
4. Válvula de descarga.
5. Válvula antirretorno.
6. Soplete.

Otra secuencia alternativa según el mismo autor es la indicada en B y para mangueras de longitud superior a 10 m la indicada en C.

El usuario debe valorar cualquier dispositivo combinado sobre esta base y subsanar cualquier deficiencia mediante la instalación de unidades separadas. También es esencial conocer si un dispositivo es capaz de resistir incidentes repetidos o si es de disparo único y no olvidarse de efectuar la instalación en la dirección correcta del flujo, que debe venir indicado en estos aparatos.

Los fabricantes también realizan ensayos y un ejemplo de aparato combinado en que aparecen todos los dispositivos estudiados, por separado, excepto la válvula de corte por exceso de flujo, se presenta a continuación y con un orden de disposición ensayado satisfactoriamente y homologado por un organismo alemán.



**Fig. 10: Aparato combinado antirretroceso de llama con los dispositivos siguientes:**

1. **Filtro de malla.**
2. **Válvula de cierre o corte.**
3. **Válvula antirretorno.**
4. **Válvula de cierre accionada por temperatura.**
5. **Sinterizado apagallamas.**
6. **Válvula de descarga**

Esta válvula combinada antirretroceso de llama se recomienda, según un fabricante, instalarla a la salida del manorreductor.

Estas válvulas combinadas son de mucho peso para instalarlas junto al soplete. Para este caso según ese fabricante se recomienda un aparato combinado en el que se incluyen los siguientes dispositivos y en el orden indicado y siguiendo la dirección del flujo:

1. Filtro de malla.
2. Válvula antirretorno gas.
3. Dispositivo apagallamas.

Las válvulas a instalar en la manguera incluyen los mismos dispositivos y en el mismo orden.

Otro fabricante ofrece un aparato combinado ensayado según normas francesas y que incluye la disposición siguiente según la dirección del flujo:

1. Válvula antirretorno gas.
2. Dispositivo apagallamas.
3. Válvula de descarga (orificio en el extremo de alguno de los modelos).

En general los fabricantes recomiendan un aparato combinado a la salida del manorreductor, otro de menor peso y no necesariamente tan complejo junto al soplete y otro de similares características a este último en la manguera si sobrepasa los 10 ÷ 15 m. de longitud y situado a 1 m del soplete.

Debido a la diversidad de modelos y disposiciones es esencial que los aparatos (sean combinados o no), estén homologados por una institución de prestigio y al mismo tiempo seguir las recomendaciones del fabricante, porque también existen los siguientes problemas si se recarga la conducción:

- El dispositivo combinado montado junto al soplete o en la manguera tiene un caudal bajo, su peso desequilibra el soplete y dificulta el trabajo.
- A causa del retroceso de llama, el carbono del hollín o negro de humo bloquea el apagallamas del dispositivo situado junto al soplete y que por comodidad es el más pequeño.
- El dispositivo apagallamas montado junto al soplete es más propicio al efecto de post-fuego o llama posterior al apagado, ya que su tamaño no permite la integración de una válvula de cierre térmica.
- El sinterizado de un apagallamas en la posición comentada suele perjudicarse debido al mal trato de los sopletes.
- La caída de presión resultante aumenta con el uso, ensuciamiento, número de dispositivos, etc., creando dificultades al operario por lo que el mantenimiento debe ser más frecuente.
- La válvula antirretorno de gas debe revisarse periódicamente para evitar fugas.

## **Materiales de construcción**

Deben garantizar la seguridad y buen funcionamiento del aparato.

Deben tener una resistencia adecuada a las acciones químicas, mecánicas y térmicas de los gases que circulan a través del aparato.

Para el acetileno no puede utilizarse el cobre o aleaciones que superen un 70% de contenido en masa de ese metal.

Los componentes del dispositivo antirretroceso de llama deben ser fabricados con un material exento de cobre. Generalmente se construyen de acero.

Todos los componentes en contacto con oxígeno deben estar exentos de aceite y de grasa y ser de material inoxidable.

Los materiales sintéticos que puedan estar en contacto con el acetileno deben tener una resistencia adecuada a los disolventes (acetona y dimetil-formamida).

## **Marcado**

Será legible y duradero y llevará las siguientes indicaciones:

- a. Nombre o marca registrada del fabricante o distribuidor.
- b. Modelo o número de código relativo a las instrucciones de montaje del fabricante.
- c. Dirección normal del flujo de gas indicada con una flecha.

- d. Nombre del gas o código del tipo de gas y código de color.
- e. Presión máxima de trabajo.
- f. Caudal máximo, sólo para las válvulas de cierre accionadas por exceso de flujo o caudal.

## Especificaciones

Todos los dispositivos deben ser estancos.

Los cuerpos de estos dispositivos deben resistir una presión de prueba igual a cinco veces la presión de trabajo, con un mínimo de 60 bar.

Las válvulas antirretroceso de gas deben proteger contra retornos de gas lentos y rápidos aunque hayan sufrido retornos de llama, en caso de no disponer antes de un dispositivo apagallamas.

Los dispositivos antirretroceso de llama deben detener cinco retornos de llama en unas ciertas condiciones detalladas en normas.

Las válvulas de descarga también llamadas de alivio o seguridad se deben abrir a una presión entre 1, 2 y 2 veces la presión máxima de trabajo indicada por el fabricante y volverse a cerrar a una presión comprendida entre 1 y 2 veces esa presión. El fabricante deberá indicar el caudal de estas válvulas medido a 2 veces la presión máxima de trabajo.

Las válvulas de cierre térmicas deben detener el paso del gas cuando se alcance una temperatura predeterminada. Las válvulas de cierre accionadas por presión deben ser estancas, es decir, deben cerrar el paso del gas en su sentido normal de circulación cuando sufren una contrapresión o sobrepresión proveniente del lado aguas abajo del dispositivo. La presión diferencial de funcionamiento, es decir, la diferencia de presión entre los dos lados que provoca el funcionamiento del dispositivo no debe ser superior a 700 mbar. Si este dispositivo no va protegido aguas abajo por otro apagallamas debe cumplir estas especificaciones aunque haya sufrido varios retornos de llama según detallan las normas.

Las válvulas de cierre por exceso de flujo deben cortar el paso del gas cuando su caudal esté comprendido entre 1,1 y 2 veces el caudal nominal indicado por el fabricante. Deben rearmarse manualmente.

El fabricante además de las prescripciones relativas al marcado deberá indicar la presión mínima de funcionamiento, el diámetro interior y la longitud máxima de las conducciones para que la protección esté asegurada, lo mismo que el caudal nominal de funcionamiento.

Acudir a las normas en caso de tenerse que llevar a cabo ensayos.

## Mantenimiento

Los dispositivos de seguridad estudiados en este documento deben verificarse después de cada incidente de que se tenga noticia y en cualquier caso, al menos una vez al año. La verificación anual deberá hacerse por el fabricante o experto designado por él.

Si una válvula de cierre térmica ha funcionado, debe devolverse al fabricante para su reparación y posterior ensayo conforme a las especificaciones de construcción.

## Conclusiones

Los dispositivos de seguridad indicados cumplen un conjunto de funciones:

- Filtro.
- Antirretorno.
- Cierre.
- Apagallamas.
- Descarga.

Los dispositivos existentes en el mercado cubren una o varias de esas funciones.

Se utilizan normalmente para acetileno, propano, otros gases combustibles y oxígeno. En caso de duda consultar a los suministradores y expertos.

El usuario debe ir informado y exponer sus necesidades.

El fabricante debe demostrar la eficacia de estos dispositivos y responsabilizarse de su mantenimiento y revisión anual.

## Bibliografía

(1) CHEVALIER, M.M.; TISSERAND, M.A.

**L' oxygène. II.- Modes d'approvisionnement, bouteilles, canalisations, réglementation.**

Nota n° 659-57-69, París, I.N.R.S., 1969, 22 págs.

(2) HARPER, K.

**Flame arresters and associated devices. A practical safety assessment.**

Metal Construction, 1981, 13, (3), 163-166.

(3) NORMA FRANCESA NF-A84-330.

**Matériels pour soudage aux gaz. Soupapes hydrauliques et appareils combinés "anti-retour de gaz-arrêt de flammes" équipant les appareils de production d'acétylène.**

Spécifications et essais, 1982.

(4) NORMA FRANCESA NF-A84-340.

**Matériels pour soudage aux gaz.**

**Dispositifs de sécurité utilisés entre le dernier étage de détente et l'appareil d'utilisation.**

Terminologie. Spécifications générales, 1982.

(5) NORMA FRANCESA NF-A84-350.

**Matériels pour soudage aux gaz.**

**Appareils combinés "anti-retour de gaz-arrêts de flammes" utilisés entre le dernier étage de détente et l'appareil d'utilisation.**

Spécifications, 1982.

(6) NORMA ISO 5175/1.

**Gas welding and cutting equipment and allied processes. Safety devices for fuel gases and oxygen or compressed air.**

Part 1: General specifications and requirements. 1983.

(7) NORMA ISO (Proyecto) 5175/2.

**Matériel de soudage aux gaz.**

**Dispositifs de sécurité pour les gaz combustibles, l'oxygène et l'air comprimé utilisés dans les équipements de soudage, coupage et techniques connexes.**

Partie 2: Spécifications et essais. 1982.

(8) SCHIMPKE, P.; HORN, H.A.

**Tratado General de Soldadura. Vol 1. Soldadura y corte con soplete.**

Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A, 1969, 413 págs.

(9) URIBE ALBARRACIN, J.A.

**Soldadura por gas. (III) S-84.**

**Conducciones, accesorios y proceso.**

Barcelona, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1976, 12 págs.