

DISPOSITIVOS PARA RELEVO (ALIVIO) DE PRESIÓN.

PRESSURE RELIEF DEVICES.

Ana Lilia De Felipe-Vargas*

Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Tlaxcala.

*analilia.defelipe@uatx.mx

Recibido:13-septiembre-2023

Aceptado: 03-noviembre-2023

RESUMEN

El trabajo del ingeniero químico dentro del diseño de procesos, lo lleva a considerar aspectos de seguridad relacionados con los equipos en los que se llevan a cabo las operaciones unitarias. Todos los recipientes (reactores, columnas de separación, tanques flash, entre otros) que operan a una presión mayor que la presión atmosférica deben contar con dispositivos de relevo de presión, los cuales deben actuar cuando la presión interna del recipiente se incremente más allá de la presión considerada normal para operación, poniéndolo en riesgo de sufrir una falla estructural, que derive en una deformación permanente o incluso, en un accidente de consecuencias importantes. Este trabajo consiste en poner de relevancia aspectos importantes en el dimensionamiento y selección de válvulas de seguridad, instrumentos mayormente empleados como dispositivos de relevo de presión en los procesos químicos.

Palabras Clave: Área nominal, Contrapresión, Presión de ajuste, Presión de Relevo, Válvula de seguridad

ABSTRACT

The role of the Chemical engineering in process design needs to consider security aspects related to the equipment where unitary operations take place. All the vessels (reactors, separation columns, flash tanks, among others) that operates a higher pressure than the atmospheric must be equipped with pressure relief devices, which must act when the intern pressure of the vessel is increased over the normal operation pressure with a risk of suffer a structural failure that results in a permanent deformation or even in an accident of significant implications. This work treats about important aspects in dimensioning and selection of safety valves, instruments mostly employed as pressure relief devices in chemical processes.

Keywords: cuatro palabras clave, en inglés, como mínimo y seis como máximo, colocar en orden alfabético. Letra calibri, tamaño fuente 11, texto justificado.

1. INTRODUCCIÓN

Los dispositivos para relevo de presión son instrumentos cuya función es proteger la integridad física de los equipos ante incrementos de presión anormales, la disminución de presión se logra

mediante el desalojo de fluido (gas o líquido) a través de estos instrumentos. De acuerdo con la Norma Mexicana NOM-093-SCFI-2020, se tiene la siguiente definición:

Dispositivo de relevo de presión. Aquél diseñado para prevenir el incremento de la presión interna de un recipiente más allá de un valor predeterminado. También están diseñados para prevenir excesiva presión de vacío interno. Estos dispositivos pueden ser: -una válvula de relevo, -un dispositivo carente de la posibilidad de re-cierre, o -una válvula de vacío (venteo).

Las causas de tener una presión mayor a la permitida en un proceso pueden ser, entre otras:

- Operaciones de carga y descarga del equipo.
- Exposición al fuego y otras fuentes externas de calor
- Calentamiento de un líquido retenido en alguna sección cerrada, lo cual puede provocar una dilatación hidráulica.
- Falla mecánica de los dispositivos normales de seguridad, mal funcionamiento de los sistemas de control u operación manual incorrecta.
- Falla de servicios.

Los dispositivos de relevo de presión, en general, son de 3 tipos:

- Válvulas de seguridad. Son accionadas por la presión aguas arriba de la válvula, se caracterizan por una rápida apertura audible o disparo súbito. Se utilizan principalmente en el manejo de gases.
- Válvulas de alivio. Abren de forma gradual en proporción al incremento de presión aguas arriba de la válvula. Se utilizan en el manejo de líquidos.
- Discos de Ruptura. Son membranas diseñadas para romperse cuando se someten a una cierta presión

Tanto las válvulas de seguridad como las de alivio, están diseñadas para abrir a una presión determinada y volver a cerrar cuando las condiciones de presión se han restablecido. Esto se lleva a cabo generalmente mediante la acción de un resorte que se gradúa para soportar una determinada presión aguas arriba de la válvula (Figura 1). Cuando la presión del equipo protegido es mayor a la presión de ajuste del resorte, éste se contrae, permitiendo el paso de fluido a través de la válvula.

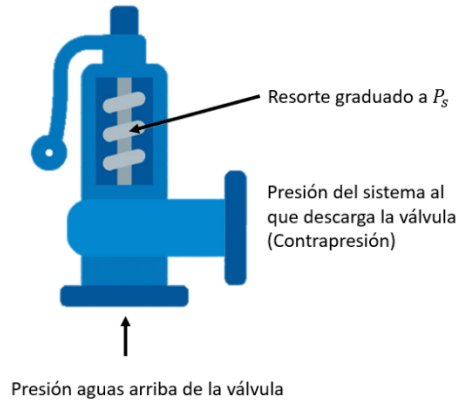


Figura 1. Válvula de Seguridad operada por resorte

Mientras el equipo protegido permanezca dentro de las condiciones de presión consideradas para operación, el dispositivo de relevo debe permanecer cerrado, éste sólo deberá operar si las condiciones de presión alcanzan o rebasan la presión de diseño mecánico del equipo protegido. Entonces, la presión de diseño del equipo protegido es **la presión de graduación o ajuste** del resorte, esta presión es el límite a partir del cual el dispositivo podrá abrir. Las válvulas de seguridad permanecen cerradas hasta que la presión aguas arriba de la válvula ha rebasado por un determinado porcentaje a la presión de ajuste (a este porcentaje se le llama sobrepresión) y entonces abren súbita y completamente; por su parte las válvulas de alivio empiezan a abrir gradualmente cuando se rebasa la presión de ajuste, llegando a la apertura completa también, cuando la presión del equipo protegido es igual a la presión de ajuste más la sobrepresión

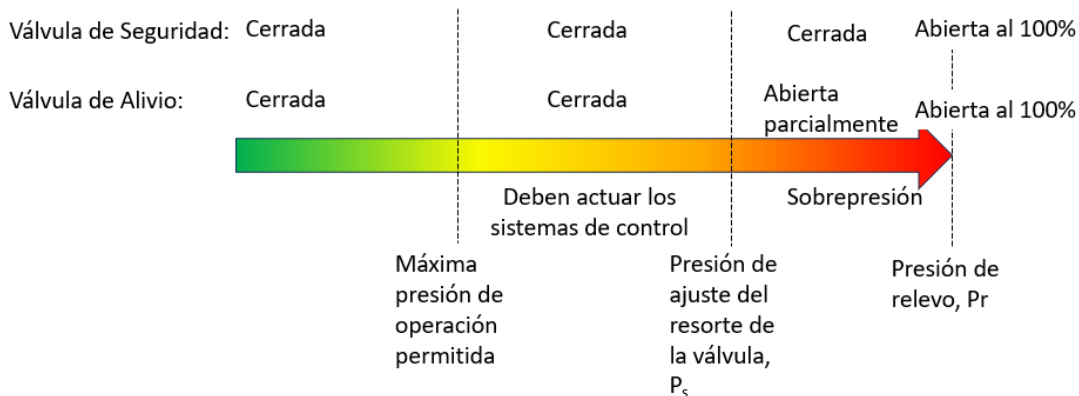


Figura 2. Presión interna del recipiente protegido vs. respuesta de la válvula.

Además de la presión de ajuste y de relevo, se tienen otros parámetros importantes para la selección de dispositivos de relevo de presión:

- Las causas de sobrepresión, ya que de ellas depende la cantidad de fluido que debe desalojarse para restablecer las condiciones de presión, por ejemplo, si la causa de sobrepresión fuera el bloqueo de la salida de materia del recipiente, el flujo a desalojar (relevar) por la válvula debería ser igual al flujo que ha dejado salir.
- La Contrapresión, la cual es la presión del sistema al que descarga la válvula, y que debe

ser suficientemente menor a la presión de ajuste del resorte para no disminuir la capacidad de la válvula.

2. Determinación del tamaño de válvulas de seguridad y alivio

Tomando en cuenta los aspectos mencionados en la sección anterior, se calcula el área requerida para relevar el flujo necesario a la presión de ajuste o de relevo (según se trate de válvula de alivio o seguridad)

Para servicio con gases o vapores se calcula mediante:

$$A = \frac{W\sqrt{TZ}}{CKK_b P_r \sqrt{M}} \quad (1)$$

$$C = 520 \sqrt{K \left(\frac{2}{K+1} \right)^{\frac{(K+1)}{(K-1)}}} \quad (2)$$

donde A es superficie efectiva de descarga (in²), W el flujo a relevar en lb/hr, T la temperatura del gas de entrada (°R), Z el factor de compresibilidad del gas, K el coeficiente para descarga de la válvula (dado por el proveedor ≈ 0.97), K_b es el factor de corrección por contrapresión. Para contrapresiones de hasta $0.5P_{ajuste}$. P_r es la presión aguas arriba de la válvula (presión de relevo en psia), M el peso molecular y k la relación de calores específicos (C_p/C_v) (Greene, 1992).

Para servicio con líquidos:

$$A = \frac{Q\sqrt{S}}{27.2K_p K_w K_v \sqrt{P_s - P_v}} \quad (3)$$

donde Q es el flujo a relevar en galones/minuto, S es la densidad relativa del líquido a la T de flujo, K_p es el factor de corrección por sobrepresión ($K_p=1$ para sobrepresión igual a 25%), K_w es el factor de corrección por contrapresión, K_v el factor de corrección por viscosidad, P_s la presión de ajuste o graduación de la válvula y P_b la contrapresión (Greene, 1992).

Todas estas expresiones, adecuadas con los factores de conversión necesarios para usar y obtener las variables en las unidades indicadas, tienen su fundamento en el modelamiento del flujo adiabático a través de orificios convergentes.

Una vez determinada el área requerida para la válvula, se selecciona el tamaño que cubra dicha área calculada. Las válvulas de seguridad proveen áreas estándar designadas por letras, en la Figura 3 se indican las áreas nominales de acuerdo con un orificio designado (NOM-093-SCFI-2020).

Designación de orificio	Área nominal en cm ² (pulg ²)	Designación de orificio	Área nominal en cm ² (pulg ²)
D	0,71 (0,110)	L	18,41 (2,853)
E	1,26 (0,196)	M	23,23 (3,600)
F	1,98 (0,307)	N	28,00 (4,340)
G	3,24 (0,503)	P	41,16 (6,380)
H	5,06 (0,785)	Q	71,29 (11,050)
J	8,30 (1,287)	R	103,23 (16,000)
K	11,86 (1,838)	T	167,74 (26,000)

Figura 3. Áreas nominales para válvulas de seguridad y Alivio (NOM-093-SCFI-2020)

Se debe elegir el orificio con el área inmediata mayor a la calculada, por ejemplo, si se calcula un área de 5.4 cm², el orificio seleccionado deberá ser J, que provee un área de 8.30 cm². Los requerimientos obligatorios para válvulas de relevo de presión, como el tamaño nominal de entrada y salida de la válvula, así como sus tipos de brida, se pueden obtener del apéndice B de la Norma NOM-093-SCFI-2020.

Para una válvula con los siguientes datos:

- Orificio: J
- Temperatura: 80°C
- Presión de ajuste: 2380 kPa.

En el apéndice B, las características para las válvulas con orificio J, se encuentran en la tabla B6, en la cual, se busca la columna que corresponda a una temperatura mayor a 80°C y la fila con una presión mayor a 2380 kPa (Figura 2)

Orificio "J" Area = 8.30 cm²

Máxima presión en kilocascales; temperaturas en °C

Materiales	Tamaño nominal de válvula		Válvulas convencionales y balanceadas								Conv. (3) Bal. (3)		Dimensiones entre caras y centro milímetros				
	entrada por orificio	salida por orificio	Clase c intervalo de brida		Límites de presión de ajuste				Límite de presión a la salida		Entrada Salida						
	milímetros	milímetros	Entrada	Salida					38 °C	38 °C	Entrada	Salida					
Intervalo de temperatura de -29 °C hasta 232 °C																	
Fundición	Acero	51	J	76	150#	150#	-	-	-	1.965	1.276	-	-	1.965	1.586	137	124
acero	al	51	J	76	300#	150#	-	-	-	1.965	1.055	-	-	1.965	1.586	137	124
		64	J	102	300#	150#	-	-	-	5.163	4.241	-	-	1.965	1.586	137	143
		64	J	102	900#	150#	-	-	-	10.208	8.517	-	-	1.965	1.586	156	171
		76	J	102	900#	300#	-	-	-	15.309	12.723	-	-	1.965	1.585	184	181
		76	J	102	1500#	300#	-	-	-	18.619	18.619	-	-	4.138	1.586	184	181

Figura 4. Ejemplo de selección de características de válvula de seguridad. (NOM-093-SCFI-2020)

Por lo tanto, la válvula seleccionada será orificio J, con un diámetro de entrada de 64mm (2.5 in) y un diámetro de salida de 102mm (4 in). Las bridas de entrada y salida serán clase 300# y 150#, respectivamente.

3. CONCLUSIONES

La selección de válvulas de seguridad y alivio, requiere que los estudiantes pongan su atención en situaciones anormales que pueden ocurrir dentro de la operación de los procesos químicos,

poniendo de manifiesto la importancia de no centrarse solo en el modelamiento de una operación de proceso particular, sino también considerar la interacción entre diferentes equipos, aspectos de control y monitoreo de las variables de proceso y de seguridad.

CONFLICTO DE INTERESES

La autora declara que no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS

Greene, W. R. (1992) *Válvulas: Selección, Uso y Mantenimiento*, McGrawHill

Unidad de Normatividad, Competitividad y Competencia de la Secretaría de Economía (2020). *Válvulas de relevo de presión (Seguridad, seguridad-Alivio y alivio)* (NOM-093-SCFI-2020), https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5636307&fecha=25/11/2021#gsc.tab=0