

Válvula de seguridad y alivio de presión

Por Alberto Lamponi, alamponi@cvcontrol.com.ar
CV Control, www.cvcontrol.com.ar

Los sistemas de alivio son la última línea de defensa para las planta de procesos químicos. Tienen un rol vital para resguardar la integridad de los equipos, de las personas y del medioambiente.

Históricamente, en respuesta a incidentes catastróficos se han tomado medidas de mejora. Por ejemplo, desde hace casi treinta años, la gestión de seguridad de procesos (también conocida por su sigla en inglés: PSM) tomó forma legal en Estados Unidos de América; también muchos otros países acompañan con regulaciones en ese sentido.

Aunque se trata de una disciplina amplia, la gestión de seguridad de procesos debe necesariamente considerar los sistemas de alivio de presión. Se requiere poner énfasis en su diseño y mantenimiento, para asegurar que estarán disponibles cuando se les solicite actuar. Sin embargo, y a pesar de su importancia, la gestión de la presión y sus excesos en los equipos de proceso históricamente no ha sido considerada como una prioridad de ingeniería en muchas compañías de todo el mundo; esto ha quedado evidenciado por gran cantidad de fallas y deficiencias detectadas durante auditorías independientes [1], [2].

Los sistemas de alivio de presión en sí pueden ser extremadamente complejos, y este artículo no pretende abordarlos en su totalidad. Más bien busca focalizar en un tipo de elemento de seguridad, quizás el más utilizado y conocido: la válvula de seguridad y alivio de presión.

Los problemas o deficiencias en los sistemas de alivio pueden ser identificados cuando no cumplen con las "reconocidas y generalmente aceptadas



1. Válvula de seguridad de resorte

buenas prácticas de ingeniería", que son criterios que se pueden encontrar en publicaciones de instituciones de prestigio y especializadas, como lo son, entre otras, el DIERS, API o ASME.

En particular para la industria del petróleo y petroquímica, los estándares API 520 y 521 reúnen gran cantidad de prácticas recomendadas. Por su parte, el código ASME fija requerimientos estrictos para el diseño, construcción y aplicación de dispositivos, que favorecen la seguridad de los recipientes a presión que el mismo código regula.

Los ingenieros de proceso o los especialistas en sistemas de alivio realizan un análisis pormenorizado de las posibles causas de sobrepresión para determinar los caudales de alivio requeridos para cada equipo o sistema. Una vez establecidos, corresponde seleccionar el o los dispositivos para cumplir esta tarea.

La válvula de seguridad

Asumiendo la utilización de válvulas de seguridad, la selección se basa en el principio de flujo a

Sobre el autor

Alberto Lamponi es ingeniero químico recibido en la Universidad Tecnológica Nacional regional Buenos Aires. Actualmente, se desempeña como ingeniero de aplicación en *CV Control*, y ha acumulado más de diez años de experiencia en cálculo, selección y aplicación de válvulas y dispositivos de alivio de presión.



2. Válvula de seguridad piloto operada

través de una tobera convergente isoentrópica de área conocida.

La corrección del caudal teórico obtenido por la fórmula de cálculo al caudal real disponible se asegura por medio de un coeficiente experimental de descarga que el fabricante debe certificar para sus distintos modelos.

La válvula debe, por sus propios medios, sin mediar accionamiento externo: abrir, descargar el caudal previsto y cerrar dentro de un diferencial permitido (*blowdown*), permitiendo, de ser posible, recuperar las condiciones de operación. En cuanto a las válvulas para recipientes a presión según ASME (presión de diseño mayor a 1,03 bar-g), existen diseños con resorte y operados por piloto que, si bien tienen distintos principios de operación, cumplen ambos la mismas funciones.

La certeza sobre el área de flujo estará dada por el despeje del obturador, de tal manera de dejar libre un área igual o mayor que el área transversal de la boquilla de la tobera. Por geometría, se encuentra rápidamente que el desplazamiento del obturador (*lift*) debe ser igual o superior a un cuarto del diámetro de la boquilla.

Medición de parámetros en válvulas de seguridad

El aseguramiento de parámetros críticos como

son el coeficiente de descarga y el recorrido del obturador son objeto de regulaciones por parte del código ASME, que impone ensayos regulares de certificación a los proveedores de válvulas. Los ensayos para determinar estos parámetros se realizan en condiciones de flujo total, es decir, simulando la situación de emergencia en planta. En algunos escenarios, las condiciones pueden ser imposibles de alcanzar aún en sofisticadas instalaciones de prueba, por eso se utilizan métodos estadísticos.

Según un método propuesto por el código ASME, se toma una muestra de tres válvulas de tamaños distintos. Para cada tamaño, a su vez se utilizan tres presiones de set diferentes, resultando en una muestra de nueve válvulas para ensayar. En un laboratorio especialmente adaptado y auditado, se mide el caudal entregado por cada válvula al diez por ciento (10%) de sobrepresión y se compara con el caudal teórico. El cociente entre ambos es el coeficiente de descarga individual:

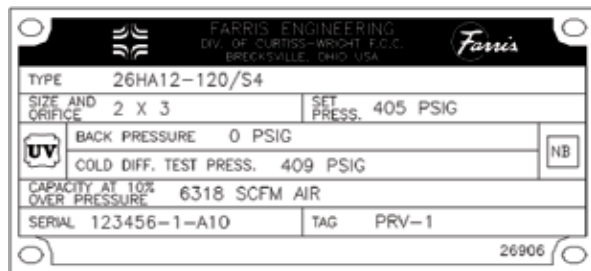
$$K_i = \text{caudal real medido/caudal teórico}$$

El objetivo es encontrar un coeficiente que se pueda extender a todas las válvulas de un determinado modelo, por ello desde el diseño y construcción se busca lograr repetibilidad. Se impone que la desviación de las nueve mediciones no puede ser mayor al cinco por ciento (5%) aproximadamente respecto al valor promedio (K). Finalmente, el valor de K promedio se afecta por un factor de seguridad, para tener en cuenta la desviación estadística:

$$K_d = 0,90 \cdot K$$

Este nuevo valor (Kd) se refiere como el coeficiente de descarga certificado, y se utiliza para calcular los caudales de toda una serie de válvulas. Su valor se publica en registros del *National Board of Pressure Vessel Inspectors* (NB).

Otros parámetros como el *lift*, *blowdown* y el área de la tobera se auditan durante estos



4. Chapa de identificación estándar

ensayos de certificación, y sus resultados también se registran.

Se solicita a los fabricantes que recertifiquen sus modelos cada cinco años para asegurar que estos parámetros se mantengan. Cada local de fabricación o ensamble, a su vez, se vuelve a auditar cada tres años.

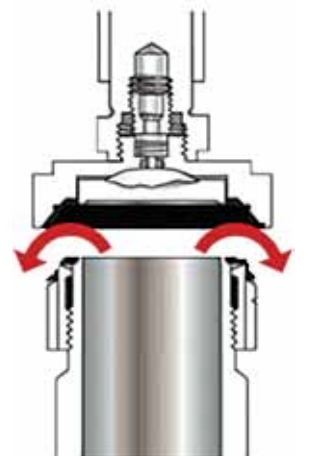
Aplicando las válvulas de seguridad

En una instalación nueva, la selección de una válvula de seguridad para una aplicación específica resulta relativamente simple si las condiciones del sistema están bien establecidas. Siguiendo las prácticas antes mencionadas, se puede determinar el caudal de alivio requerido y seleccionar una válvula con la capacidad adecuada.

Los cuidados en el diseño y la instalación (por ejemplo, cuidar la caída de presión en la línea que conecta la PSV con el recipiente) ayudan a prevenir problemas operativos con el *chattering* o apertura fluctuante.

No se debe pasar por alto un análisis del sistema de descarga y, por lo tanto, de la contrapresión que pueda existir. Aunque este puede ser un análisis complejo y específico [3], en el momento de seleccionar una válvula, se encuentran disponibles diseños con fuelles o piloto operados para minimizar los efectos de la contrapresión.

Otro aspecto de aplicación involucra el análisis de sistemas existentes. Hay buenos trabajos bibliográficos al respecto como el citado en la referencia [2]. Los cuidados en la instalación, incluyendo el análisis actualizado de los colectores de descarga, así como el mantenimiento, son fundamentales para asegurar que una válvula de seguridad responda satisfactoriamente cuando sea necesario.



3. Detalle de tobera y obturador de una válvula operada por resorte (abierta y descargando)

Sobre mantenimiento, una excelente publicación de referencia es el capítulo XVI de la *Guide for Inspection of Refinery Equipment*, del API.

Aún una válvula de seguridad reparada y con algunos años de antigüedad está llamada a proveer el mismo nivel de seguridad que una válvula nueva [4].

No es raro encontrar en campo dispositivos a los que no se les puede identificar su fabricante o fecha de fabricación; o bien, mal identificados, o con incerteza respecto a su capacidad. Queda claro que la presión de set no es el "único" parámetro importante. Que una válvula de seguridad pueda ajustarse a un determinado valor por sí solo no garantiza su rendimiento en apertura y capacidad, por ejemplo, la compresión del resorte puede haber sido excesiva, y aun parámetros externos como la contrapresión y la configuración del sistema de descarga pueden influir negativamente.

Entonces, utilizar las ventajas de los diseños certificados, seguir las recomendaciones de los fabricantes y reparar utilizando las partes originales evitando cualquier modificación al diseño, se vuelve de importancia vital para el buen desempeño de un sistema de alivio. Sumado a la aplicación de "reconocidas y buenas prácticas de ingeniería" que pueden encontrarse en numerosas publicaciones, que permiten dar un positivo paso adelante en el cumplimiento de los requisitos para una adecuada gestión de la seguridad de los procesos. ❖

Referencias

- [1] Croxford S. & Sauders S. "Helping Companies to Achieve PSM Complicance" en *Valve Magazine*, Otoño 2013
- [2] Giardinella S. "Aging Relief Systems – Are they working properly?" en *Chemical Engineering*, July 2010
- [3] Marchetti M. H. *Circumvet design issues when adding new hydrotreating units*. *Hydrocarbon Processing*, 2011
- [4] Farris Engineering, *Maintenance and Operation Manual*, 2600 Series