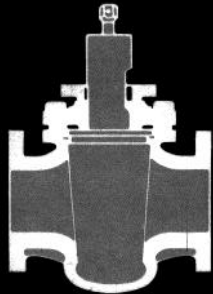


Richard W. Greene

VÁLVULAS

SELECCIÓN, USO Y MANTENIMIENTO



Válvulas

Selección, uso y mantenimiento

Richard W. Greene

v

Cuerpo de redactores de Chemical Engineering Magazine

Traducción

Francisco G. Noriega
C .P. y Perito traductor

Revisión técnica:

José Hernán Pérez Castellanos
Ingeniero Industrial
Escuela Militar de Ingenieros
Profesor titular, ESIME, * IPN



CUCEI
CID

McGRAW-HILL

MÉXICO. BUENOS AIRES. CARACAS . GUATEMALA. LISBOA. MADRID @ NUEVA YORK
SAN JUAN. SANTAFÉ DE BOGOTÁ. SANTIAGO. SAO PAULO. AUCKLAND
LONDRES • MILÁN. MONTREAL. NUEVA DELHI . SAN FRANCISCO. SINGAPUR
ST. LOUIS. SIDNEY . TORONTO

Contenido



Introducción		vii
Sección 1	Aspectos básicos de las válvulas, incluso su selección	1
	<i>Selección</i>	
	Selección y especificación de válvulas para plantas nuevas	3
	Selección de válvulas para la IPQ	28
	Selección de válvulas de alto rendimiento	39
	Selección de válvulas	44
	<i>Instalación, operación y mantenimiento</i>	
	Instalación, operación y mantenimiento de válvulas	54
	El reacondicionamiento deja como “nuevas” las válvulas viejas	63
	<i>Otros tipos de válvulas</i>	
	Válvulas de mariposa para fluidos de proceso	66
	Forma de evitar mezclas de fluidos con una válvula de retención modificada	71
	Selección y aplicación de válvulas para cierre de tuberías	74
Sección II	Dispositivos para desahogo (alivio) de presión	79
	<i>Generalidades</i>	
	Dispositivos para desahogo (alivio) de presión	81
	Sistemas para desahogo (alivio) de presión	89
	<i>Válvulas de desahogo (alivio)</i>	
	Válvulas de desahogo (alivio) de presión para plantas de procesos	102
	Control de la reducción de presión	111
	Dimensionamiento de válvulas de desahogo	118
	Mal funcionamiento de las válvulas de seguridad	128
	Sensibilidad de las válvulas de desahogo según la longitud de las tuberías de entrada y salida	132

<i>Discos de ruptura</i>	
Discos de ruptura para gases y líquidos	139
Discos de ruptura para baja presión de reventamiento	141

Selección III Valvulas de control 147

Generalidades

Válvulas de control en plantas de proceso	149
Valvulas de control	159
Selección de válvulas de control de flujo de líquidos	164
Instalación mantenimiento y detección de fallas en válvulas de control	177
Válvulas de control en sistemas optimizados	181
Válvula de control versus bomba de velocidad variable	189
Mejoramiento del funcionamiento de las válvulas de control en la tubería	194

Control del ruido

Ruido de las válvulas de control: causas y corrección	200
Válvulas de control especiales que reducen el ruido y la vibración	208

Dimensionamiento y estimación

Programa para el dimensionamiento de válvulas de control para gas y vapores	216
Programa para el dimensionamiento de válvulas de control para líquidos	222
Predicción del flujo en válvulas de control	230
Estimación de la caída de presión en las válvulas de control de líquidos	238

Sección IV Válvulas de operación manual y automática 245

Selección de válvulas manuales para plantas de proceso	247
Válvulas de operación manual	262
Actuadores mecánicos para válvulas	270

Índice 277

Introducción

Las válvulas, incluso los dispositivos para desahogo (alivio) de presión, son una de las partes básicas en una planta en la industria de procesos químicos. En este volumen aparece una serie de consejos prácticos relacionados con las válvulas.

Este libro se preparó para todos los que tienen alguna relación con las válvulas, sean diseñadores, ingenieros de proyecto, ingenieros de proceso o las personas encargadas de su mantenimiento.

Con tantos estilos y opciones disponibles, ¿Cómo se puede hacer la elección atinada cuando se especifica una válvula? ¿Cómo se determina el tamaño de las válvulas de desahogo? ¿Cuándo se debe seleccionar una válvula de accionamiento manual? Y, en tal caso, ¿de qué tipo? Las respuestas a éstas y cientos de otras preguntas prácticas se encuentran en este libro. Se incluyen desde los aspectos básicos del funcionamiento hasta la operación y mantenimiento de las válvulas.

Los artículos que aparecen en este libro se seleccionaron entre los publicados por la revista *Chemical Engineering* en casi una década. Se incluyen artículos clásicos acerca de la selección de válvulas y los programas más recientes de calculadoras programables y de computadoras para el dimensionamiento de las válvulas de control. Los artículos se seleccionaron por su amplio interés. Cualquiera que sea el tipo de planta de proceso en que usted trabaje, encontrará respuestas a sus preguntas en relación con las válvulas. El libro está dividido en cuatro secciones:

Sección I. Aspectos básicos de las valvulas incluso su *selección*. Esta sección tiene tres partes. La primera parte trata dicha selección; asimismo aspectos básicos del funcionamiento de válvulas; especificación de válvulas para plantas nuevas y selección de

válvulas de alto rendimiento. La segunda parte abarca la instalación, operación y mantenimiento e incluye las formas de reacondicionar válvulas viejas. La tercera parte se relaciona con otros tipos de válvulas e incluye artículos respecto a válvulas de mariposa, válvulas de retención modificadas y válvulas para cierre de tuberías.

Sección II. Dispositivos para desahogo (alivio) de presión. Es una información muy completa para la selección de válvulas de desahogo (alivio) y discos de ruptura. Se presenta información para el diseño, selección y prevención del mal funcionamiento de los dispositivos para desahogo de presión. Se incluyen procedimientos para determinar el tamaño de los discos de ruptura para gases y líquidos y también para bajas presiones de reventamiento.

Sección III. Válvulas de control. Se comentan tres temas importantes: selección general, control del ruido, dimensionamiento y estimación de costos. Se da información básica de las válvulas de control, incluso su empleo y selección. Entre los temas se encuentran artículos acerca del uso de válvulas de control en vez de bombas de velocidad variable y para mejorar el funcionamiento en la tubería. En el rubro de control de ruido se comentan las causas y se ofrecen métodos para corregir este problema. Se incluye información acerca de válvulas especiales de control que disminuyen el ruido y la vibración. Se describen programas con calculadoras programables o con computadoras para dimensionar y estimar los costos de estas válvulas para líquidos y gases. También se incluyen métodos para predecir el flujo en estas válvulas.

Sección IV. Válvulas de operación manual y automática. ¿Cuándo se debe utilizar una válvula de operación manual y cuándo se debe emplear un actuador? En esta sección se contestan esta y otras preguntas. Se dice cómo seleccionar una válvula de operación manual y se describe el funcionamiento de los actuadores.

Hay sugerencias prácticas para válvulas de compuerta, globo, mariposa, neumáticas y muchas otras que se suelen encontrar en las plantas. Son sugerencias para el ingeniero novato o para la persona con gran experiencia que se enfrenta a un problema difícil. Este libro le facilitará su trabajo sin que importe si se ocupa de diseñar válvulas o de darles mantenimiento.

Selección y especificación de válvulas para plantas nuevas

Las válvulas constituyen del 20 al 30% del costo de la tubería de una planta, según sea el proceso; el costo de un tipo y tamaño dados de válvulas puede variar en 100 70 según sea su construcción. Por tanto, la selección de válvulas es de suma importancia en los aspectos económicos, así como en la operación de plantas de proceso. Veamos cómo una empresa de diseño para ingeniería decide un tipo de válvula, el costo en comparación con las características de la construcción, los materiales de construcción, etc., para un diseño de planta que sea competitivo y libre de problemas.

Arkadie Pikulik, Scientific Design Co.



Sección 1

Aspectos básicos de las válvulas, incluso su selección

Selección

Selección y especificación de válvulas para plantas nuevas
Selección de válvulas para la IPQ (industria de procesos químicos)
Selección de válvulas de alto rendimiento
Selección de válvulas

Instalación, operación y mantenimiento

Instalación, operación y mantenimiento de válvulas
El reacondicionamiento deja como “nuevas” las válvulas viejas

Otros tipos de válvulas

Válvulas de mariposa para fluidos de proceso
Forma de evitar mezclas de fluidos con una válvula de retención modificada
Selección y aplicación de válvulas para cierre de tuberías

Las empresas de ingeniería seleccionan y especifican válvulas por medio de los esfuerzos coordinados de sus divisiones de procesos, proyectos y diseño para ingeniería.

Los ingenieros de proceso son quienes asumen la responsabilidad de establecer los parámetros de diseño del proceso como son la temperatura, presión, flujo, procedimientos para arranque y paro, etc. El ingeniero de proyectos y su grupo son los encargados del comportamiento del diseño mecánico. La división de diseño se ocupa del diseño y especificaciones detallados para toda la planta.

Por ello, en nuestra empresa, la división de procesos especifica los materiales básicos de construcción requeridos para los fluidos del proceso; la división de proyectos determina la necesidad y ubicación de las válvulas así como el tipo de válvula que se utilizará; la división de diseño prepara las especificaciones de las válvulas para satisfacer los requisitos de la división de proyectos.

Estas especificaciones de válvulas, por lo general, se incluyen en las especificaciones del material para las tuberías, que se preparan de acuerdo al proceso y servicios que se manejan en una planta y se tienen en cuenta las presiones y temperaturas máximas de operación, los materiales de construcción, las tolerancias para corrosión y cualesquiera otros factores que influyan en la selección del material de construcción.

Las especificaciones del material de los tubos incluyen todos los datos para el diseño, como conexiones y accesorios, bridas, tubos y válvulas que se utilizarán para un servicio dado. Por ejemplo, una especificación del material para tubería en que se requiere un acero al carbono adecuado para agua a temperatura ambiente y a 150 lb de presión, también incluirá una relación de las válvulas apropiadas (Tabla I).

Para el ingeniero que no cuenta con los servicios de un contratista de ingeniería ni de un grupo de ingeniería en su empresa para que hagan las especificaciones del material para tuberías el procedimiento es el mismo, excepto que el ingeniero será quien llevará todo el peso de la decisión en cuanto a las válvulas aceptables. Como ayuda para la selección de válvulas, ese ingeniero debe preparar una lista de clasificación de válvulas en la cual aparezca, como mínimo, la siguiente información (Tabla II):

3 Tipo de válvulas, tamaños, fabricantes y número de modelo de los fabricantes.

- Capacidades de presión y temperatura de las válvulas.
- Materiales de construcción.
- Material para empaquetaduras y juntas.

‡ Material de las garniciones de la válvula, que incluyen el vástago, anillo-de asiento y disco

- Servicio recomendado por el fabricante.

Cuando se introduzcan nuevos modelos de válvulas, se debe actualizar esta lista.

Si el ingeniero encuentra que la preparación y actualización de una lista de clasificación de válvulas que abarque a todos los fabricantes requiere mucho tiempo, se podría limitar la lista a sólo unos cuantos fabricantes de cada tipo de válvula, siempre y cuando esta limitación no le impida al ingeniero obtener cotizaciones de competencia de otros fabricantes, una vez establecidas las especificaciones básicas de las válvulas.

Las válvulas se emplean, por lo general, para dos funciones básicas: cierre y estrangulación. Las válvulas utilizadas para aislar equipo, instrumentos y componentes de la tubería (coladores, trampas de vapor, filtros en la tubería, etc.) cuando se necesita mantenimiento se llaman válvulas de bloqueo o de cierre. Además, las válvulas de bloqueo se utilizan en los múltiples para desviar las corrientes a diversos lugares según se desee. En esencia, cualquier válvula que no está ni abierta del todo ni cerrada del todo durante el funcionamiento de la planta, se puede considerar como válvula de bloqueo. Estas válvulas suelen ser del tamaño de la tubería y tienen un orificio más o menos del tamaño del diámetro interior del tubo.

Para calcular la caída de presión en una válvula de bloqueo, el procedimiento usual es utilizar una longitud equivalente de tubo, según lo especifique el fabricante. Normalmente, no se efectúan cálculos de la caída de presión en las válvulas individuales, porque los datos de los fabricantes han estado en uso durante muchos años (Tabla III).

Las válvulas de operación manual cuya finalidad es regular el flujo, la presión o ambos, se denominan válvulas de estrangulación. La selección del tamaño de una válvula de estrangulación dependerá del coeficiente C_v de flujo en la válvula. La capacidad se determina con pruebas de flujo para una caída dada de presión a lo largo del cuerpo de la válvula y se puede obtener con los fabricantes de este tipo de válvulas. El ingeniero, después de calcular el coeficiente de válvula requerido para el servicio indicado mediante el uso de la ecuación $Q = C_v (\Delta P/G)^{1/2}$, puede hacer la selección de la válvula del tamaño necesario con el uso de las especificaciones de C_v del fabricante: (Q = gasto, C_v = coeficiente de flujo, ΔP = caída de presión entre la entrada y la salida de la válvula, G = densidad relativa del fluido).

Selección de válvulas

Es difícil imaginarse una planta de productos químicos, refinería de petróleo, planta de procesamiento de alimentos, unidad de fabricación de fármacos, planta lechera, etc., sin válvulas,

Conforme avanza la tecnología y aumenta la capacidad de las plantas, han aumentado el tamaño y el costo de las válvulas y cada vez es más importante el máximo cuidado en su selección.

La selección de las válvulas incluye muchos factores y es preferible tener como referencia un sistema que facilite la selección. Se deben tener en cuenta, como mínimo, las siguientes características básicas: tipo de válvula, materiales de construcción, capacidades de presión y temperatura, material de empaquetaduras y juntas, costo y disponibilidad.

Tabla I Especificaciones de materiales para tuberías y lista de válvulas aplicables

Servicio: Agua para enfriamiento, servicios e incendio a nivel del piso

Brida primaria: Hierro fundido, 125 lb, cara completa y acero al carbono, 150 lb, cara completa

Presiones y temperaturas: ANSI 8.16.1-167, hasta 150°F máximo

Tolerancia para corrosión: 0.05 in mínima

Concepto	Tamaño in	Cédula o capacidad	Descripción	Especificación del material
Tubo	½ - 1 ½	Céd. 80	Sin costura, acero al carbono	ASTM A106, Gr. B ASTM A53, Gr. B
	2 - 6	Céd. 40	Sin costura, acero al carbono	
	8 - 12	Céd. 20	Soldado por resistencia eléctrica, acero al carbono	
	14 - 34	Céd. 10	Soldado por resistencia eléctrica, acero al carbono	
	26 - 36	¼ n	Soldado por fusión eléctrica, acero al carbono. Espesor de pared ¼ in	ASTM A134; Placa, ASTM A283, Gr. C.
Bridas				
Tubería	½ - 1 ½	150 lb	Roscada, acero al carbono, cara completa	ASTM A105
	2 - 24	150 lb	Cuello para soldar, acero al carbono, cara completa	
Reductoras	26 - 36	.	Deslizable, acero al carbono, cara completa	
	½ - 1 ½	150 lb	Roscada, acero al carbono, cara completa	
Orificio	2 - 24	150 lb	Deslizable, acero al carbono, cara completa	
	1 X-36	300 lb	Cuello para soldar, acero al carbono, cara completa	
Accesorios				
Roscados	½ - 1 ½	300 lb	Reborde, hierro maleable	ASTM A197
	½ - 1 ½	300 lb	Unión, hierro maleable, asiento latón	
	½ - 1 ½	3 000 lb	Coples, acero al carbono	ASTM A105
	½ - 1 ½		Tapones macizos cabeza rebordeada y bujes de cabeza hexagonal, acero al carbono	
Soldados a tope	2 - 6	Céd. 40	Sin costura, acero al carbono	ASTM A234, Gr. WPB
	8 - 12	Céd. 20		
	14 - 24	Estándar		
	26 - 36	Pared ¼ in	Sin costura o soldado, acero al carbono	
	18 - 36	Igual que el tubo	Codos angulares	Igual que el tubo
Conexiones de ramales				
	½ - 1 ½		Tes rectas o reductoras	
	2		Tamaño completo: Tes, reductoras: soldadura de boquilla	
Uniones de tubo	3 - 36		Completas y reductoras; soldadura de boquilla	
	½ - 1 ½		Coples (acoplamientos)	
Juntas	2 - 36		Soldadura a tope	
	Todos	G-20	Asbesto (amianto) cara completa	
Sujetadores	Todos		Espárragos (birlos) de acero de aleación	ASTM A193, Gr., E7
	Todos		Tuercas hexagonales de acero al carbono	ASTM A194, Gr., 2

Válvulas	tamaño in	Tipo	Número de válvula estándar	Norma dimensional
Extremos roscados	½ - 1 ½	Compuerta	VC600A†	††
		Globo	VC61 OA	
		Retención	VC620A	
Extremos con brida	1	Compuerta	VC105A	††
		Compuerta	VB 1058	
		Retención	VC125A	
		Compuerta	VB105B	
		Globo	VB1 15A	
		Retención	VB125A	
Placa plana	2	Compuerta	VB1 55A	††
		Mariposa	VB1 55AG	
		Mariposa	VB1 55BG	
		Mariposa	VB1 55BG	
		Retención	VB135A	

. En tamaños de 26 in y mayores, las bridas deben ser de 175 lb en las boquillas y de 150 lb en las válvulas

† Estos números de válvulas se dan como ejemplo y se utilizan en combinación con la tabla II

†† Las normas dimensionales se establecen para necesidades específicas de diseño. Por ello no se indica ninguna.

Tabla II Lista de clasificación de válvulas

Válvulas de compuerta de hierro fundido (brida de 125 lb, de cara completa)

Todas las válvulas son de cuña maciza, bonete atornillado, rosca externa y yugo, componentes de bronce, brida con acabado estándar y operada por volante, salvo indicación en contrario

Válvula No.	Empaquetadura	Gama de tamaño, in	Variaciones u observaciones	Fabricante usual
VB 105A	Asbesto	1½ - 48		Crane 465%
VB 105AG	Asbesto	8 - 48	Engrane	Crane 465%
VB 1058	Asbesto	1½ - 4	Bonete de abrazadera	Crane 487 ½
VB 105C	Asbesto	1 - 4	Bonete de abrazadera, rosca interna, vástago elevable	Crane 490%
VB 105D	Asbesto	2 - 48	Vástago no elevable	Crane 461
VB 105E	Asbesto	4 - 14	Rosca interna, vástago no elevable, norma U.L. 175 lb. Poste indicador	Fairbanks 0433
VB 105F	Asbesto	4- 14	Rosca interna, vástago no elevable. Disco doble, asiento paralelo, con drenaje automático y poste indicador	American Darling 52 (modificada)
VB 105G	Asbesto	2 - 1 2	Rosca interna, vástago no elevable, poste indicador	Crane 461
VB 105H	Asbesto	2% 14	Disco doble, asiento paralelo, aprobada por U.L.	Kennedy 68
VB 105K	Asbesto	2 - 36	Disco doble, rosca interna, vástago no elevable. Norma American Water Works Assn. (AWWA). Sin volante. Tiene tuerca de 2 in por lado estándar AWWA	Kennedy 561 X
VB 105L	Asbesto	4- 12	175 lb, montada en bronce. Disco doble, asientos paralelos reemplazables, brida de poste indicador. Aprobada por UA y FM, con poste indicador	Kennedy 701 X

Tipo de válvula

El tipo de válvula dependerá de la función que debe efectuar, sea de cierre (bloqueo), estrangulación o para impedir el flujo inverso. Estas funciones se deben determinar después de un estudio cuidadoso de las necesidades de la unidad y del sistema para los cuales se destina la válvula.

Dado que hay diversos tipos de válvulas disponibles para cada función, también es necesario determinar las condiciones del servicio en que se emplearán las válvulas. Es de importancia primordial conocer las características químicas y físicas de los fluidos que se manejan. En resumen, se debe prestar atención a:

Función de la válvula

■ Válvulas de cierre, que también se llaman válvulas de bloqueo.

■ Válvulas de estrangulación.

■ Válvulas de retención.

Tipo de servicio

■ Líquidos.

■ Gases.

■ Líquidos con gases.

■ Líquidos con sólidos.

■ Gases con sólidos.

■ Vapores generados instantáneamente por la reducción en la presión del sistema.

■ Con corrosión 0 sin corrosión.

■ Con erosión 0 sin erosión.

Una vez determinadas la función y el tipo de servicio, se puede seleccionar el tipo de válvula según su construcción con el uso de la lista para clasificación de válvulas antes descrita.

En esa lista, las funciones generales de la válvula son sólo guías del uso más adecuado o más común de determinado tipo de construcción. A menudo hay más de un tipo de construcción apto para una función específica.

Las características principales y los usos más comunes de los diversos tipos de válvulas para servicio de bloqueo 0 cierre son:

Válvulas de compuerta: Resistencia mínima al fluido de la tubería. Se utiliza totalmente abierta o cerrada. Accionamiento poco frecuente.

Válvulas de macho: Cierre hermético. Deben estar abiertas o cerradas del todo.

Válvulas de bola: No hay obstrucción al flujo. Se utilizan para líquidos viscosos y pastas aguadas. Cierre positivo. Se utiliza totalmente abierta o cerrada.

Válvulas de mariposa: Su uso principal es para cierre y estrangulación de grandes volúmenes de gases y líquidos a baja presión. Su diseño de disco abierto, rectilíneo, evita cualquier acumulación de sólidos; la caída de presión es muy pequeña.

Tabla III Lonaitud eauivalente en diámetros de tubo de diversas válvulas

Tipo de válvula y condiciones de operación			Longitud equiva- lente en diámetros de tubo, L/D		
Válvulas de globo	Jástago perpendicular los tubos	Asiento plano, cónico o tipo macho sin obstrucción Con disco de aleta o guiado con pasador	Apert. total	340	
	Modelo en Y	Asiento plano, cónico o tipo macho sin obstrucción Con vástago a 60° de la tubería Con vástago a 45° de la tubería	Apert. total	450	
Válvulas en ángulo		Asiento plano, cónico o tipo macho sin obstrucción Con disco de aleta o guiado con pasador	Apert. total	175,	
			Apert. total	145	
Válvulas de compuerta	Cuña disco Disco doble o Disco de macho		Apert. total	145	
			¼ Apert.	13	
			½ Apert.	35	
			¾ Apert.	160	
Válvulas para oleoductos; válvulas de bola y macho	Rupa de papel		Apert. total	17	
			¼ Apert.	50	
			½ Apert.	260	
			¾ Apert.	1200	
Válvulas de retención	Convencional de bisagra Bisagra rectilínea Globo elevable o corte: vástago perpendicular al tubo o nY Elevación 0 tope en ángulo	0.5 † 0.5 † 2.0 † 2.0 † 25 vertical y 0.25 horizontal †	Apert. total	3"	
			Apert. total	135	
			Apert. total	50	
			Apert. total	Igual que globo	
Válvulas de pie con coladera	Bola en la tubería	Con disco elevable con vástago Con disco con bisagra de cuero	0.3 †	Apert. total	Igual que ángulo
			0.4 †	Apert. total	150
Válvulas de mariposa (8 in más grandes)			Apert. total	420	
			Apert. total	75	
			Apert. total	40	

. La longitud equivalente exacta es igual a la longitud entre las caras de brida o extremos soldados.

† Caída mínima calculada de presión (psi) en la válvula para producir flujo suficiente para elevar del todo el disco.

Las características principales y los usos más comunes para diversos tipos de válvulas para servicio de estrangulación son:

Válvulas de globo: Son para uso poco frecuente. Cierre positivo. El asiento suele estar paralelo con el sentido del flujo; produce resistencia y caída de presión considerables.

Válvulas de aguja: Estas válvulas son, básicamente, válvulas de globo que tienen un macho cónico similar a una aguja, que ajusta con precisión en su asiento. Se puede tener estrangulación exacta de volúmenes pequeños porque el orificio formado entre el macho cónico y el asiento cónico se puede variar a intervalos pequeños y precisos.

Válvulas en Y; Las válvulas en Y son válvulas de globo que permiten el paso rectilíneo y sin obstrucción igual que las válvulas de compuerta. La ventaja es una menor caída de presión en esta válvula que en la de globo convencional.

Válvulas de ángulo: Son, en esencia, iguales que las válvulas de globo. La diferencia principal es que el flujo del fluido en la válvula de ángulo hace un giro de 90°.

Válvulas de mariposa: Su uso principal es para cierre y estrangulación de grandes volúmenes de gases y líquidos a baja presión (desde 150 psig hasta el vacío). Su diseño

de disco abierto, rectilíneo evita acumulación de sólidos no adherentes y produce poca caída de presión.

Las válvulas que no permiten el flujo inverso (de retención) actúan en forma automática ante los cambios de presión para evitar que se invierta el flujo.

Hay disponible una selección especial de tipos de válvulas para manejar pastas aguadas gruesas o finas. Los tipos más comunes son en ángulo, fondo plano, macho, bola y diafragma y válvulas de opresión o compresión. Están diseñadas para mínima resistencia al flujo y, con frecuencia están revestidas con aleaciones especiales para darles resistencia a la corrosión o a la erosión.

Materiales de construcción

El ingeniero, después de establecer la función y de seleccionar el tipo de válvula, debe tener en cuenta los materiales de construcción adecuados para el servicio a que se destinará la válvula. Todas las partes de la válvula que están en contacto con el fluido deben tener la resistencia necesaria a la corrosión.

Para seleccionar materiales de construcción resistentes a la corrosión, el ingeniero debe utilizar como guía

los materiales recomendados por los fabricantes para los diversos tipos de servicios así como los datos publicados. Si esa información parece ser inadecuada, habrá que obtener datos de la corrosión mediante pruebas de laboratorio. En general, salvo que se trate de un proceso totalmente nuevo, no habrá problema para determinar los materiales de construcción con base en la información existente.

Sin embargo, los datos publicados no se deben considerar como definitivos para los materiales incluidos, porque otras condiciones en el servicio real pueden influir en la rapidez de la corrosión y se deben tener en cuenta. Por ejemplo, la presencia de sales disueltas, de contaminantes del proceso y de diferentes compuestos del proceso, aeración de los líquidos, altas velocidades de los fluidos, la presencia de abrasivos, la ocurrencia de cavitación o de vaporización instantánea, variaciones en las temperaturas y concentraciones, etc. El efecto de estos factores no se puede determinar por completo, excepto cuando se cuenta con datos de una unidad o sistema idénticos. Por tanto, aunque los datos publicados de corrosión resultarán válidos en muchos casos, sólo se podrá tener una certidumbre completa con la experiencia.

Cuando no hay experiencia anterior ni datos aplicables en forma directa, el ingeniero se debe basar en un examen y análisis lógicos de los datos acerca de las mismas composiciones y condiciones para los fluidos. Esto implica cierto riesgo, que se debe ponderar en contra del costo adicional del empleo de un material más confiable. Si el costo de la válvula es importante y el servicio tiene requisitos críticos, entonces se debe efectuar un programa de pruebas de materiales con o sin la ayuda del fabricante.

Capacidades de presión y temperatura

Una vez determinadas las presiones y temperaturas máximas de operación, el ingeniero podrá establecer la capacidad de presión requerida por la válvula. A este respecto, el ingeniero debe comparar su selección con las listas de los fabricantes respecto a las capacidades de presión y temperatura con el fin de asegurarse que se ajustan a ella.

Como una guía para la selección del material de la válvula tomando como base la presión, en la tabla IV se presentan las capacidades de presión de gran número de materiales disponibles para válvulas con rosca, con extremo de enchufe soldado y con bridas. Estas capacidades están basadas en las normas ANSI. Para materiales que no aparezcan en la tabla, se deben consultar las normas ANSI o la literatura del fabricante para el tipo de servicio.

Material de empaquetaduras y juntas

La selección del material adecuado para empaquetaduras y juntas es tan importante como la de los materiales de la válvula para el servicio a que se destinan. La selección de una empaquetadura inadecuada puede permitir fugas en la válvula y requerir un paro del sistema para reemplazarla. Además, si el fluido que se escapa es

tóxico o inflamable, puede ocurrir una grave situación, con posibles lesiones al personal y daños a la planta. En la tabla V se enumeran ejemplos de las empaquetaduras para diversas aplicaciones y sus correspondientes límites de temperatura.

Los riesgos y los costosos paros son inexcusables y son fáciles de evitar. Al seleccionar el material de empaquetaduras de válvulas, el ingeniero debe consultar la literatura de los fabricantes de empaquetaduras y válvulas y las publicaciones técnicas, para comprobar que el material seleccionado sea compatible con los fluidos que se manejan.

Asimismo, la forma física de la empaquetadura debe ser compatible con las características mecánicas de la válvula. Ciertos materiales de empaquetaduras requieren una elevada compresión, pero hay válvulas que son muy débiles o muy ásperas y no se puede aplicar una gran compresión. Además, las elevadas compresiones requeridas por ciertas válvulas pueden hacer que algunas empaquetaduras fluyan en frío. Ciertas empaquetaduras incompatibles pueden producir desgaste del vástago.

Costo y disponibilidad

Muchas veces se encontrará más de un tipo de válvula para un trabajo específico. Cuando todos los factores, como materiales de construcción, rendimiento, capacidad para presión y temperatura y disponibilidad son iguales, se debe seleccionar la válvula de menor precio.

Cuando el ingeniero ha determinado el mejor tipo de válvula para el servicio, debe tener en cuenta el costo y la disponibilidad. Sería ilógico ordenar una válvula que no van a entregar a tiempo 0 que no tiene un costo razonable. Hay que obtener datos de disponibilidad y costo de los distribuidores o de los fabricantes. También hay que tener en cuenta si habrá variación en el precio en el momento de la entrega. El precio de cada válvula también puede depender de la cantidad que se ordene en un momento dado. Los fabricantes de válvulas suelen otorgar descuentos; por ello, cuanto mayor sea el número de válvulas pedidas, menor será su costo unitario.

Sin embargo, a veces no se puede obtener ese menor costo unitario por el efecto que pueda tener un pedido grande en la capacidad del fabricante para poder entregarlo a tiempo. La única forma de conocer el costo y disponibilidad de cualquier tipo específico de válvula, es cuando se tienen las cotizaciones de diversos distribuidores o fabricantes.'

Evaluación

Cuando ya se conocen la función, tipo, materiales de construcción, empaquetaduras y requisitos y características de las válvulas adecuadas, se pueden solicitar cotizaciones a los distribuidores y fabricantes y evaluarlas después de recibirlas. Se hace una lista comparativa de los datos críticos, como nombre del fabricante, costo, tiempo de entrega, número del modelo, materiales de construcción y de empaquetadura. La experiencia indica que habrá una gran variación en el costo, tiempo de entrega y calidad. Como es obvio, las válvulas de máxi-

Tabla IV Válvulas disponibles en el mercado para industrias de procesos químicos
(El tamaño de la válvula corresponde al diámetro nominal del tubo en pulgadas)

Válvulas de compuerta											
Capacidad de presión, psi											
Material	125	150	175	200	250	300	400	600	900	1500	2 500
Acero inoxidable	-	1/2 - 24	-	1/4 - 2	-	1/2	24	-	1/2 - 24	-	-
Hierro fundido	2	48	1/2	4	2 1/2 - 14	-	2	16	-	-	-
Hierro dúctil	1/4	3	2 3/8	3	1/8 - 3	-	1/8 - 3	1/8	3	-	-
Acero fundido	-	2 - 48	-	2	1/2 - 30	4	16	1/2 - 24	3 - 24	1 - 24	2 1/2 - 24
Acero forjado	-	-	-	1/2	-	3	-	1/2 - 2	-	-	-

Válvulas de globo											
Materiales	125	150	200	250	300	400	600	900	1500	2 500	4 500
Acero inoxidable	-	1/2	2 - 4	1/4 - 2	-	1/2 - 24	-	1/4 - 24	-	1/4 - 3	1/4 - 2
Hierro fundido	2 - 10	-	-	2 - 8	-	-	-	-	-	-	-
Hierro dúctil	-	2 - 24	-	-	2 - 6	-	-	-	-	-	-
Bronce	1/8 - 3	1/8	6 1/4	3	1/4 - 3	1/4 - 3	-	-	-	-	-
Acero fundido	-	2 - 14	-	-	2 - 16	4 - 12	2 - 18	3 - 24	1 - 18	2 1/2 - 24	-
Acero forjado	-	-	-	-	1/2 - 2	-	1/4 - 2	-	1/4 - 4	1/2 - 4	1/2 - 4

Válvulas en ángulo											
Material	125	150	200	250	300	400	600	900	1 500	2 500	
Acero inoxidable	-	1/2	6 1/4	2	-	1/2 - 2	-	-	1/4 - 3	1/4 - 2	-
Hierro fundido	2 - 10	-	-	2 - 8	-	-	-	-	-	-	-
Hierro dúctil	-	2 - 24	-	-	1/4 - 6	3 1/4 - 3	-	-	-	-	-
Bronce	1/8 - 3	1/8 - 6	h - 3	-	1/4 - 3	1/4 - 3	-	-	-	-	-
Acero fundido	-	2 - 14	-	-	2 - 16	4 - 12	2 - 8	3 - a	1 - 18	2 1/2 - 24	-

Válvulas de macho (lubricadas)											
Material	p 125	p 150	250	300	400	600	900	1 500	2 500		
Acero inoxidable	-	1 - 4	-	1/2 - 4	-	-	-	-	-	-	-
Hierro fundido	1/2 - 16	-	1/2 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-
Acero fundido	-	1 - 36	-	1/2 - 24	4 - 26	1/2 - 26	2 - 20	1/2 - 16	1/2 - 16	-	-

Válvulas de bola											
Material	125	150	200	300	400	600	900	1 000	1 500	2 500	
Acero inoxidable	-	1/2 - 14	-	1/2 - 14	-	1/4 - 3	-	1 - 2 1/2	1/2 - 2	1 - 1 1/4	-
Hierro dúctil	-	1/2 - 12	-	-	-	1 - 2 1/2	-	-	-	-	-
Bronce	1/4 - 2	1/4 - 14	1/2 - 14	-	1/4 - 3	1/4 - 3/4	-	-	-	-	-
Acero fundido	-	1/2 - 16	-	1/2 - 16	-	1 1/2 - 8	1/2	1	1/2 - 2	-	-
Acero forjado	-	-	-	-	-	1/4 - 2	-	-	1/4 - 2	-	-

ma calidad son más costosas, pero el tiempo de entrega y los costos no tienen un patrón definido.

Aunque las válvulas de máxima calidad satisfarán los requisitos, no hay una forma segura de establecer la calidad mínima necesaria. El ingeniero tendrá que buscar válvulas menos costosas que, aunque no sean de igual calidad que otras, de todos modos resulten aceptables. Una lista bien preparada para comparación de ofertas ayudará a tomar esas decisiones y la experiencia le dará mayor confianza. Sin embargo, la experiencia no es razón para eliminar o abreviar la comparación de las cotizaciones.

Cuando se han determinado la primera y segunda recomendaciones con la comparación, hay que dar un paso adicional cuya importancia debemos recalcar. En especial en el caso de válvulas grandes, de materiales poco

comunes o con servicio crítico, el ingeniero debe analizar a fondo los detalles de la válvula seleccionada para tener la seguridad de que es la idónea para su función.

Por ejemplo, se puede haber escogido una válvula de compuerta para controlar una corriente importante del proceso. En una emergencia, es indispensable cerrar esta válvula de compuerta con la mayor rapidez posible. Por tanto, un examen de los detalles de las válvulas seleccionadas puede indicar que el número de vueltas requeridas para cerrar es importante y puede ocasionar que se rechace la válvula que estaba como primera elección.

Asimismo, si esta comparación final de los requisitos de la válvula seleccionada indica que no es la adecuada para la aplicación, hay que volver a hacer las especificaciones y solicitar nuevas cotizaciones.

Tabla IV Válvulas disponibles en el mercado para industrias de procesos químicos (Cont.)
(El tamaño de la válvula corresponde al diámetro nominal del tubo en pulgadas)

Válvulas de retención, de bisagra										
Capacidad de presión, psi										
Material	125	150	175	200	250	300	400	500	900	1 500
Acero inoxidable	-	1/2 - 24	-	1/4 - 24	-	1/2 -	24 -	1/2 - 24	-	-
Hierro fundido	2 - 24	-	2 1/2 - 12	-	2 - 12	-	-	-	-	-
Hierro dúctil	-	2 - 16	-	-	-	2 - 12	-	-	-	-
Bronce	1/8 - 3	1/4 - 4	-	1/4 - 3	-	1/4 3	1/4 3	-	-	-
Acero fundido	-	2 - 24	-	-	-	2 20	4 - 16	1/2 - 16	3 - 10	1 1/2 - 14

Válvulas de retención, disco inclinable										
Material	125	150	250	300	600	900	1 500	2 500	4,500	
Hierro fundido	2-72	-	2 - 4 8	-	-	-	-	-	-	-
Acero fundido	-	2 - 72	-	2 - 36	2 - 30	3 - 24	2 - 24	3 - 24	6 - 10	

Válvulas de retención, horizontales										
Material	125	150	200	300	600	900	1 500	2 500		
Acero inoxidable	-	-	-	-	1/4 - 2	-	-	-	-	-
Hierro fundido	2-6	1/2 2	-	-	-	-	-	-	-	-
Bronce	1/8 - 3	1/8 - 2	1/4 - 2	1/4 - 2	-	-	-	-	-	-
Acero fundido	-	-	-	3 - 12	2 1/2 - 19	2 1/2 - 24	2 1/2 - 24	2 1/2 - 24		

Válvulas de mariposa				Válvulas de diafragma							
Presión, psi				Capacidad de presión, psi							
Material	125	150	300	Material	125	150	175	200	300	400	600
Acero inoxidable	3 - 16	3 - 16	-	Acero inoxidable	-	2 1/2 - 4	1 1/2 - 2	1/2 - 1	1/4	-	-
Hierro fundido	2 - 24	-	-	Hierro fundido	5-6	2 1/2 - 4	1 1/2 - 2	1/2 - 1	1/4	-	-
Hierro dúctil	2-24	-	-	Hierro dúctil	-	2 1/2 - 4	-	-	1 1/2 - 2	-	1/2 - 1 1/4
Acero fundido	3-30	3 - 16	-	Bronce	5-6	2 1/2 - 4	-	1 1/2 - 2	1/2 - 1 1/4	-	-
				Acero fundido	-	2 1/2 - 4	1 1/2 - 2	1/2 - 1	1/4	-	-

Válvulas de macho (no lubricadas)				Válvulas diversas										
Material	150	300		Tipo válvula	Material	150	300	600	900	1500	2 500	4 500		
Acero inoxidable	1/4 - 12	1/4 - 12	-	Fondo plano	Acero inoxidable	1/2 -	10 1	10 -	-	-	-	-		
Hierro dúctil	1/4 - 12	1/4 - 12	-	En Y	Acero inoxidable	1/2	2 1/2-6	1/2-10	-	-	-	-		
Hierro fundido	1/4 - 12	1/4 - 12	-	Aguja	Acero inoxidable	-	1/8-3/4	-	-	1/4-2	1/4-2	1/4 1 1/2		
				Aguja	Bronce	-	-	-	-	-	-	-		
				Aguja	Acero forjado	-	-	-	-	1/4-2	1/4	2 1/4-1 1/2		
				Retención	Acero fundido	-	3-12	2 1/2-18	2 1/2-24	2 - 2 4	2 1/2-24	-		
				Purga	Acero forjado	-	1 1/2-2 1/2	1 1/2-2 1/2	1 1/2-2 1/2	1 1/2-2 1/2	-	-		

Normas de la industria

Hemos mencionado "calidad" respecto a la evaluación de las cotizaciones. Es necesario definirla con más precisión. La calidad, en este contexto, está basada en las normas de la industria.

La industria manufacturera de válvulas es antigua y se encuentra tanto en Estados Unidos como en muchos otros países. El perfeccionamiento de la mayor parte de las válvulas en uso actual tuvo lugar hace décadas y, al igual que muchos otros productos manufacturados, se han establecido normas para asegurar la uniformidad entre los diversos fabricantes (Tabla VI).

Para especificar válvulas, se acostumbra mencionar que deben cumplir con los requisitos de materiales, diseño, manufactura, pruebas e inspección de una norma determinada. Esto asegura cierta calidad dentro de la uniformidad establecida por la industria. Sin embargo, es posible obtener una calidad mejor que la incluida en la norma.

Se pueden utilizar piezas forjadas en vez de fundidas y los componentes pueden ser más fuertes. Además, la mano de obra puede ser mucho mejor que la requerida por las normas. La calidad se relaciona con las características que deben ofrecer los fabricantes y todos deben cumplir con las normas mínimas.

Tabla V Materiales de empaque para válvulas en servicio en diversos procesos

Material de empaque	Presentación	Se utiliza para	Temperatura
Flexible, metálico	Envoltura espiral. Listones delgados de hoja de <i>babbit</i> blando	Vástago de válvula	Hasta 450 °F
Empaquetaduras metálicas flexibles (aluminio)	Envoltura espiral. Listones delgados de hoja de aluminio anodizado flojas en torno a núcleo pequeño de asbesto puro y seco	Válvulas para aceite caliente, válvulas para difenilo	Hasta 1 000 °F
Empaquetaduras metálicas flexibles (cobre)	Hoja de cobre recocido floja en torno a un núcleo pequeño de asbesto puro y seco	Válvulas para aceite caliente, válvulas para difenilo	Hasta 1 000 °F
Asbesto puro de fibra larga y grafito lubricante fino (no metálico)	Grafito y aglutinante para asbesto de fibras largas	Gran elasticidad	Hasta 750 °F
Hilo de asbesto trenzado cerrado; camisa superior reforzada con alambre de Inconel; núcleo de asbesto de fibras largas	Carretes, anillos troquelados	Válvulas para alta temperatura	Hasta 1 200 °F
Hilo de asbesto puro con inserto de alambre de Inconel en torno a un núcleo elástico de asbesto impregnado con grafito	Carretes, anillos troquelados	Vástagos de válvula para aire, vapor, aceite mineral	Temperatura de estopero hasta 1 200 °F
Asbesto canadiense de fibras largas torcidas	Carretes, anillos troquelados	Válvulas para vapor a alta y baja presión	Hasta 500 °F
Asbesto, grafito y aglutinante a prueba de aceite	Carretes, anillos troquelados	Válvulas de cierre	
TFE macizo, trenzado	Bobina, carrete, anillo	Eje de válvula para servicio muy corrosivo	
Asbesto trenzado con impregnación completa con TFE	Bobina, carrete, anillo	Vástagos de válvula en servicio con productos químicos o disolventes suaves	-100 °F a 600 °F
Asbesto trenzado con inserto de alambre de alta calidad sobre un núcleo flojo de grafito y asbesto	Bobinas, carretes	Vástagos de válvula para vapor, aire, aceite mineral	Hasta 1 200 °F
Asbesto trenzado con inserto de alambre de alta calidad sobre un núcleo flojo de grafito	Bobinas, carretes	Vástago de acero inoxidable de válvulas para aire, vapor, agua	Hasta 1200 °F
Hilo de asbesto canadiense de fibras largas trenzado, con cada cabo impregnado con lubricante resistente al calor	Bobinas, carretes	Válvulas para vapor, aire, gases y productos químicos suaves	Hasta 550 °F
Hilo de asbesto canadiense de fibras largas, cada cabo tratado con aglutinante sintético a prueba de aceite e impregnado con grafito seco	Bobinas, carretes	Válvulas para refinерías	Hasta 750 °F
Asbesto blanco con trenzado y sobretrenzado con inserto de alambre impregnado con lubricante resistente al calor	Bobinas, carretes	Vástagos de válvulas para vapor, aire, gas, ácido cresílico	Hasta 750 °F
Hilo de asbesto blanco trenzado con suspensoide de TFE	Bobinas, carretes	Vástagos de válvulas	-100 °F a 600 °F
Trenzado de hilo multifilamento de TFE blanqueado	Bobinas, carretes	Vástagos de válvulas para líquidos muy corrosivos	-12 °F a 500 °F
Hilo multifilamento de TFE trenzado impregnado con suspensoide de TFE	Bobinas, carretes	Vástagos de válvulas para productos químicos, disolventes, gases corrosivos	-120 °F a 600 °F
Camisa de asbesto trenzada sobre núcleo plástico de asbesto, grafito y elastómeros	Bobinas, carretes	Vástagos de válvulas para vapor SU percalentado, gases calientes	Hasta 850 °F

Tabla VI Normas y capacidades para válvulas y tubería

Normas ANSI

- 816.1 Bridas y accesorios con brida para tubo de hierro fundido (25, 125, 250 y 200 lb)
- 816.5 — Bridas para tubos de acero, **válvulas y accesorios** con bridas (150, 300, 400, 600, 900, 1 500 y 2 500 lb)
- 816.10 — Dimensiones de cara a cara y de extremo a extremo de válvulas de material ferroso
- 816.11 — Accesorios de acero forjado (Soldadura de enchufe y roscados)
- B21** — Juntas no metálicas para bridas de tubo
- 831.3 — Tubería para refinerías de petróleo

Expedidas por:

American National Standards Institute
1430 Broadway
New York, N.Y. 10018

Especificaciones API

- 598** — Inspección y pruebas de válvulas
- 600** — Válvulas de compuerta, de acero
- 602 Válvulas de compuerta de acero al carbono, de diseño compacto para uso en refinerías.
- 603 **Válvulas** de compuerta resistente a la corrosión, pared delgada de 150 lb para uso en refinerías.
- 604 — Válvulas de compuerta y macho con brida, de hierro nodular, para uso en refinerías.

Expedidas por:

American Petroleum Institute
1801 K Street N.W.
Washington, DC, 20006

Especificaciones ASTM

- E23 — Pruebas de impacto de materiales metálicos con barra ranurada.
- E165 — Inspección con líquido penetrante.

Expedidas por:

American Society for Testing and Materials
1916 Race Street
Philadelphia, PA 19103

Normas MSS

- SP25 — Sistema estándar de marcas para válvulas, accesorios, bridas y uniones.
- SP42 — **Válvulas, bridas y accesorios** con bridas fundidas, resistentes a la corrosión MSS 150 lb
- SP53 — Norma de calidad para fundiciones de acero para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías.
- SP54 — Norma de calidad radiográfica para fundiciones de acero para **válvulas, bridas, accesorios y otros componentes** de tuberías
- SP55 — Norma de calidad para fundiciones de acero para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías
- SP61 — Pruebas hidrostáticas de válvulas de acero
- SP67 — **Válvulas** de mariposa
- SP72 — Válvulas de bola con extremos con brida o soldados a tope para servicio general

Expedidas por:

Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry
1815 N Ft. Myer Drive
Arlington, VA 22209

Procuración (compra) de las válvulas

Los procedimientos varían de una empresa a otra pero siempre hay funciones esenciales para el abasto; para ilustrarlos, se describen los métodos utilizados en la compañía en que trabaja el autor de este artículo.

El grupo de ingeniería de procesos inicia las actividades de diseño de la planta con la emisión de hojas de flujo del proceso que indican los materiales de construcción y los instrumentos críticos para el proceso y los servicios (aire, agua, vapor, etc). Una vez expedidos estos datos, las actividades se concentran en los ingenieros de proyecto que preparan un Índice de Servicio de Tuberías en el que se describen en detalle las tuberías y válvulas que se utilizarán en la nueva planta.

Todas las corrientes de fluidos para proceso y servicios se listan por separado en este índice de acuerdo con sus presiones y temperaturas máximas y mínimas de operación, materiales de construcción, tolerancias para corrosión y materiales de empaquetaduras y juntas. Cuando los ingenieros de proceso examinan y aprueban este índice, se envía al grupo de materiales de tubería, que prepara las especificaciones de éstos.

Las especificaciones, en su mayor parte, son clasificaciones estandarizadas de servicios generales para cumplir con los datos del proceso. En la tabla 1 aparece una especificación estándar de "Agua para enfriamiento, servicios e incendio, sobre la rasante". El resultado es un índice completo de servicio de tuberías más un juego de especificaciones de materiales para tubería de acuerdo con el trabajo de diseño e ingeniería del proyecto.

Después de que los ingenieros de proceso y proyecto examinan y aprueban las especificaciones y el índice, se combinan con documentos similares preparados por otros grupos de ingeniería y se encuadernan en un volumen llamado Base de diseño del proyecto, que se presenta al cliente. Cuando éste lo aprueba, los procedimientos y normas incluidos son obligatorios para ambas partes y definen tanto el trabajo que se va a efectuar como los materiales que se emplearán para diseñar y construir la planta.

Los ingenieros de proyecto, ahora preparan y expiden diagramas de flujo de tubería e instrumentos (llamados también diagramas de flujo de ingeniería). En ellos se indica en forma esquemática toda la tubería, válvulas e instrumentos para los sistemas de proceso y servicios. En este momento, ya se puede saber cuántas válvulas se necesitan y estimar (con los diagramas) la cantidad de tubería, accesorios, válvulas, etc., para calcular el costo de capital de la planta o solicitar cotizaciones a los distribuidores o fabricantes.

El grupo de diseño de tuberías prepara una maqueta de la planta. Cada vez se usan más las maquetas porque son fáciles de estudiar y modificar. Como opción, se pueden utilizar planos de vista en planta y en elevación que son mucho más difíciles para la revisión o la modificación por los ingenieros de proceso y de proyecto.

Mientras tanto, un grupo de especialistas ha preparado los planos para colocación del equipo en la planta. Para el diseño de la tubería es importante tener planos de disposición (arreglo) que muestren las elevaciones y ubica-

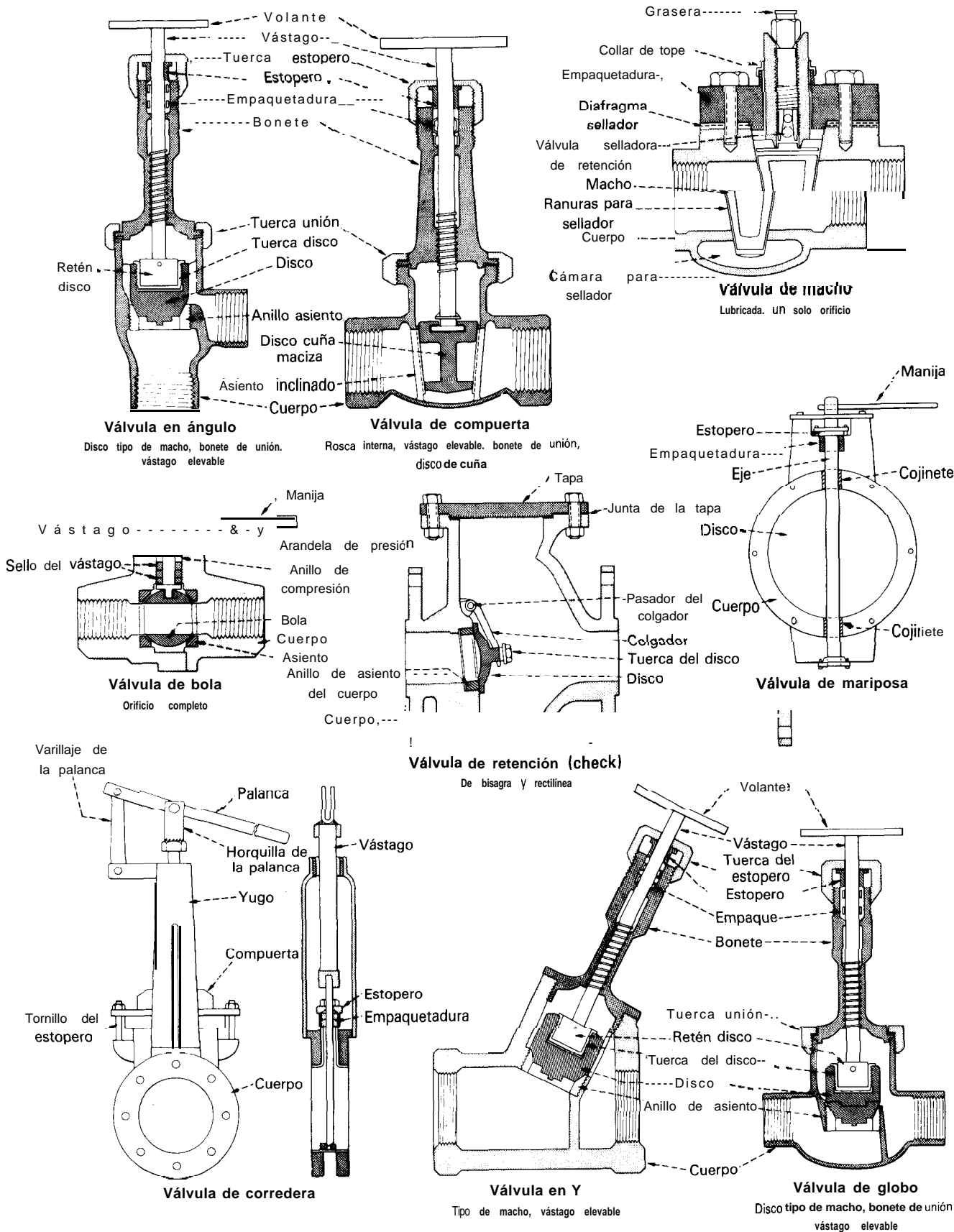


Fig. 1 Componentes de los diversos tipos de válvulas utilizadas en la industria de procesos químicos

ciones de las partes principales del equipo al comienzo y final de los tramos de tubería.

Conforme avanza la maqueta de tubería y queda concluida para ciertas secciones de la planta, se hacen planos isométricos para todas las tuberías de 1 ½ in o más; cada plano lleva una lista detallada de materiales. Las listas SC resumen cada cierto tiempo para actualizar las cifras totales, que expide el grupo de tubería.

Esta información, junto con la especificación de material para tuberías, constituye el paquete que utiliza el grupo de compras (abasto) para solicitar cotizaciones a proveedores y fabricantes. Cuando se han solicitado características especiales o si la válvula es crítica, los miembros del grupo de diseño de tubería participan en la evaluación de las cotizaciones.

Cuando está lista la evaluación de cotizaciones se envía al grupo de proyecto para aprobación por el gerente de proyecto; si se aprueba, se coloca la orden de compra con el proveedor.

Fundamentos de la construcción de las válvulas

Hemos descrito la selección de válvulas estándar para servicios normales. Se ha dicho que las normas son puestas que existen para aplicaciones rutinarias de ingeniería. Sin embargo, las industrias de procesos químicos están creando con rapidez procesos cada vez más complejos; en la actualidad manejan en equipo para gran escala, compuestos y mezclas químicas que hace muy poco tiempo estaban restringidos al laboratorio debido a su excesiva reactividad. Asimismo, se requiere manejar estos compuestos y mezclas muy reactivos a temperaturas y presiones elevadas en las plantas químicas.

Válvulas no estándar

¿Qué consejo le podemos dar al ingeniero químico que debe proporcionar válvulas para un servicio en el que cualesquiera de los materiales estándar para construcción resultan insatisfactorios?

Después de enfrentarnos a este problema una y otra vez durante más de 25 años, podemos dar algunos lineamientos generales, pero no reglas firmes en este aspecto.

- Los fabricantes de válvulas de prestigio, en su gran mayoría, son muy conservadores. Son renuentes a utilizar materiales con los que tienen poca o ninguna experiencia. No obstante, hay que escoger a un fabricante de prestigio para producir estas válvulas.

- El ingeniero de procesos químicos que conoce las ramificaciones del flujo en donde se emplearán válvulas y sabe los datos de corrosión tomados en él, debe regresar a lo fundamental e informarse de todos los aspectos de ingeniería mecánica que intervienen en el diseño de una válvula, a fin de prever todos los problemas que pudieran surgir y, quizá, participar en su resolución. Por ejemplo, las válvulas requieren diferente dureza entre la parte móvil y la parte estacionaria (de preferencia, el asiento debe ser más duro que el globo, compuerta o agu-

Inspección

Debido a la estandarización de la industria, no se someten las válvulas a las mismas inspecciones de equipo, tal como intercambiadores de calor, recipientes de presión, bombas, etc. Durante muchos años, los fabricantes de válvulas han demostrado que pueden controlar la calidad estándar de los productos que hacen en sus plantas.

Las válvulas estándar son idénticas hasta el grado que lo permite la fabricación en serie. A veces, un proveedor puede enviar una válvula con extremos incorrectos o con bridas con otro acabado, pero son las excepciones.

En el caso de las válvulas que son de fabricación especial, se deben efectuar inspecciones en todas las etapas de diseño y fabricación de las válvulas. Las que se destinan a un servicio crítico; como altas presiones y temperaturas, etc., se deben inspeccionar.

ja). Salvo que los datos de corrosión de un material incluyan su comportamiento según las diferentes durezas, esos datos tendrán escaso valor para el fabricante de válvulas.

- Se deben examinar con cuidado las capacidades de presión y temperatura del fabricante para válvulas construidas con materiales no estándar, para aseverar que las especificaciones van de acuerdo con las presiones y temperaturas máximas en el servicio a que se destinan.

- Es necesario ponerse en contacto con el experto del fabricante de válvulas, con el ingeniero que conoce el diseño de válvulas y los adelantos en su diseño y construcción. Como opción, se debe contratar a esos expertos como consultores.

- Los fabricantes de bombas y compresores que han utilizado los nuevos materiales propuestos en el diseño de su equipo, son una valiosa fuente de información, en particular cuando se trata de diseñar sellos anulares ("O" rings), sellos normales y juntas compatibles.

- Cuando se utilizan los materiales estándar para construcción (acero al carbono, acero inoxidable, latón, etc.) las fuerzas hidráulicas dentro de la válvula rara vez alteran el servicio; sin embargo, el material no estándar propuesto puede estar propenso a fallas por abrasión o vibración y es necesario investigar a fondo las fuerzas hidráulicas dentro de la válvula.

- El costo de las válvulas que requieren materiales no estándar se puede reducir con un revestimiento interno de la válvula. En estos casos, los materiales metálicos que se protegen en las válvulas no serían resistentes a la corrosión por los fluidos que circulan. Por ello se debe tener un cuidado particular. Cualquier falla en el revestimiento o en los sellos que permita que los fluidos hagan contacto con el metal, siempre ocasionará falla de la válvula. Muchas veces no se puede aplicar un revestimiento perfecto sobre las complicadas formas internas de

Válvulas de titanio

Las válvulas de compuerta hechas con titanio no se considerarían estándar en la actualidad. Las válvulas de bola hasta 6 in son la elección más común para una válvula hecha toda de titanio (con camisa) con base en su precio y disponibilidad. Aunque las válvulas de compuerta grandes hechas con titanio han estado en uso durante más de una década sus fabricantes, son muy pocos por comparación con los que hacen válvulas de acero al carbono o de acero inoxidable.

En fechas recientes, hemos estado en varias plantas de proceso que requerían un número considerable de válvulas de titanio. Al hablar con los fabricantes encontramos que recomendaban diferentes tratamientos para aumentar la dureza de los anillos de asiento de titanio. Pero ninguno tenía suficiente experiencia para asegurar que sus procedimientos fueran confiables y reproducibles, porque su control de calidad se dejaba a las fundiciones, en donde rara vez se encargan de los detalles de diseño.

La industria de las válvulas es muy competente para vigilarse ella misma en cuanto a la fabricación de válvulas estándar. Pero para las válvulas no estándar, no existen criterios. El comprador es quien debe colaborar con el fabricante para, primero, definir los problemas o las opiniones contradictorias y, después, trabajar con el fabricante para encontrar soluciones. No se debe suponer que estas responsabilidades son exclusivas del fabricante.

En el caso específico de las válvulas de titanio, nos sentimos inclinados a aceptar el procedimiento para endurecimiento de uno de los fabricantes. Sin embargo, las pláticas adicionales con el fabricante revelaron que al endurecer el titanio, cambiaba en un pequeño porcentaje la concentración relativa de uno de los componentes químicos del metal.

Se había seleccionado originalmente el titanio como material para construcción debido a su resistencia a la corrosión. Nadie podía decir con certeza qué efecto (si lo había) podía tener un cambio en la composición química del metal sobre su resistividad. Debido al servicio crítico de las válvulas de titanio y a su elevado costo, el comprador (*Scientific Design*) ordenó pruebas de laboratorio para establecer los datos necesarios de corrosión.

Este tipo de cooperación entre el comprador y el fabricante es esencial cuando se requieren un material o un tipo de válvula que no son estándar.

las válvulas; además, los revestimientos no siempre son impenetrables a la difusión de algunos fluidos en la corriente del proceso. Por otra parte, los revestimientos se pueden desprender del metal base cuando hay condiciones severas de fuerza hidráulica, mecánica e inversión de temperatura. Las válvulas revestidas suelen tener sellos anulares ("O" rings) para separar las secciones revestidas y las no revestidas. Es importante que los sellos estén en lugar donde se pueda detectar su falla antes de que ocurra una grave corrosión.

Tipos de construcción

Estas reglas para la especificación de válvulas no estándar se han aplicado a menudo en el pasado para crear las válvulas que ahora ya son estándar. Las oficinas de ingeniería y los departamentos de ingeniería o de mantenimiento de las empresas tienen pocos problemas para usar válvulas estándar, porque el alcance de su trabajo permite hacer muchas instalaciones idénticas o similares.

Sin embargo, un ingeniero que se enfrenta a la selección de válvulas para un proceso exclusivo o una ampliación de la planta no tiene tantas facilidades. Se encuentra que, al no haber personas experimentadas en su organización, está ante el dilema de utilizar válvulas totalmente nuevas o válvulas estándar.

La recomendación para ellos es volver a mencionar la regla para los ingenieros de procesos químicos: aprender los fundamentos de la construcción de válvulas. Como una ayuda, a continuación aparecen descripciones más detalladas de las siguientes válvulas: compuerta, globo, mariposa, macho, bola, aguja, ángulo, de compresión, de corredera, drenaje tipo de ariete, en Y, para tanques de fondo plano, de retención y especiales. En la página 13 se ilustra la construcción de los diferentes tipos de válvulas.

Válvulas de compuerta

La válvula de compuerta supera en número a los otros tipos de válvulas en servicios en donde se requieren circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Las válvulas de compuerta no se recomiendan para servicios de estrangulación, porque la compuerta y el sello tienden a sufrir erosión rápida cuando restringen la circulación y producen turbulencia con la compuerta parcialmente abierta.

Cuando la válvula está abierta del todo, se eleva por completo la compuerta fuera del conducto del flujo, por lo cual el fluido pasa en línea recta por un conducto que suele tener el mismo diámetro que la tubería.

Las características principales del servicio de las válvulas de compuerta incluyen: cierre completo sin estrangulación, operación poco frecuente y mínima resistencia a la circulación.

Los principales elementos estructurales de la válvula de compuerta, como se ilustra en la página 13, son: volante, vástago, bonete, compuerta, asientos y cuerpo. Estas válvulas están disponibles con vástagos de los siguientes tipos:

- Vástago no elevable, con rosca interna, tiene ventajas cuando hay poca altura.

- Vástago elevable con rosca externa que requiere más espacio libre, pero impide que la rosca esté en contacto con los fluidos del proceso.

- Vástago elevable con rosca interna, que expone la rosca del vástago a los líquidos del proceso; por tanto, no se debe usar con líquidos corrosivos.

Están disponibles, en general, los siguientes tipos de bonetes para válvulas de compuerta:

- Bonetes con rosca interna o externa para válvulas pequeñas y servicio a baja presión.

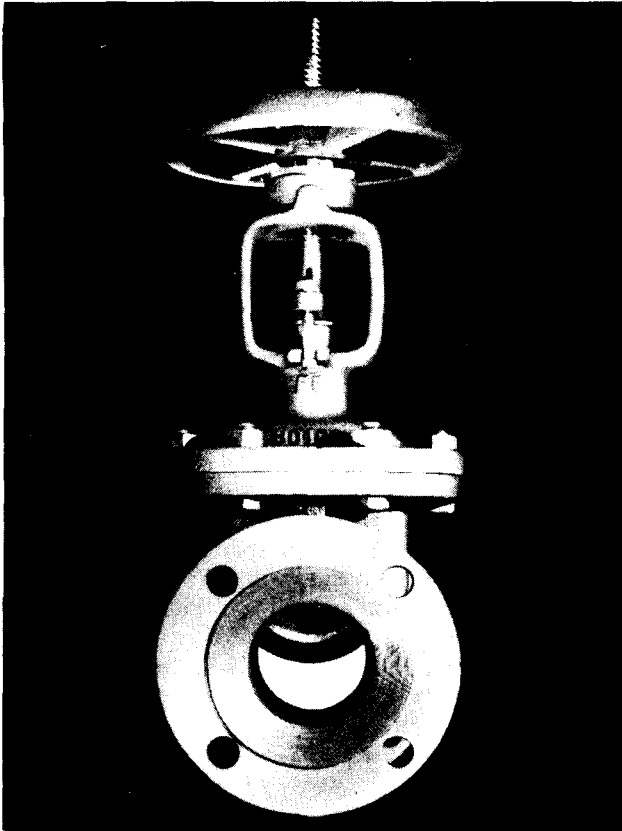


Fig. 2 La válvula de compuerta permite flujo rectilíneo

- Bonetes con unión para válvulas pequeñas donde se necesita mantenimiento frecuente.
 - Bonetes con brida y atornillados para válvulas grandes y servicio a presión y temperatura altas.
 - Bonetes con abrazadera en válvulas para presión moderada, donde se necesita limpieza frecuente.
 - Bonetes sellados de presión para servicio con altas presiones y temperaturas.
 - Bonetes *con sello* de pestaña para altas presiones y temperaturas.
 - Bonetes con cierre de obturador para presión y temperatura altas.
- Los siguientes elementos de control de fluido suelen estar disponibles para las válvulas de compuerta.
- Disco macizo o de una sola cuña con asientos de válvula cónicos, para petróleo, gas, aire, pastas aguadas y líquidos pesados.
 - Cuñas flexibles (el disco sólo es macizo en el centro y ambas superficies de asentamiento son flexibles) para temperaturas y presiones fluctuantes.
 - Disco de cuña dividido (un diseño de bola y asiento en el cual dos discos espalda con espalda se pueden ajustar a ambas superficies de asiento, con lo cual cada disco se mueve con independencia para tener buen sellado) para gases no condensables, líquidos a temperaturas normales y fluidos corrosivos, todos a baja presión.
 - Disco doble (discos paralelos) que funciona paralelamente a los asientos del cuerpo; los discos se separan con expansores o cuñas para empujarlos contra la superficie de asiento. Son para gases no condensables.

Válvulas veteranas

A principios de la década de 1960, el gerente de proyecto de una empresa de ingeniería estadounidense fijó su residencia en Omuta, una pequeña población en Kyushu, la isla más meridional del Japón, en donde la empresa participaba en la construcción de una planta de proceso que habían diseñado y proyectado.

Todas las inmediaciones se destinaban al cultivo de arroz, trigo, té y naranjas, en terrazas, en las laderas de las montañas. Tanto las terrazas como los terrenos planos en las faldas de los montes tenían riego y toda la zona tenía una cuadrícula de zanjas y acueductos para riego para conducir y distribuir el agua recolectada en las montañas.

Desde la parte posterior de su casa, el gerente residente se sorprendió al ver una serie de postes delgados, rectos, equiespaciados, que se extendían sobre los campos. Conforme pasó el tiempo, vio que un trabajador japonés se aproximaba a los postes cada cierto tiempo y parecía que los inspeccionaba y que los limpiaba con una brocha o los pintaba. Nuestro gerente se decidió a caminar por los campos para un examen más cercano y descubrió que los postes, varillas de acero roscadas, eran los vástagos de válvulas de compuerta que regulaban el agua en los canales de riego.

Más tarde nuestro hombre se topó por casualidad con el japonés encargado del mantenimiento, habló con él, y supo que los canales de riego se habían abierto en 1904 y tenían válvulas de corredera de madera que fueron sustituidas por válvulas de hierro fundido en 1924. El encargado del mantenimiento era de la tercera generación que trabajaba en el servicio del sistema y limpiaba con cepillo las válvulas y engrasaba los vástagos en forma periódica. Este hombre no recordaba un sola válvula que hubiera necesitado reemplazo o reparación.

Los asientos de las válvulas de compuerta pueden ser integrales con el cuerpo o ser de construcción anular. Para servicio a alta temperatura, los anillos del asiento se colocan a presión en su lugar y se sueldan para sellarlos en el cuerpo de la válvula.

Las fugas por las válvulas de compuerta pueden ocurrir en ambos extremos en donde se conectan a la tubería (cuando la válvula está abierta), en la unión entre el bonete y el cuerpo, en el vástago, y corriente abajo de la compuerta cuando la válvula está cerrada. Se pueden proveer sellos para evitar las fugas al exterior o corriente abajo cuando está cerrada la válvula. Estos sellos pueden ser de metal a metal, metal en contacto con un material elástico, o metal en contacto con un inserto elástico colocado en el cara del metal.

El prensaestopos o estoperero es el método más común para sellar el vástago; tiene una brida en el collarín para oprimir la empaquetadura y evitar fugas. Además, los vástagos se pueden sellar con la inyección lateral de grasa hacia un anillo de cierre hidráulico. La empaqueta-

dura o los sellos anulares del vástago se pueden cambiar cuando se requiera. Los materiales de sello pueden ser grafito-asbesto y asbesto (amianto) impregnado con TFE.

Válvulas de globo

Las válvulas de globo se utilizan para cortar o regular el flujo del líquido y este último es su uso principal. El cambio de sentido del flujo (dos vueltas en ángulo recto) en la válvula ocasiona turbulencia y caída de presión. Esta turbulencia produce menor duración del asiento.

Las principales características de los servicios de las válvulas de globo incluyen operación frecuente, estrangulación al grado deseado de cualquier flujo, cierre positivo para gases y aire, y alta resistencia y caída tolerable de presión en la línea.

Los principales componentes usuales de una válvula de globo son: volante, vástago, bonete, asientos, disco y cuerpo.

Por lo general, están disponibles vástagos de los siguientes tipos:

- Vástago elevable con rosca interna; no se debe utilizar en tuberías que manejan material corrosivo porque las roscas del vástago sólo tienen protección parcial.

- Vástago elevable con rosca externa.

- Vástago deslizante para apertura y cierre rápidos. Hay disponibles los siguientes tipos de bonetes:

- Bonetes de rosca interna y externa, para válvulas pequeñas, cuando existen bajas temperaturas y presiones.

- Bonete de unión para válvulas pequeñas, cuando se requiere desarmarlas con frecuencia.

- Bonete con brida, atornillado para válvulas grandes y presiones o temperaturas altas. La junta del bonete sella la unión entre el cuerpo y el bonete.

- Bonete sellado a presión para servicio a temperaturas y presiones.

- Bonete sellado a presión para servicio a altas temperaturas y presiones.

Las válvulas de globo están disponibles con los siguientes elementos de control de fluido:

- Disco de composición. Tiene una cara plana que se oprime contra una superficie metálica anular, de asiento plano. Este disco, aunque no se recomienda para vapor, gasolina y otros líquidos, produce un corte positivo para gases y aire.

- Disco metálico. Hay contacto lineal entre una superficie de asentamiento troncocónico o esférico y un asiento cónico. No se recomienda para servicio de estrangulación pero produce corte positivo para los líquidos. Este tipo de válvula es deseable cuando se pueden acumular depósitos en los asientos.

- Disco del tipo de macho. Tiene contacto más amplio con el asiento debido a su configuración alargada, troncocónica, que permite que este disco se pueda emplear en servicios de estrangulación, pero tiene mínima resistencia a la erosión y a la corrosión.

Los asientos de las válvulas de globo pueden ser fundidos integrales o anillos de asiento reemplazables que se fijan con tornillos o en alguna otra forma. Los puntos de fuga de las válvulas de globo son los mismos que en las válvulas de compuerta. La principal diferencia entre las dos es la prevención corriente abajo del elemento de control. En válvulas de globo de operación manual cuyo elemento de control es un disco o macho que acopla con un anillo metálico de asiento, el disco puede ser todo de metal o de un material elástico. Cuando la presión no es muy alta, es preferible un asiento elástico, porque significa oprimir una superficie metálica contra una de elastómero. Si se atrapa una partícula entre esas superficies, no hay tanto peligro de romper el sello. En la empaquetadura del vástago, se emplea asbesto impregnado con TFC de alta duración en válvulas para temperaturas hasta de 450°F o menos. Para válvulas con capacidad para más de 450°F, se utilizan asbestos y grafito con un aglutinante.

Las válvulas de globo se construyen con una amplia variedad de materiales: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, acero fundido, acero inoxidable, latón y aleaciones resistentes a la corrosión. Los extremos del cuerpo de la válvula, que pueden ser con brida, soldados o con rosca suelen medir desde 1/8 hasta 30 in.

Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa son uno de los tipos más antiguos que se conocen. Son sencillas, ligeras y de bajo costo. El costo de mantenimiento también es bajo porque tienen un mínimo de piezas móviles. El uso principal de las válvulas de mariposa es para servicio de corte y de estrangulación cuando se manejan grandes volúmenes de gases y líquidos a presiones relativamente bajas.

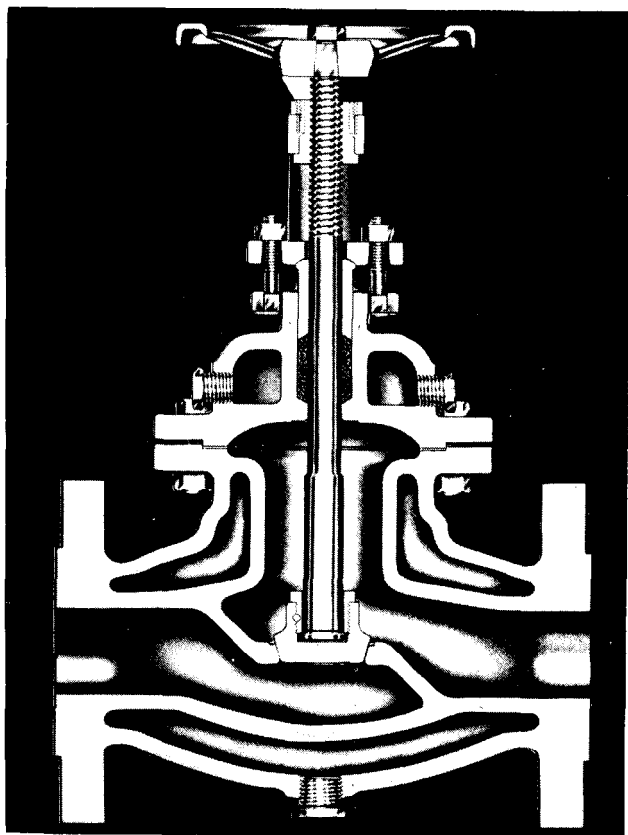


Fig. 3 La válvula de globo es para control de flujo

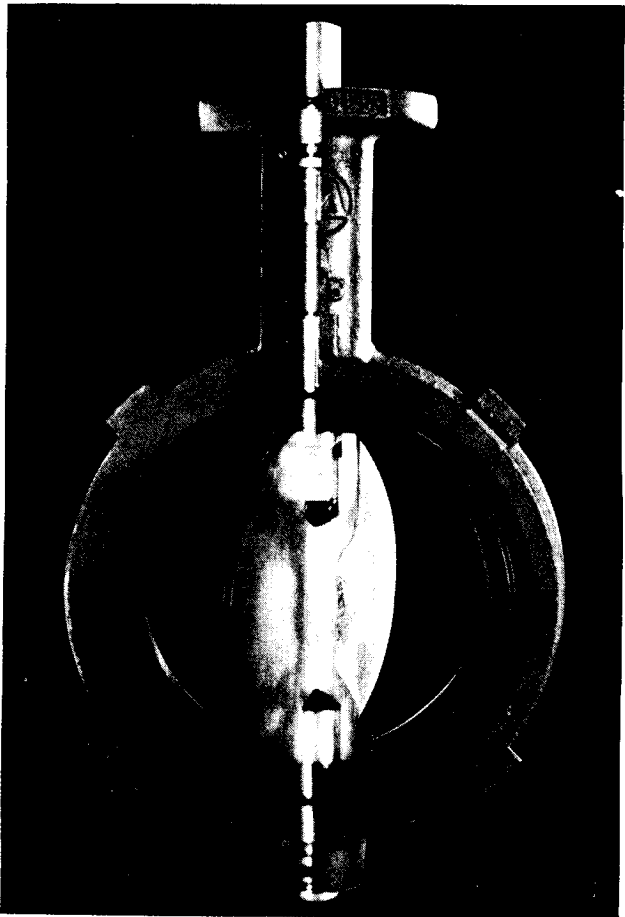


Fig. 4 La válvula de mariposa es sencilla y ligera

El diseño abierto de flujo rectilíneo evita la acumulación de sólidos y produce baja caída de presión. Su operación es fácil y rápida con una manija. Es posible moverla desde la apertura total hasta el cierre total con gran rapidez. La regulación del flujo se efectúa con un disco de válvula que sella contra un asiento.

Las principales características de los servicios de las válvulas de mariposa incluyen apertura total, cierre total o estrangulación, operación frecuente, cierre positivo para gases o líquidos y baja caída de presión.

Los principales elementos estructurales de la válvula de mariposa son el eje (flecha), el disco de control de flujo y el cuerpo. Hay tres tipos principales de cuerpo:

- Tipo de disco plano (tipo de oreja). Esta válvula sólo está sujeta entre dos bridas de tubo con tornillos que unen las bridas y pasan por agujeros en el cuerpo de la válvula.

- Tipo con brida. Esta brida tiene extremos con brida que se unen con las bridas de los tubos.

- Tipo de rosca. Esta válvula se atornilla directamente en el tubo.

El flujo por la válvula de mariposa se controla con un disco que tiene más o menos el mismo diámetro que los tubos que conecta. Un eje, o sea, el vástago, pasa a través de este disco; está apoyado en ambos extremos en el cuerpo y se sujeta al disco con tornillos o pasadores o me-

dante el brochado del extremo superior de la cavidad del disco para formar un vástago cuadrado. Al girar 90° el vástago, el disco abre o cierra la válvula. Para la estrangulación se mueve el disco a una posición intermedia, en la cual se mantiene por medio de un seguro o cierre.

Para obtener la ubicación correcta, el vástago está fijo en ambos extremos mediante bujes (casquillos) que deben estar sellados para evitar cualquier contacto con fluidos corrosivos. Por lo general, los sellos consisten en un estopero con sellos anulares.

De acuerdo con sus características de sellos y de ser a prueba de fugas, las válvulas de mariposa se dividen en dos grupos principales:

En el primer grupo, el asiento contra el cual cierra el disco es metálico, lo cual hace la válvula adecuada para manejo de semisólidos, porque el material abrasivo no puede ocasionar ningún daño en estos asientos.

En el segundo grupo se utilizan sellos anulares elásticos alrededor de los discos para tener un cierre a prueba de fugas. En este tipo de válvula, los materiales para los asientos son buna-N, Viton, caucho (hule) natural, TRE, Hypalon, etc. Estas válvulas de mariposa de cierre hermético tienen limitaciones en la temperatura debido al material del asiento y de los sellos.

Las válvulas de mariposa se fabrican con muy diversos metales. Para los discos hay también diversos revestimientos, como TRE, buna-N, Kynar, Neopreno e Hypalon en tamaños que van desde 2 hasta 15 ft.

Válvulas de macho

El uso principal de las válvulas de macho, igual que las válvulas de compuerta, es en servicio de corte y sin estrangulación. Dado que el flujo por la válvula es suave e ininterrumpido, hay poca turbulencia dentro de ella y, por tanto, la caída de presión es baja. Las ventajas principales de las válvulas de macho son acción rápida, operación sencilla, espacio mínimo para instalación y cierre hermético cuando tienen macho cónico.

Hay dos tipos principales de válvulas de macho: lubricados para evitar las fugas entre la superficie del macho y el asiento en el cuerpo y reducir la fricción durante la rotación, y los no lubricados en que el macho tiene un revestimiento que elimina la necesidad de la lubricación.

Los principales servicios de las válvulas de macho incluyen apertura o cierre total sin estrangulación; tienen mínima resistencia al flujo; son para operación frecuente y tienen poca caída de presión. Los componentes básicos son el cuerpo, el macho y la tapa.

Las dos categorías principales de las válvulas de macho son circulación rectilínea y orificios múltiples. El macho de *circulación rectilínea* es cónico o cilíndrico y los orificios son de diferentes diseños, como sigue:

- Orificio redondo completo. Tiene una abertura para toda la cavidad en el macho y el cuerpo,

- Orificio rectangular. Tiene orificios de tamaño completo, por lo general rectangulares y con una apertura mínima del 70% del tamaño de la tubería.

- Orificio de venturi. Tiene aberturas redondas o rectangulares con superficie reducida y con flujo de venturi en el cuerpo.

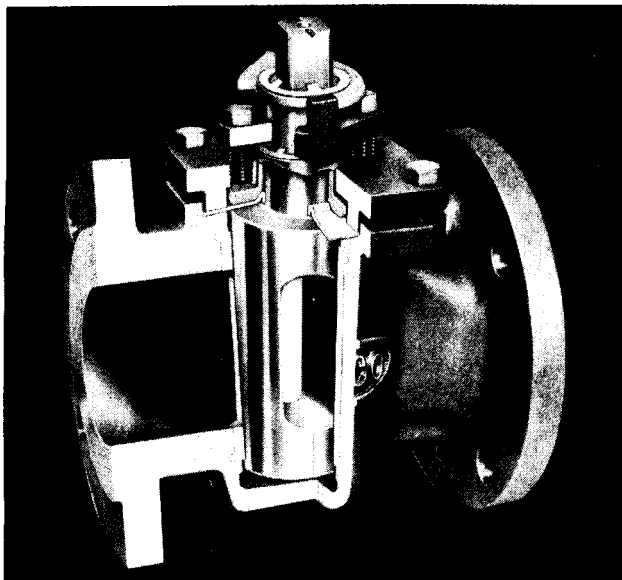


Fig. 5 La válvula de macho es de acción rápida y cierre hermético

■ Orificio de rombo. La abertura del macho es en forma de rombo.

En el tipo con lubricación, se inyecta lubricante a presión para evitar las fugas de líquidos entre la cara del macho y el cuerpo. Además, se reduce la fricción al girar el macho.

El macho tiene ranuras que permiten que el lubricante forme un sello. La presión del lubricante eleva el macho y facilita la operación.

La ventaja de las válvulas con macho lubricado es la operación rápida. Tienen una gama limitada de temperatura según sea el lubricante utilizado.

Las válvulas con macho no lubricado están disponibles en los tipos 1) elevable y 2) con camisa de elastómero o revestimiento para el macho. Para operar la válvula elevable se levanta en forma mecánica el macho para facilitar la rotación. La camisa o revestimiento de elastómero (TFE) se aplica como revestimiento o por inmersión en el cuerpo rodeando por completo el macho. El TFE es duradero e inerte excepto para unos cuantos productos químicos, tiene bajo coeficiente de fricción y es autolubrificante.

Las ventajas principales de las válvulas con macho no lubricado son el cierre hermético, operación rápida, ausencia de problemas de lubricación y amplia gama de temperaturas.

Hay dos tipos principales de tapas que corresponden a los bonetes de las válvulas de compuerta y de globo.

■ Tapa roscada para tamaños pequeños y servicios a bajas presiones y temperaturas, en los cuales no hay choques ni vibraciones.

■ Tapa con brida atornillada para tamaños grandes y servicios a altas temperaturas y presiones.

Las válvulas de macho se fabrican con muy diversos materiales como hierro fundido, hierro dúctil, acero inoxidable, bronce, níquel, latón, PVC y aleaciones resistentes a la corrosión. Sus tamaños van desde $\frac{1}{4}$ hasta 30 in.

Estas válvulas tienen extremos de rosca, con brida y soldados.

Orificios múltiples. Las válvulas de macho se prestan con facilidad para la construcción de orificios múltiples, en cuyo caso los orificios están dispuestos de modo que cuando se gira el macho de una posición a otra, los canales que antes estaban conectados quedarán cortados del todo antes de que empiecen a abrir los siguientes canales o conductos. El uso de las válvulas de macho con orificios múltiples simplifica mucho la tubería. Se puede utilizar una sola de estas válvulas en lugar de dos, tres o cuatro válvulas rectilíneas. Las válvulas de orificios múltiples sólo cierran en contra de la presión en el sentido positivo, pues la presión dentro de la válvula empuja al macho contra el orificio. Estas válvulas no cortan las presiones diferenciales cuando la presión en la tubería es en sentido negativo. La corriente a presión tratará de entrar a la válvula. Todas las demás características son las mismas que con macho rectilíneo.

Válvulas de bola

Las válvulas de bola, básicamente, son válvulas de macho modificadas. Aunque se han utilizado desde hace mucho tiempo, su empleo estaba limitado debido al asentamiento de metal contra metal, que no permitía un cierre a prueba de burbujas. Los adelantos en los plásticos han permitido sustituir los asientos metálicos con los de plásticos y elastómeros modernos.

La bola tiene un orificio que se une con el cuerpo en la posición abierta. Estas válvulas se utilizan en forma principal para servicio de corte y no son satisfactorias para estrangulación. Son rápidas para operarlas, de mantenimiento fácil, no requieren lubricación, producen cierre hermético con baja torsión y su caída de presión es función del tamaño del orificio.

La válvula de bola está limitada a las temperaturas y presiones que permite el material del asiento. Cuando está cerrada, se atrapa algo de líquido entre el asiento y el orificio de la bola, lo cual es indeseable en muchos casos.

Estas válvulas no están limitadas a un fluido en particular. Se pueden emplear para vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, pastas aguadas y materiales pulverizados secos.

Los principales componentes de estas válvulas son el cuerpo, el asiento y la bola.

Hay dos tipos principales de cuerpos para válvulas de bola: entrada superior y cuerpo dividido. En el de entrada superior, la bola y los asientos se instalan por la parte superior. En el de cuerpo dividido, la bola y asientos se instalan desde los extremos.

Las bolas tienen orificios completos, de venturi y de superficie reducida. El orificio completo es igual al diámetro interior de la tubería. El orificio de venturi tiene superficies reducidas y hay flujo de venturi dentro del cuerpo. El orificio reducido es de menor diámetro que la tubería.

Los materiales más comunes para los asientos de las válvulas de bola son TFE, Nylon, buna-N y Neopreno, aunque su uso está limitado por las temperaturas. Se han producido asientos de grafito para temperaturas hasta de 1 000°F.

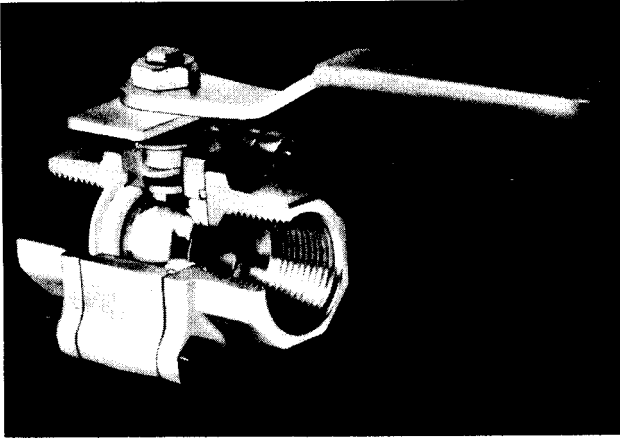


Fig. 6 La válvula de bola tiene cierre hermético con baja torsión

El vástago de la válvula de bola no está, por lo general, sujeto a la bola. Se suele hacer una ranura en la bola y se conforma el extremo del vástago para que ajuste en la ranura y permita girar la bola. El vástago se sella con sellos anulares o con empaquetaduras convencionales de material TFE, o material relleno con o impregnado con TRE que se fija en su lugar con un anillo de compresión.

Las válvulas de bola se fabrican con una serie de materiales: hierro fundido, hierro dúctil, bronce, aluminio, acero al carbono, acero inoxidable, latón, titanio, circonio (escrito a veces zirconio), tántalo y muchas aleaciones resistentes a la corrosión, y también son plásticos. Los tamaños comunes son de $\frac{1}{4}$ hasta 36 in.

Los extremos del cuerpo suelen ser con soldadura de enchufe, con brida o roscados. También hay la posibilidad de cambiar los extremos con ciertos materiales de construcción.

Las válvulas de bola, igual que las de macho, pueden ser de orificios múltiples y se pueden utilizar en lugar de dos o tres válvulas rectilíneas, lo cual simplifica la tubería y reduce los costos.

Válvulas de aguja

Las válvulas de aguja son, básicamente, válvulas de globo que tienen machos cónicos similares a agujas que ajustan con precisión en sus asientos. Al abrirlas, el vástago gira y se mueve hacia fuera. Se puede lograr estrangulación exacta de volúmenes pequeños debido al orificio variable que se forma entre el macho cónico y su asiento también cónico. Por lo general, se utilizan como válvulas para instrumentos o en sistemas hidráulicos, aunque no para altas temperaturas.

Los materiales de construcción suelen ser bronce, acero inoxidable, latón y otras aleaciones. Los extremos suelen ser roscados y sus tamaños van de $\frac{1}{8}$ a 1 in. Por lo general no se usan materiales de construcción de bajo precio debido a que el maquinado con tolerancias muy precisas hace que la mano de obra influya mucho en el costo.

Válvulas en ángulo

Las válvulas en ángulo son, básicamente, válvulas de globo que tienen conexiones de entrada y de salida en ángulo recto. Su empleo principal es para servicio de estrangulación y presentan menos resistencia al flujo que las de globo. Al abrirlas, el vástago gira y se mueve hacia afuera.

Los componentes de la válvula de ángulo son los mismos para el vástago, disco y anillos de asiento que en las de globo. El eje del vástago está alineado con uno de los extremos.

La forma en ángulo recto del cuerpo elimina el uso de un codo porque el flujo en el lado de entrada está en ángulo recto con la del lado de salida. Los materiales de construcción y tamaños son más o menos los mismos que para las válvulas de globo: bronce, hierro fundido, hierro, acero forjado, Monel, acero fundido, acero inoxidable; PVC, polipropileno, Penton y grafito impermeable.

Válvulas de compresión

Las válvulas de compresión son las más sencillas y baratas de todas. Se pueden utilizar para servicio de corte o de estrangulación, que puede variar del 10% al 95% de su capacidad especificada de flujo. Las características principales de las válvulas de compresión son servicio de corte y de estrangulación, con bajo costo de mantenimiento, poca caída de presión para temperaturas moderadas y para paso de pastas aguadas.

Dado que el líquido está aislado de las piezas metálicas mediante tubos de caucho o de plástico, se pueden controlar muy bien los líquidos corrosivos. Su principio de funcionamiento es oprimir un tubo flexible con un mecanismo de compresión. Dado que la caída de presión en estas válvulas es pequeña, son adecuadas para pastas aguadas y líquidos que contienen gran cantidad de materia en suspensión.

Aunque se dice que algunas válvulas de compresión son buenas para servicio al vacío intenso, no se recomienda la válvula normal de compresión, porque se puede colapsar el tubo flexible.

Los componentes principales de la válvula de compresión son el cuerpo y un mecanismo opresor. El cuerpo es un manguito o camisa moldeado, por ejemplo, de caucho. La camisa flexible tiene extremos de brida y de abrazadera para acoplarlos con el tubo. Los cuerpos moldeados tienen limitaciones de temperatura y presión. El mecanismo de compresión se puede accionar con un volante, una rueda de cadena o con un actuador hidráulico o eléctrico.

Estas válvulas se fabrican con una amplia gama de materiales que incluyen caucho, Hypalon, Neopreno, uretano, caucho de butilo o de siliconas, buna-S y Viton A.

Válvulas de corredera

Las válvulas de corredera que, por lo general, se utilizan para controlar líquidos y gases a baja presión, no se destinan a servicios en donde se requiere un cierre hermético. Debido a que su cavidad no tiene restricciones,

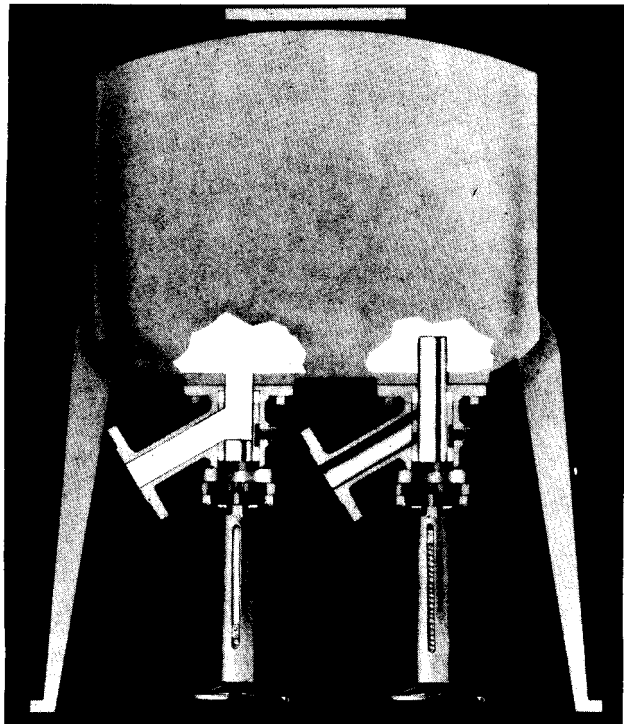


Fig. 7 La válvula de drenaje tipo ariete evita la acumulación de sólidos

se pueden emplear en servicios en que los líquidos o gases que pasan por la válvula tienen alto contenido de sólidos, pulpa de papel o materiales granulados de libre fluidez.

El elemento de control de flujo consiste en uno o dos discos que se deslizan entre asientos paralelos en el cuerpo, sin usar ningún mecanismo expansor de discos. Cuando están cerrados, la presión del fluido contra la superficie de corriente abajo del disco lo empuja contra el asiento del cuerpo para formar una unión hermética entre la superficie de corriente abajo del disco y su asiento. Cuando está abierta, hay muy poca obstrucción al flujo porque el disco está separado por completo y la caída de presión es mínima. Los materiales de construcción de estas válvulas incluyen aleaciones con bajo cromo, acero y acero inoxidable. Los tamaños son desde 2 hasta 75 in.

Válvulas para tanque, de fondo plano

Las válvulas para fondo plano se utilizan para vaciar tanques y otros recipientes. Hay dos tipos principales, ambos con sello y disco similares a las válvulas de globo. El disco de un tipo se eleva dentro del tanque; el del otro tipo baja en la válvula. Los componentes principales son el disco, vástago y cuerpo.

La disposición del disco y asiento es similar al asentamiento de metal contra metal de la válvula de globo, sin que importe si el disco se aleja de su asiento hacia el tanque o penetra en la válvula. El vástago es de rosca externa, para elevación o descenso, vástago equipado con un estopero y empaquetadura para evitar fugas. El bonete está atornillado.

Cuando la boquilla del tanque tiene brida y es más grande que la válvula, se pueden utilizar adaptadores para ajustar la válvula en la boquilla.

Válvula de drenaje tipo ariete

Otro tipo de válvula para fondos planos es la de drenaje del tipo de ariete o pistón, en la cual el ariete penetra en el tanque cuando está cerrada y evita la acumulación de materiales que podrían obstruir la salida del tanque o recipiente. Cuando la válvula está abierta, se mueve el pistón dentro del bonete y el líquido que hay en el fondo del tanque tiene una trayectoria sin obstrucciones.

El ariete, cuando se mueve otra vez hacia arriba dentro del tanque empuja cualquier material que podría ocasionar obstrucción. Debido a las tolerancias tan precisas entre el ariete y las piezas circundantes, es posible utilizar esta válvula en servicios a temperaturas muy bajas.

Las piezas principales de la válvula son el ariete o pistón, el vástago y el cuerpo. El ariete se mantiene hermético con dos anillos elásticos de empaquetadura a través de los cuales se mueve. El vástago de esta válvula suele ser de rosca externa, elevable en tamaños pequeños y de rosca externa, no elevable en los tamaños grandes. La construcción del cuerpo es similar a la de la válvula para fondo de tanque plano. Ambos tipos de válvulas se pueden hacer con cualquier metal fundido y suelen tener extremos de brida. Los tamaños son entre 1 y 6 in.

Válvulas de diafragma

Las válvulas de diafragma se utilizan en servicios para corte y estrangulación y desempeñan una serie de servicios importantes para el control de líquidos. En las válvulas de diafragma, éste aísla el líquido que se maneja, del mecanismo de operación. Los líquidos no pueden tener contacto con las piezas de trabajo en donde ocasionarían corrosión y fallas en servicio.

Cuando se abre la válvula, se eleva el diafragma fuera de la trayectoria de flujo y el líquido tiene un flujo suave y sin obstrucciones. Cuando se cierra la válvula, el diafragma asienta con rigidez contra un vertedero o zona circular en el fondo de la válvula.

Las aplicaciones principales de las válvulas de diafragma son para bajas presiones y con pastas aguadas que obstruirían o corroerían las piezas funcionales de la mayor parte de otros tipos de válvulas.

Estas válvulas no requieren empaquetadura en el vástago. Su duración (vida esperada) depende de las presiones, temperaturas y la frecuencia de las aperturas y cierres.

Los componentes principales son el cuerpo, el bonete y el diafragma flexible. Los dos tipos generales de cuerpos son el rectilíneo y el de vertedero o Saunders.

La válvula rectilínea tiene los mismos diámetro interior y conformación que la tubería. Para operar este tipo de válvulas, se requieren carreras más largas. Esto limita el uso de la válvula porque hay pocos plásticos que puedan soportar las carreras largas.

La válvula de vertedero o Saunders es preferible para estrangulación y también produce cierre hermético. Esta válvula funcionará con una carrera más corta y esto permite el empleo de materiales más duros, como el Teflón, para el diafragma.

En otro tipo se utilizan un macho y diafragma moldeados en una sola unidad. En la posición abierta, hay flujo rectilíneo; cuando está cerrada, el macho asienta en el fondo del cuerpo de la válvula; tienen un protector para el diafragma conectado con el macho y la parte superior del conducto de flujo.

Los vástagos de las válvulas de diafragma no son giratorios; los diafragmas sólo se mueven hacia arriba o abajo con ayuda de un pistón de compresión el cual, a su vez, se mueve con un brazo de palanca o un vástago giratorio. Por lo general, no se utiliza empaquetadura, con lo que se reduce el mantenimiento. Sin embargo, para productos químicos y peligrosos se utiliza un bonete con empaquetadura de Teflón u otro material.

Estas válvulas se fabrican con muy diversos materiales como hierro fundido, hierro dúctil, acero fundido, acero inoxidable y aleaciones resistentes a la corrosión. Los revestimientos pueden ser de un material REP-Teflón virgen que puede funcionar hasta a 400°F y no es contaminante.

Los extremos de la válvula pueden ser roscados, con brida, soldados a tope, con soldadura de enchufe o con roscas macho higiénicas. Los tamaños normales son entre $\frac{1}{8}$ y 24 in.

Válvulas en Y

Las válvulas en Y, que son una modificación de las válvulas de globo, tienen el conducto rectilíneo de una válvula de compuerta. El orificio para el asiento está a un ángulo de unos 45° con el sentido de flujo. Por tanto, se obtiene una trayectoria más lisa, similar a la de la válvula de compuerta y hay menor caída de presión que en la válvula de globo convencional; además, tiene buena capacidad para estrangulación.

Los componentes de la válvula en Y son vástago, disco y anillo de asiento, como en las válvulas de globo. Los materiales con que se fabrican y sus tamaños son más o menos los mismos que en las de globo. Cualquier especificación de válvula de globo se puede satisfacer con la válvula en Y.

Válvulas de retención (*check*)

Las válvulas de retención (*check*) son integrales y se destinan a impedir la inversión del flujo en una tubería. La presión del fluido circulante abre la válvula; el peso del mecanismo de retención y cualquier inversión en el flujo la cierran. Los discos y componentes móviles relativos a los mismos pueden estar en movimiento constante si la fuerza de la velocidad no es suficiente para mantenerlas en su posición estable de apertura total.

Hay diferentes tipos de válvulas de retención y su selección depende de la temperatura, caída de presión que producen y la limpieza del fluido.

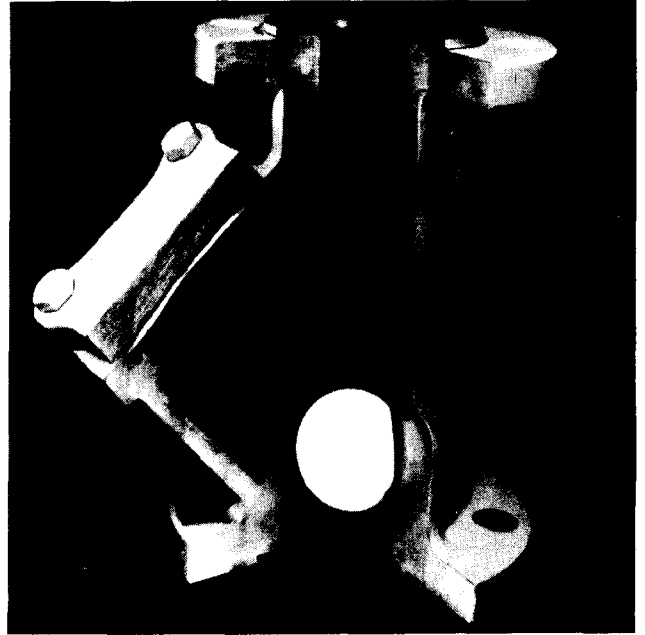


Fig. 8 En la válvula de retención de bola se distribuye el desgaste en toda la bola

La válvula de retención de bisagra (columpio) abre con la presión en la tubería pues el flujo en sentido normal hará que el disco oscile y se separe del asiento. Se cierra cuando se reduce la presión y llega a cero; en este caso, el disco queda sujeto contra el anillo de asiento por su propio peso o por pesos externos conectados a un eje que pasa a través del cuerpo.

La válvula de retención de bisagra se utiliza con bajas velocidades de fluido con inversiones de flujo poco frecuentes; en algunos sistemas se utilizan en combinación con válvulas de compuerta. Las principales características de estas válvulas de retención son mínima resistencia al flujo, servicios de baja velocidad y con cambios de dirección poco frecuentes.

Los componentes principales de estas válvulas son el cuerpo, disco, pasador oscilante y tapa. Hay dos tipos principales de cuerpos: en Y y rectilíneos.

Las válvulas en Y tienen una abertura alineada con el asiento, que está integrada al cuerpo; esto permite rectificar por esmerilado las válvulas que asientan metal contra metal.

Las válvulas rectilíneas tienen un disco embisagrado en la parte superior, con lo cual la superficie de asentamiento está a un pequeño ángulo, lo cual permite que el disco oscile y se abra con presiones más bajas. Los anillos del asiento se pueden reemplazar.

Los discos que se emplean en estas válvulas son metálicos o de composición. Los metálicos están disponibles en configuración para flujo en Y y rectilíneo. Los discos de composición son preferibles para líquidos que contienen partículas extrañas. Son de funcionamiento más silencioso y pueden formar asiento hermético aunque haya partículas en la tubería. Para bajas presiones, se logra un cierre positivo con discos de composición.

Las tapas son: roscada, que es la más económica y sencilla, y la atornillada con una junta entre la tapa y el cuerpo.

Cuando se necesita una reacción más rápida a la inversión del flujo, algunas válvulas de retención se pueden equipar con palanca y pesos externos. Esto producirá cierre rápido del disco y reducirá las posibilidades de borbotos y choques. Se ajustan la palanca y los pesos de modo que el disco se abra con la mínima presión o no se abra hasta que la presión llegue a un valor deseado.

Las válvulas de retención de bisagra se fabrican con una amplia gama de materiales: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero fundido y acero inoxidable. Los extremos pueden ser de rosca, con brida o soldados.

Estas válvulas se pueden instalar en una tubería horizontal o en una vertical con flujo ascendente.

La válvula de retención de disco inclinable es similar a la de bisagra. Hay baja resistencia al flujo debido a su diseño rectilíneo. Estas válvulas consisten en una cubierta cilíndrica que tiene un disco pivotado (inclinable o giratorio). El disco se separa con facilidad del asiento para abrir la válvula. Los topes para el disco, integrados al cuerpo sirven para colocar éste y obtener un flujo óptimo cuando está abierto. Cuando se reduce el flujo, el disco empieza a cerrar porque se inclina a un ángulo creciente con la trayectoria de flujo. Esta válvula de retención tiene poca caída de presión a baja velocidad y mayor caída de presión a alta velocidad.

Los componentes principales de la válvula de disco inclinado son el disco, el eje (varilla) de pivoteo y el cuerpo.

La unión pivotante del disco se encuentra justo encima del centro y está descentrada del plano del cuerpo. Este diseño disminuye el recorrido del disco y reduce la fuerza de cierre, cosa que reduce al mínimo el golpeteo. Cuando se esperan flujos inversos a alta presión, se pueden equipar las válvulas con un amortiguador de cierre (*dashpot*) en el disco para controlar el cierre.

Estas válvulas están disponibles con sello de anillo blando o de metal con metal. Las válvulas grandes tienen también un sello insertado.

Las válvulas de disco inclinable se fabrican con diferentes materiales como acero al carbono, hierro fundido, acero inoxidable, aluminio, bronce y aleaciones resistentes a la corrosión. Los extremos pueden ser de brida. Estas válvulas se pueden instalar en una tubería horizontal o en una vertical con flujo ascendente.

Válvulas horizontales de retención

En las válvulas horizontales de retención, se eleva un disco o bola dentro de sus guías desde su asiento por la presión de la circulación ascendente. Cuando se detiene o se invierte el flujo, el disco vuelve a asentar por gravedad. En algunas válvulas se utilizan resortes para tener un cierre más positivo.

En general, las válvulas horizontales de retención requieren caídas de presión más o menos grandes. Su construcción interna es similar a la de las válvulas de globo. Sus características de servicio incluyen cambios frecuentes de dirección, mayor resistencia al flujo y prevención de flujo inverso. Se utilizan con válvulas de globo y en ángulo.

Alguien a quien se debe conocer

Una empresa estadounidense estaba encargada de comprar equipo y materiales en España para una planta que se construiría. Aunque los fabricantes de válvulas fueran de España presentaron cotizaciones, los pedidos sólo se otorgaron a empresas españolas sobre la estricta base de precio, a pesar de las dudas respecto a las fechas de entrega y la calidad. Esto hizo que los fabricantes extranjeros pensarán que habían recibido un trato injusto.

Esto se agravó, conforme pasó el tiempo, porque se vio que las entregas de las válvulas grandes, en particular las de acero inoxidable, se iban a retrasar. Se cancelaron estas válvulas de dos pedidos ya hechos y se colocaron nuevos pedidos con fabricantes de fuera de España, con la condición de que se debería cumplir con las fechas de entrega de sus cotizaciones originales, actitud que no es precisamente para ganarse amigos.

La situación llegó a su punto crítico cuando la construcción había avanzado ya entre 80 y 85 %. Hubo que rechazar dos entregas de válvulas españolas porque las piezas de fundición *no eran* aceptables y estaban en juego alrededor de 200 válvulas. A pesar de muchas llamadas telefónicas no se logró tener la certeza de que se podrían encontrar las válvulas de repuesto.

Cuando la situación parecía más seria, el representante del fabricante que más había protestado porque le rechazaron su oferta, reaccionó en forma favorable. Entregó personalmente un primer lote de válvulas en la residencia del ingeniero de proyecto en Madrid, a la 1:30 de la mañana. Con ayuda del portero y del representante, el gerente las cargó en la cajuela de su automóvil y salió a las 4 de la mañana hacia el sitio de la construcción.

En el curso de las dos semanas siguientes, el representante siguió entregando válvulas en la obra, provenientes de todos los lugares imaginables. Se dedicó por completo a este pedido y no paró hasta que entregó las 200 y pico de válvulas. La empresa de ingeniería esperaba un considerable aumento en el precio debido a esta clase de servicio, pero para su sorpresa el precio fue exactamente el mismo que en la cotización original.

Los componentes principales son el disco, tapa, cuerpo, asiento y guía.

En estas válvulas se utilizan dos tipos principales de discos: disco de composición y disco metálico que se puede esmerilar. El disco de composición se presta para cierre hermético y está provisto de un sujetador para mantener la alineación. Los discos esmerilables tienen guías para alineación; suelen ser de metal, casi siempre acero. Hay tres tipos de cuerpos: horizontal, en ángulo y vertical. El diseño de estas válvulas es muy similar a las de globo, incluso las configuraciones del asiento y el disco. Se emplean tres tipos diferentes de tapas: roscada, que se suele utilizar cuando se trabaja con presiones bajas, con unión,

que se prefiere cuando hay que desarmar la válvula con frecuencia y tapa sujeta con tornillos que se utiliza en las válvulas con brida.

Estas válvulas se fabrican con bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero inoxidable y muchos materiales de plástico. Los extremos pueden ser roscados o con brida.

Se pueden instalar en una tubería horizontal o en una vertical con circulación ascendente.

Válvulas de retención de bola

En estas válvulas, en lugar del disco guiado se utiliza una bola o balín de libre rotación, para distribuir el desgaste con mayor uniformidad en toda la superficie. Están limitadas a tamaños pequeños y para servicio con materiales viscosos o que producen depósitos.

Válvulas de retención de pistón

Son muy similares a las horizontales de retención y están equipadas con un amortiguador que consta de un pistón y un cilindro que producen acción amortiguadora durante el funcionamiento. Las características de flujo y la instalación son las mismas que para las válvulas horizontales de retención.

Válvulas de retención de mariposa

Los asientos de estas válvulas son muy similares a los de las válvulas de mariposa y muchas veces se utilizan en combinación con ellas. Sus características principales de servicio son mínima resistencia al flujo, cambios frecuentes de dirección y para uso en tuberías equipadas con válvulas de mariposa. Las válvulas de retención se pue-

Tabla VII Ejemplos de cómo influyen en los precios las especificaciones de diversos tipos de válvulas

Válvulas de bola (entrada superior)				1 Válvulas de macho (entrada inferior)			
Especificación	1	2	3	Especificación	1	2	3
Tamaño, in	6	6	4	Tamaño	4	4	4
Capacidad, psi	300	300	150	Presión, psi	400	200	200
Material del cuerpo	Acero al carbono	Acero inoxidable	Hierro dúctil	Material cuerpo	Semiacero	Semiacero	Semiacero
Extremos	Brida	Soldados a tope	Brida	Extremos	Roscados	Brida	Brida
Guarniciones	Acero inoxidable Tipo 316	Monel	Aleación 20	Macho	Lubricado	Lubricado	Lubricado
Bola	ASTM A-216	ASTM-351	ASTM A-216	Orificio	Rectangular	Redondo	Romboidal
Anillo asiento	TFE reforzado	Carbón-grafito	TFE	Junta	TFE	TFE	TFE
Sello anular	Viton A	Viton A	Viton A	Precio, Dls.	320	435	226
Precio, Dls.	2 107	2805	621				
Válvulas de retención de bisagra				Válvulas de diafragma			
Especificación	1	2	2	Especificación	1	2	3
Tamaño, in	10	10	10	Tamaño, in	3	3	3
Capacidad, psi	150	150	150	Material diafragma	Polietileno	Viton	TFE macizo
Material del cuerpo	Acero fundido	Acero fundido	Acero inoxidable	Material cuerpo	Acero inox.	Acero fundido	Hierro dúctil
Extremos	Brida	Soldado a tope	Brida	Extremos	Roscados	Brida	Brida
Tapa	Atornillada	Atornillada	Atornillada	Vástago	Extendido	Externo con brida	Deslizable
Guarniciones	Monel	18% Cr, 8% Ni, 2.5% Mo	Acero inoxidable	Precio, Dls.	355	496	274
Precio, Dls.	2949	2 677	3 971				
Válvulas de compuerta							
Especificación	1	2	3				
Tamaño, in		2	2			2	
Capacidad, psi		150	150			150	
Material del cuerpo		Acero fundido	Acero forjado al carbono			Acero inoxidable	
Extremos		Roscados y soldado de enchufe	Brida			Brida	
Bonete		Atornillado	Atornillado, acero al carbono			Atornillado, acero inoxidable	
Vástago		Rosca externa y yugo	Rosca externa y yugo			Rosca externa y yugo	
Guarniciones		Exelloy	Monel			Acero inoxidable	
Empaque		Hilo asbesto puro, inserto de alambre Inconel en núcleo de asbesto elástico	Hilo asbesto puro, inserto de alambre Inconel en núcleo de asbesto elástico			Asbesto azul	
Precio, Dls.		305	310			268	

den instalar horizontal o verticalmente con flujo ascendente o descendente.

Válvulas especiales

Casi todas las instalaciones de tubería requieren válvulas especiales destinadas a un solo tipo de servicio. Dos de estas válvulas son: válvula de globo y ángulo para retención de vapor y válvula de purga; su uso principal es en servicios de vapor.

Válvula de globo y ángulo para retención de vapor. Combinan la función de una válvula de cierre y de retención porque producen corte positivo y evitan el flujo inverso. Estas válvulas tienen un disco flotante que se eleva con la fuerza del vapor a presión generado por la caldera. Su aplicación principal es en plantas termoelectricas en servicios de vapor y agua de alimentación e incluye evitar el flujo inverso de vapor desde el cabezal principal para vapor, ayudar a poner una caldera en servicio después de apagarla, ayudar a sacar del servicio a una caldera cuando se interrumpe la combustión y actuar como válvula básica de seguridad porque evita el flujo inverso de vapor desde el cabezal.

Hay dos tipos de cuerpos: rectilíneo y en ángulo, este último con la entrada y la salida en ángulo recto entre sí, porque permite instalarla en donde normalmente se utilizaría un codo.

En ambos tipos de cuerpos se utiliza un vástago para fijar el disco en su posición de asiento. Éste debe ser resistente a la temperatura, de cara dura y con acabado de precisión para permitir un asentamiento hermético del disco. El asiento no está completamente fijo; por tanto, si se interrumpe la circulación el asiento actuará como válvula de retención para el flujo inverso.

Los materiales de construcción de estas válvulas de corte y retención son acero al carbono, acero inoxidable, acero forjado, acero fundido y acero de aleación. Los extremos pueden ser de soldadura de enchufe, soldadura a tope o roscados. Los tamaños varían desde $\frac{1}{4}$ hasta 24 in.

Válvulas de purga. Son válvulas de globo modificadas y su uso principal es en servicio de vapor a alta presión para purgar la caldera cada cierto tiempo a fin de mantener una concentración satisfactoria.

Las válvulas de purga se utilizan con frecuencia en combinación de válvula rectilínea y de ángulo, pero también se pueden utilizar dos válvulas similares o algún otro tipo de válvula. Esta disposición asegura la caída correcta de presión en las válvulas para evitar la estrangulación. Se utiliza una válvula para purga y la otra para sellamiento.

Las válvulas se instalan espalda con espalda o "encontradas" y sin espaciador, de modo que resisten deformaciones severas y cambios violentos de temperatura en el disco. Los anillos de guía y los asientos deben ser de cara dura. Por lo general, el anillo de asiento se suelda sobre asientos integrales de Stellite. El vástago tiene guías de precisión y un saliente largo encima de la empaquetadura para proteger la parte roscada. Los discos con cara de Stellite tienen poco juego para facilitar la alineación 0 el sellado hermético. La empaquetadura es especial para servicio de purga.

Cuando se utilizan dos válvulas en serie, deben abrir con rapidez y del todo para aumentar la duración de sus piezas móviles. Las válvulas nunca deben permitir la purga cuando están parcialmente abiertas. Se fabrican con extremos de brida y soldados. Los tamaños suelen ser de 1 a 2% in.

Cálculos de costo de las válvulas

El ingeniero tiene dos razones para pensar en los costos de las válvulas antes del análisis de las cotizaciones. La primera es que las diferencias de costo entre los diversos tipos de válvulas deben intervenir en la elección de los tipos para cada servicio. La segunda es que el costo de las válvulas se refleja en las estimaciones del costo total de capital requerido para los presupuestos y control de gastos del proyecto.

Costos por tipo y construcción. Dado que es necesario especificar las válvulas para los diversos servicios de la planta mucho antes de que se determine el número de válvulas o se soliciten cotizaciones, no suele ser factible tener datos exactos de costos. Por tanto, las elecciones entre válvulas de globo o en ángulo, de bonetes atornillados o de unión o de disco metálico o disco tipo macho, se hacen con frecuencia meses antes de que los proveedores hayan tenido oportunidad de cotizar. Para hacer estas elecciones, el ingeniero debe comparar los precios de los diferentes tipos de un solo fabricante. De lo contrario, las variaciones en precio entre los fabricantes pueden hacer confusa la elección.

En la tabla VII se comparan los efectos de algunas características de construcción de los tipos más comunes de

válvulas. Sin embargo, para hacer la especificación correcta, se requiere un amplio análisis de los precios de lista de sus fabricantes.

Estimación del costo de las válvulas. Las empresas de ingeniería acostumbran estimar las válvulas junto con las tuberías con una distribución de costos similar a la indicada en la tabla VIII para una planta de óxido de etileno. Por tanto, a menudo se desconocen las cantidades invertidas en válvulas y los proveedores tienen dificultades para conocer sus mercados potenciales.

Sin embargo, hemos encontrado que conforme aumenta la capacidad de las plantas de proceso, el valor de las válvulas en la inversión total aumenta con más rapidez que otros artículos pedidos en grandes cantidades o sueltos. Es de creciente importancia estimar las válvulas por separado, igual que se hace con las bombas y los intercambiadores de calor, en especial con las válvulas especiales.

En las tablas VIII y IX se presenta una guía para las estimaciones. Los costos presentados en la tabla X para el total de la tubería (19.0% a 20.9%) se dividen primero en materiales y mano de obra. Luego, estos costos de materiales se dividen entre las válvulas y los tubos y so-

Tabla VIII Desglose de costos de capital para plantas de óxido de etileno

Para plantas que operan con una capacidad de diseño de:			
	50%	100%	200%
Concepto	%*	%*	%.
Hornos de gas	1.6	1.3	1.1
Compresores y ventiladores	13.93	14.3	14.5
Convertidores y torres	18.32	21.5	22.3
Intercambiadores de calor	7.26	8.8	9.7
Tanques y tolvas	0.82	0.7	0.55
Bombas	2.6	3.1	3.4
Equipo de separación y secado	0.07	0.09	0.11
Torre de enfriamiento	0.31	0.35	0.38
Cimentación	2.2	2.1	1.96
Tubería (incluso válvulas)	19.0	19.8	20.9
Construcción, acero estructural y protección contra incendio	4.53	3.58	4.1
Instrumentos	6.71	5.8	3.2
Aislamiento	1.9	2.0	2.1
Sistema eléctrico	1.3	1.16	1.0
Erección del equipo	2.25	2.52	2.7
Pintura	0.7	0.7	0.6
Supervisión de construcción	3.6	3.2	2.6
Costos totales de ingeniería	12.9	9.0	8.8
	00.0	00.0	00.0

* Distribución de los diversos costos de capital, expresados como porcentaje del costo total de capital en la planta completa.

portes. Con ello, sabemos que se puede esperar que las válvulas para una planta de óxido de etileno varíen entre 4.5 % y 6.1% del costo de la tubería. Estas válvulas se subdividen, además, en tamaños de 3 in y mayores contra las de 2 ¼ in y menores, hechas con acero al carbono y acero inoxidable.

Es muy probable que a un ingeniero le interese calcular las válvulas que no sean para plantas de óxido de etileno. Es difícil obtener datos exactos para otros procesos, pero en la tabla X aparecen los costos de válvulas como porcentaje del costo total de la tubería para una serie de plantas, que van desde plantas para café instantáneo hasta refinerías de petróleo básicas. Estos datos deben ser de utilidad.

Agradecimientos

Los siguientes fabricantes suministraron literatura que se utilizó en este artículo. Cooper Stainless & Alloy Valves, Houston, Tex.; Creane Co., Nueva York, N.Y.; Fabri-Valve, Portlan, Ore.; Posi-Seal International, North Stomington, Conn.; Rockwell International, Flow Control Div., Pittsburgh, Pa.; Smith Valve Corp., Worcester, Mass.; Velan Valve Corp., Pittsburgh, Pa.; Walworth Co., Valley Forge, Pa.; Whitex Co., Cleveland, O.; Yarway Corp., Blue Bell, Pa.

Los siguientes fabricantes suministraron información para este artículo ACF Industries, W-K-M Valve Div., Houston, Tex.; Andale Co., Lansdale, Pa.; Combination Pump Valve Co., Philadelphia, Pa.; Corchester Controls, Distributor Products Div., West Boylston, Mass.; Dover Corp., OPW Div., Cincinnati, O.; Dow Chemical USA, Midland, Mich.; Durion Co., Inc., Dayton, O.; Fisher Controls Co., Marshalltown, La.; Garlock Inc., Plastics Div., Camden, H.J.; Hills-McCanna Co., Carpentersville, Ill.; Jamesbury Corp., Worcester, Mass.; Jordan Valve Div., Richards Industries, Inc., Cincinnati, O.; Kamyrr Inc.,

Tabla IX Distribución de costos de tubería y válvulas en plantas de óxido de etileno

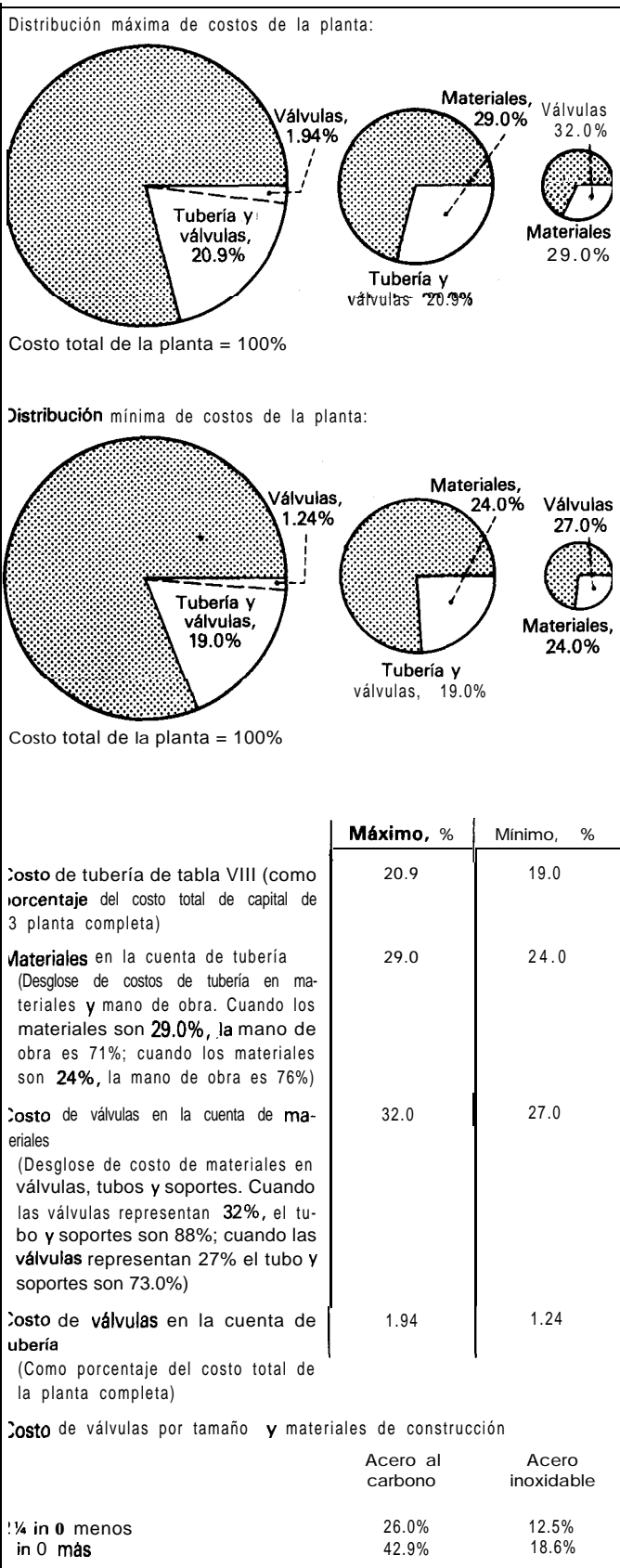


Tabla X Costo de válvulas para plantas de proceso típicas

Planta	Capacidad	Costo válvulas, %*
Anhídrido maleico +	60 x 10 ⁶ lb/año	32.3
Óxido de propileno +	446 x 10 ⁶ lb/año	26.1
Óxido de propileno +	1 000 x 10 ⁶ lb/año	28.84
Ácido tereftálico	500 x 10 ⁶ lb/año	30.9
Óxido de etileno	90 x 10 ⁶ lb/año	29.58
Refinería de petróleo +	100 000 bbl/d	29.46
Antibióticos	15.5 x 10 ⁶ unidad /año	27.1
Fertilizantes	1 100 ton/d	24.3
Cloruro de polivinilo	- . -	20.7
Cervecería	6 x 10 ⁶ bbl/año	19.3
Café instantáneo	8 x 10 ⁶ lb/año	18.7

*Costo de válvulas como porcentaje del costo total de tubería.

véase tabla IX

+ Desde los cimientos

Glens Falls, N.Y., Masonellan International, Inc., Norwood, Mass.; Mosser Industries, Inc., Allentown, Pa.; Ogontz Controls Co., Willow Grove, Pa.; The William Powell Co., Cincinnati, O.; Resistoflex, Corp.; Roseland, N.J.; Stockham Valves and Fittings, Birmingham, Ala.; Strahman Valves, Inc., Florham Park, N.J.; TRW Mission Manufacturing Co., Houston Tex.; TuLine Div., Xomox Corp., Cincinnati, O.

El autor



Arkadie Pikulik es ejecutivo de ventas de Scientific Design Company, Inc., Two Park Avenue, Nueva York, N.Y., 10016, en donde ha trabajado durante 22 años en diversos puestos que incluyen supervisión de plantas piloto, ingeniería de procesos, ingeniero de proyectos, gerente de proyectos, director de proyectos, gerente de construcción y supervisor de arranque de plantas. Tiene licenciatura en química de Brooklyn Polytechnic Institute.

Los siguientes miembros de Scientific Design Co. han participado en la redacción de este artículo:

Bryan Flint (detalles de especificaciones), Manfield Gans (orientación conceptual), Arthur J. Hermes (datos de costos de capital), Hagop Isnar (investigación de datos y ayuda en la redacción), M. George Tashjan (revisión crítica) y Walter Van Pelt (datos de precios).

Selección de válvulas para la IPQ

Las plantas en la industria de procesos químicos (IPQ) constan principalmente de recipientes, bombas, tuberías y válvulas. Cada tipo estándar de válvula tiene características que la hacen idónea para una aplicación particular. He aquí la información que necesita para saber dónde poner qué válvula.

John T. Wier, Hudson Engineering Corp.

Las válvulas y tubería constituyen la inversión más importante entre los diversos componentes de una planta para procesamiento de hidrocarburos. Representan alrededor del 22% del desembolso total de capital en materiales y equipo. Muchos componentes que reciben considerable atención representan una inversión mucho menor; por ejemplo, las bombas, 4%; los compresores, 4.5 %; los impulsores 6.5 % y los hornos y calderas 4 % . Después de las válvulas y la tubería, la siguiente inversión en importancia es en recipientes, con alrededor de 15.4%⁽¹⁾.

Selección de válvulas

Un diseñador debe tener en cuenta muchas cosas al seleccionar una válvula. Aunque el grado de importancia asignado a cada una puede variar, se otorga la máxima prioridad, en general, a las funciones de la válvula. ¿Va a ser la válvula sólo para bloqueo (cierre y paso), para regulación (estrangulación) o desvío, es para evitar el flujo inverso o quizá una combinación de todo esto? Las funciones de las válvulas, más que cualquier otra cosa son las que limitan la elección. Para los fines de este artículo, las funciones de las válvulas se agrupan en cuatro categorías: *

1. Servicio de corte y paso:
 - Válvulas de compuerta
 - Válvulas de macho
 - Válvulas de bola

2. Servicio de estrangulación:

- Válvulas de globo
- Válvulas de mariposa
- Válvulas de diafragma
- Válvulas de compresión

3. Prevención de flujo inverso

- Válvulas de retención (*check*)

4. Diversos

- Las válvulas de control, las válvulas de solenoide, etc. (Se suelen considerar como parte de los instrumentos y no se describirán en este artículo).

En la industria de procesos químicos se emplean válvulas para gran variedad de flujos, desde sólidos granulados hasta desechos industriales. En general, las características más importantes a considerar son: viscosidad, corrosividad y abrasividad; sin embargo, un diseñador también debe tener en cuenta los parámetros del proceso, es decir, cualesquiera condiciones anormales, predecibles, a corto plazo. Hay que reconocer otras circunstancias especiales, como el manejo de más de un fluido con la misma válvula o las posibles altas presiones que puedan ocurrir por un fluido atrapado en el cuerpo de la válvula al cerrarla y que se vaporiza al ser calentado.

La caída de presión en las válvulas puede explicar una parte considerable de las pérdidas totales por fricción en un sistema. La mejor selección de válvulas es la que producirá mínima caída de presión y satisfará otros requisitos. En la actualidad, el alto costo de los energéticos ha dado más importancia a minimizar la caída de presión que hace muchos años.

Las condiciones de operación, o sea, la presión y temperatura coincidentes a que debe trabajar la válvula, a menudo limitan la selección. Quizá se deban excluir las

*Esta clasificación es para usos generales y no incluye diseños especiales de tipos que pueden tener aplicación fuera de las categorías en que se enumeran. En el resto de este artículo se comentarán los diferentes tipos de válvulas de operación manual y automatizada.

válvulas que tienen sellos de material sintético o materiales de construcción no metálicos, debido a las altas temperaturas del proceso. A la inversa, las bajas temperaturas de operación limitan a menudo la elección de válvulas a las fabricadas con aleaciones.

Los materiales de construcción deben ser compatibles con todos los demás factores que intervienen en la selección. Los cuerpos, revestimientos y guarniciones de válvulas están disponibles en una amplia variedad de materiales para prestar casi cualquier servicio. Con frecuencia, es necesario tener en cuenta el material del cuerpo por separado de las guarniciones (es decir, las partes internas que tienen contacto con el líquido) a fin de optimizar el diseño de la válvula desde un punto de vista económico.

Las válvulas hechas en su totalidad con resinas termoplásticas y las válvulas metálicas con las piezas, que tienen contacto con el fluido, revestidas con plástico se han vuelto muy comunes en servicios corrosivos.

El hierro dúctil, por comparación con el hierro gris, soporta presiones y temperaturas más altas y tiene excelente resistencia a los choques. Dado que el hierro dúctil es menos costoso y tiene mayor resistencia a la corrosión que algunos aceros, ha servido para sustituir éste en muchos casos.

A veces, los materiales de construcción tienen estrecha relación con ciertos tamaños. Las válvulas para agua, aceite o petróleo, gas, aire, etc., se suelen fabricar con latón o bronce en los tamaños pequeños, mientras que en tamaños de 4 in y mayores, se suelen utilizar cuerpos de hierro y de acero.

VÁLVULAS DE COMPUERTA

En la categoría para cierre y paso, la válvula de compuerta supera a todas en porcentaje de unidades en operación, pero aún así tiene limitaciones. Estas válvulas no se prestan a un control preciso del flujo porque ocurre un porcentaje anormal de cambio de flujo cuando está casi cerrada y a alta velocidad. Tampoco se destina para servicio de estrangulación porque la compuerta y el asiento se erosionan con rapidez en cualquier posición que no sea la de apertura o cierre totales. Cuando se abre lige-

ramente la válvula en un servicio de estrangulación, el disco y el asiento quedan sometidos a esfuerzos que causarían deformación y erosión que, a fin de cuentas impedirán un cierre hermético.

Cuando están abiertas del todo, la mayor parte de las válvulas de compuerta permiten flujo lineal en un conducto que tiene el mismo diámetro que la tubería. Aunque hay variaciones, la válvula de compuerta, por lo general, produce menor caída de presión en el sistema que cualquier otro tipo de válvula.

Mecanismos de control de flujo

Hay diversas razones por las que las válvulas de compuerta superan en número a las demás, pero quizá la más importante son las muchas variantes en que se fabrican para aplicaciones especializadas. Estas válvulas se pueden clasificar, en general, por el tipo de elemento de control de flujo utilizado. Una de estas clasificaciones de la Norma API 600-1973 tiene dos divisiones importantes, como se ilustra en la figura 1.

La válvula de compuerta más común es la de cuña maciza, lisa con asiento inclinado. Dado que las temperaturas y presiones de operación han aumentado con el paso de los años, el desgaste de la cuña contra el asiento inclinado se ha vuelto un problema. Una solución es la cuña flexible que puede funcionar con asientos desalineados y minimiza el desgaste de las superficie de sellamiento. Esta cuña es en forma de "H" y su configuración le da la elasticidad.

En el tipo de cuña dividida (disco doble) de bola y cuenca, los dos discos están en contacto entre sí mediante una

1. Compuerta de cuña

a) Cuña maciza



b) Cuña dividida



2. Compuerta de doble disco



Fig. 1 Mecanismos de control de circulación en las válvulas de compuerta

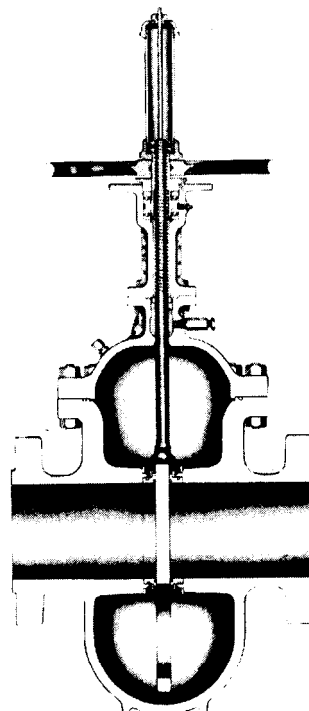


Fig. 2 Válvula de compuerta para tuberías de petróleo de circulación con conducto pleno

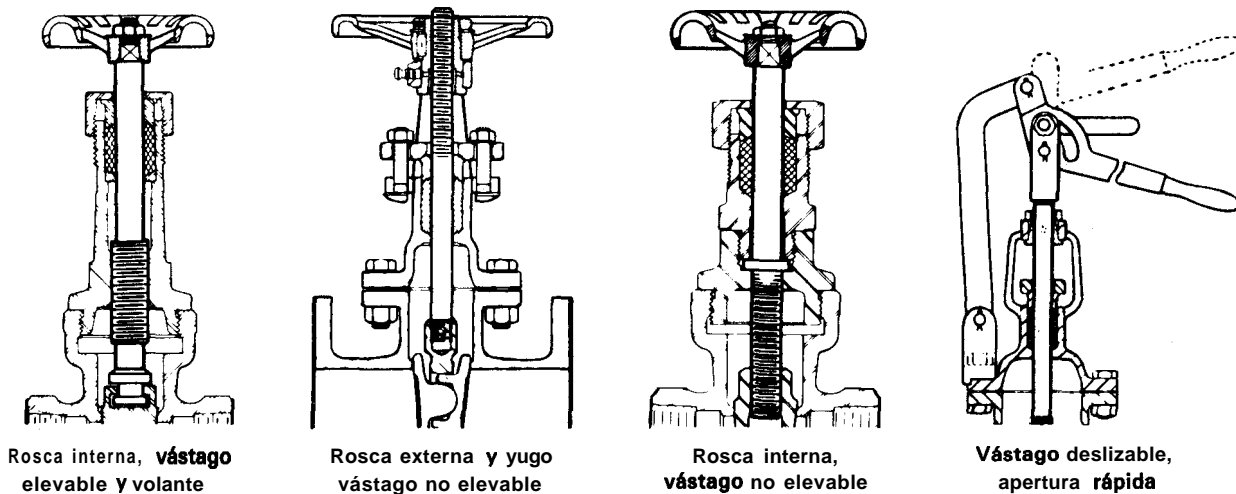


Fig. 3 Variaciones en el mecanismo del vástago en las válvulas de compuerta

unión de bola y cuenca. Dado que los discos pueden girar con independencia, se adaptan a los cambios en los ángulos de los asientos y tienen buen sellamiento y más duración. La válvula de cuña dividida se utiliza más en servicios corrosivos de baja presión y tiene asientos integrales.

La válvula de compuerta de disco doble tiene dos discos que están empujados contra asientos paralelos en el punto de cierre mediante un expansor mecánico. Esto produce sellado hermético sin ayuda de la presión del líquido y compensa en forma automática la desalineación angular de los asientos. Además mantiene un cierre hermético durante la contracción longitudinal del cuerpo de la válvula cuando se enfría.

En las tuberías para líquidos o gases se utiliza un tipo de válvulas de compuerta que permiten la limpieza del interior de la tubería. Por tanto, el diámetro interior de la válvula debe dejar pasar los rascadores o las esferas separadoras de los productos y debe ser igual o mayor que el de la tubería. Estas válvulas se denominan de conducto rectilíneo con orificio total (Fig. 2).

Movimiento de los elementos de control de flujo

Una parte importante en el diseño de todas las válvulas es para el mecanismo de movimiento del elemento de control de flujo. En las válvulas de compuerta se utiliza un vástago que se extiende desde el elemento, o sea, la compuerta hasta el exterior de la válvula (Fig. 3). Se utiliza una serie de técnicas para hacer que el vástago mueva la compuerta para abrir y cerrar la trayectoria de flujo. Las válvulas con vástago elevable tienen la ventaja de una fácil indicación visual de la cantidad de apertura. En la construcción de rosca externa y yugo, la cuerda del vástago no hace contacto con el medio circulante y se recomienda en aplicaciones a altas temperaturas o en líquidos corrosivos. Las válvulas para servicio en ambiente corrosivo incluyen servicio marino o en plataformas de perforación fuera de la costa y a menudo son del tipo con rosca interna para proteger la cuerda con el vástago.

Las válvulas de compuerta grandes requieren un número excesivo de vueltas del volante para abrirlas o cerrarlas. Hay disponibles trenes de engranes que disminuyen la torsión requerida para mover la compuerta; pero si se requiere operación rápida, la única solución aceptable es un actuador.

Métodos de sellamiento

En las válvulas de compuerta se requiere sellamiento en cuatro lugares. Tres de ellos son para evitar fugas al exterior y el cuarto es para restringir el escurrimiento del fluido, por lo general corriente abajo, cuando está cerrada la válvula.

Los sellos contra fugas al exterior están en las conexiones de extremo, en la unión entre el bonete y el cuerpo y alrededor del vástago. Los sellos para las conexiones de extremo son idénticos a los utilizados para otros accesorios de la tubería y se suelen incluir en las especificaciones de la tubería. La unión entre el bonete y el cuerpo es parte del diseño de la válvula y debe ser adecuada para las condiciones del proceso (Fig. 4). A menudo, el bonete está construido para facilitar el acceso a los componentes internos desmontables y suele alojar el sello del vástago. En las válvulas para vapor a presiones y temperaturas altas suelen ser del tipo de bonete con sello de presión. Se utiliza la presión interna en la tubería para que la unión entre el bonete y el cuerpo sea hermética; una vez lograda, no se requiere ajuste. El sellamiento del vástago es más difícil que los otros dos sellos porque existe una superficie móvil. La mayor parte de las válvulas de compuerta tienen un ajustador externo del empaque del vástago y, a menudo, el sello del vástago se puede volver a empaquetar cuando está sometido a presión por medio del apriete de la cuña contra el bonete cuando la válvula está abierta por completo.

El sello para evitar el escurrimiento del fluido corriente abajo cuando está cerrada la válvula, depende del cierre hermético de la cuña contra un asiento. En la selección del tipo de cuña y asiento se deben tener en cuenta los cambios en la presión y la temperatura. Esos cambios

pueden ocasionar que la tubería aplique esfuerzos y ocurra deformación o desalineación de las superficies de sellamiento.

Hay dos tipos básicos de sellamiento en las válvulas de compuerta: contacto de metal con metal y de metal en contacto con un metal que tiene un inserto de material elástico. El sello de metal con metal produce la máxima resistencia mecánica, pero tiene la desventaja de posibles pegaduras y desgaste. Las cuñas y asientos de muchas válvulas de compuerta se acaban con maquinado de precisión y después se pulimentan para dar un ajuste preciso. Es difícil mantener este ajuste hermético y cuando se pone la válvula en servicio se deben esperar algunas fugas después de unos cuantos ciclos de funcionamiento. La mayoría de los fabricantes de válvulas de compuerta con sello de metal con metal utilizan materiales de construcción de diferente dureza para la cuña y el asiento a fin de minimizar las pegaduras y el desgaste.

Un sello de metal con metal en el que una de las superficies tiene un inserto elástico produce sellamiento primario elástico y sellamiento secundario de metal con metal. Esta construcción sólo se utiliza con temperaturas y presiones que no perjudiquen el inserto elástico. Muchos usuarios han tenido buenos resultados con válvulas que tienen sello primario elástico y sello secundario de metal con metal en los lados de corriente arriba y abajo del elemento en aplicaciones con doble corte y purga. Estas válvulas se utilizan en donde el escurrimiento por cualquier sello produciría contaminación del producto y se utilizan junto con una válvula de purga entre los asientos. Cuando se cierra la válvula principal, se abre la válvula de purga y se detecta de inmediato cualquier fuga.

Requisitos de espacio y pesos

La válvula de compuerta ofrece mayor variedad de mecanismos para mover la compuerta. También tiene la desventaja de que es pesada y requiere mucho espacio para instalarla. Si se selecciona una válvula de rosca externa y yugo con vástago elevable, el trabajo del diseñador exige que determine la dimensión desde la línea de centro de

la válvula hasta la parte superior del vástago con la válvula abierta. A veces, hay que seleccionar otro tipo de válvula para disminuir el espacio requerido. Dado que las válvulas de compuerta son sensibles a las cargas impuestas por la tubería, se deben incluir soportes adecuados en los tubos.

VÁLVULAS DE MACHO

La válvula de macho, que es un perfeccionamiento del grifo sencillo, es la más antigua de todas. Se han encontrado en las ruinas de Pompeya válvulas de macho de bronce, casi intactas, que se supone se utilizaron en los acueductos en el año 79 de nuestra era. Las válvulas de macho, igual que las de compuerta modernas, se destinan para servicio de paso y cierre; algunos usuarios han utilizado válvulas de macho en servicio con estrangulación pequeña, durante muchos años, con buenos resultados.

Los componentes básicos de estas válvulas son el cuerpo, el macho y la tapa. El macho es cónico o cilíndrico y tiene un conducto por el cual circula el líquido. En la posición abierta, la cavidad en el macho conecta los extremos de entrada y salida de la válvula y permite flujo lineal.

Las válvulas de macho están disponibles con abertura redonda, normal, de venturi y de recorrido corto (Fig. 5). La válvula con abertura redonda tiene una abertura a todo el diámetro en el macho y en el cuerpo. La válvula normal también tiene orificios con asiento de área total que suelen ser rectangulares.

La válvula de venturi tiene orificios redondos o rectangulares con una zona reducida y un cuerpo que se asemeja a un venturi. La válvula de recorrido corto tiene orificios del asiento de apertura total o reducida que suelen ser rectangulares y que tienen las mismas dimensiones entre cara y cara que las válvulas de compuerta de los mismos tamaño y capacidad de presión.

Una característica importante de la válvula de macho es su fácil adaptación al tipo de orificios múltiples (Fig. 6). Las válvulas de macho de tres y de cuatro vías

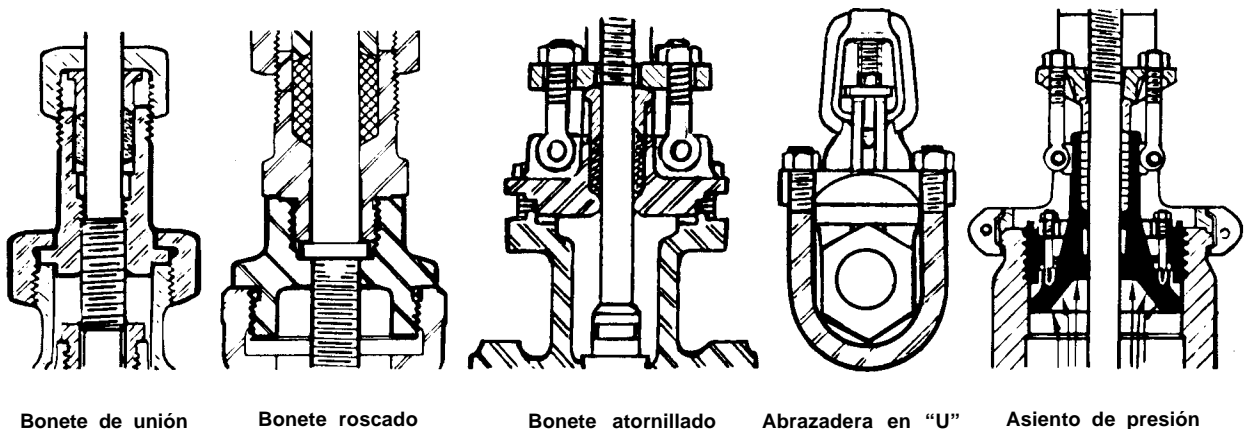


Fig. 4 Variaciones en el bonete en diversos tipos de válvulas de compuerta

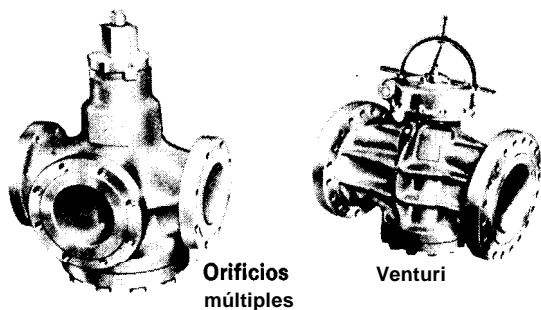


Fig. 5 Válvulas de macho de orificios múltiples y de Venturi

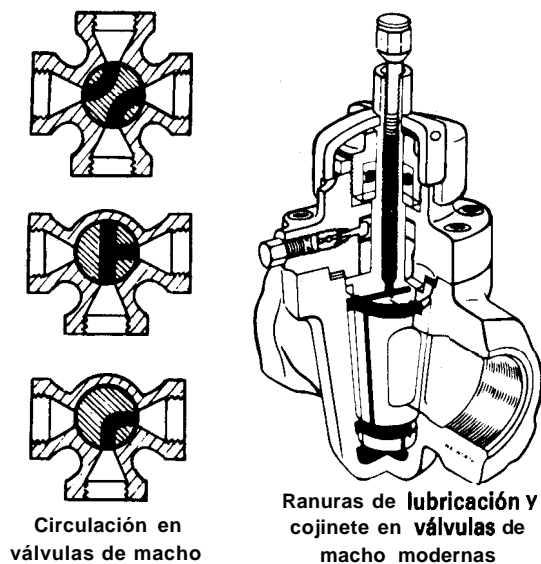


Fig. 6 Circulación en válvulas de macho de orificios múltiples

tienen mucho uso en la industria de procesos químicos. Ofrecen considerables economías porque la válvula puede funcionar en muchas instalaciones para reducir o simplificar la cantidad de tubería. Se puede utilizar la válvula de orificios múltiples en lugar de varias válvulas de orificio sencillo, con lo cual se reduce el número de conexiones y accesorios.

Las válvulas de macho con orificio completo producen caídas de presión comparables con las de las válvulas de compuerta abiertas del todo, pero los machos de superficie reducida tienen grandes variaciones en las pérdidas por fricción. Los diseñadores deben tener cuidado de no pasar por alto las caídas de presión en los machos de orificio reducido, en particular las de orificios múltiples.

Movimiento de los elementos de control de circulación

En las válvulas de un solo orificio el macho gira 90° desde la posición de apertura total a la de cierre total y se la denomina, a veces, válvula de un cuarto de vuelta. Las válvulas con orificios múltiples pueden girar hasta 270° , según el número y la disposición de los orificios.

En los tamaños pequeños, se hace girar el macho por medio de un operador de palanca conectada en el exterior del vástago. La palanca es, casi siempre, en forma de L, pero puede ser en forma de T, cuando se requiere accionarla con cadenas desde abajo. En las válvulas de orificio sencillo los topes suelen ser parte integral de la tapa y es fácil determinar en forma visual la posición del orificio. La palanca está perpendicular con la tubería cuando se cierra la válvula y queda paralela con ella cuando se abre la válvula.

La torsión de operación aumenta según el tamaño y la presión en la tubería y en las válvulas de operación manual se emplean cajas de engranes cuando la palanca es impráctica. La mayoría de los usuarios tienen sus propias especificaciones para los operadores; en caso contrario, se debe consultar con el fabricante.

Métodos para sellamiento

Los puntos que requieren sellos en una válvula de macho son los mismos que en una de compuerta y los que evitan fugas hacia el exterior funcionan con los mismos principios. Algunos sellos pueden ser del tipo de sello anular ("O" ring) o mediante la inyección de una empaquetadura líquida en una ranura anular o con sistemas especiales. Los sellos para evitar el escurrimiento corriente abajo son exclusivos de las válvulas de macho.

Hay dos tipos generales de válvulas de macho: lubricadas (Fig. 7) y sin lubricar (Fig. 8). En el tipo lubricado se inyecta lubricante a presión entre la cara del macho y el asiento en el cuerpo para evitar fugas. Con la lubricación se aprovecha la ley de Pascal que dice "una presión unitaria aplicada a un fluido contenido en un recipiente cerrado se transmite de modo uniforme a todas las zonas de las superficies que confinan el fluido sin

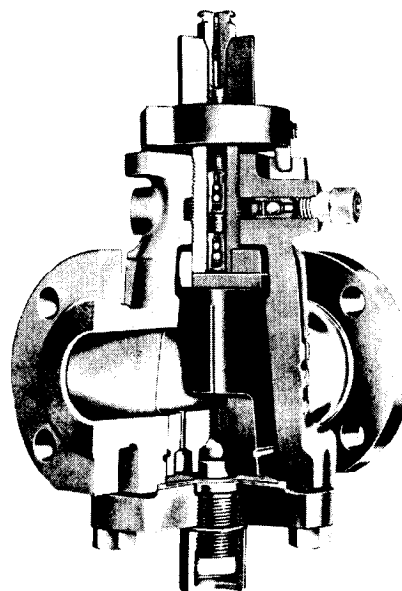


Fig. 7 Válvula de macho lubricada; tapa inferior atornillada

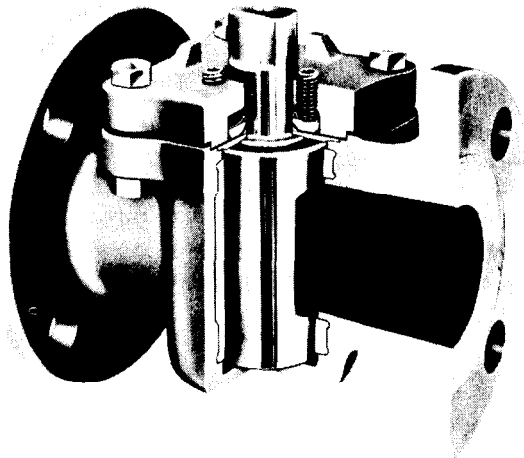


Fig. 8 Válvula de macho no lubricada, con camisa

reducción en la fuerza, con lo cual multiplican la fuerza muchas veces, según sea el área del interior del recipiente". Debido a la multiplicación de la fuerza, el lubricante sirve también para separar el macho de su asiento y reducir el esfuerzo inicial de rotación, así como para reducir la fricción y el desgaste entre estas superficies durante la rotación. Después de un tiempo largo de no funcionar, la facilidad de "bombear" al macho fuera de su asiento es muy útil para reducir la torsión inicial. La válvula de macho lubricado sólo cierra en el lado de corriente abajo, pero es quizá el sello más exento de fugas de que se dispone, si está bien lubricada.

En un tipo de válvula no lubricada se utilizan sellos primarios elásticos contra uno o ambos asientos. Mediante una acción de excéntrica se logran la dilatación y contracción perpendiculares de los segmentos de sello. Se ha provisto una placa inferior de acceso que permite el servicio a la válvula conectada en la tubería con sólo mover piezas pequeñas. Hay un modelo que se utiliza mucho para aplicaciones con doble cierre y purga y hay tomas para purga del cuerpo entre los asientos.

La válvula no lubricada puede ser del tipo de elevación, de excéntrica o puede tener una camisa o un revestimiento de elastómero para el macho que elimina la necesidad de lubricar entre el macho y el asiento. La válvula de macho con camisa (Fig. 8) tiene mucha aplicación en las industrias de procesos químicos para manejar fluidos corrosivos. Una camisa hecha con un plástico de fluorocarbono (TFE) rodea por completo el macho y está fija en su lugar por el cuerpo metálico. Con esto se tiene un sello primario continuo entre la camisa y el macho en todo momento, tanto al girar el macho como cuando está abierto o cerrado. La camisa de TFE es muy durable e inerte, excepto para algunos fluidos de uso muy raro. También tiene un bajo coeficiente de fricción y tiende a ser de autolubricación. La válvula también tiene un diafragma y un disco de empuje de TFE que eliminan por completo el contacto de metal con metal.

Requisitos de espacio y peso

La válvula de macho es muy compacta y requiere un mínimo de espacio. Por ello, pesa menos que las válvulas de compuerta o de globo.

VÁLVULAS DE BOLA

Mecanismos de control de circulación

Aunque las válvulas de bola se han utilizado desde hace mucho tiempo, sólo han tenido aceptación grande en la industria de procesos químicos en los últimos 15 años. Esto se ha debido a los adelantos en la tecnología de los elastómeros y plásticos y al perfeccionamiento de máquinas herramientas que pueden producir las bolas en serie. Los primeros diseños tenían asientos de metal con metal y no eran a prueba de burbujas. Las burdas empaquetaduras y asientos metálicos de las válvulas antiguas se han sustituido con materiales como polímeros fluorados y Nylon y las bolas de producción actual son mucho mejores que las antiguas.

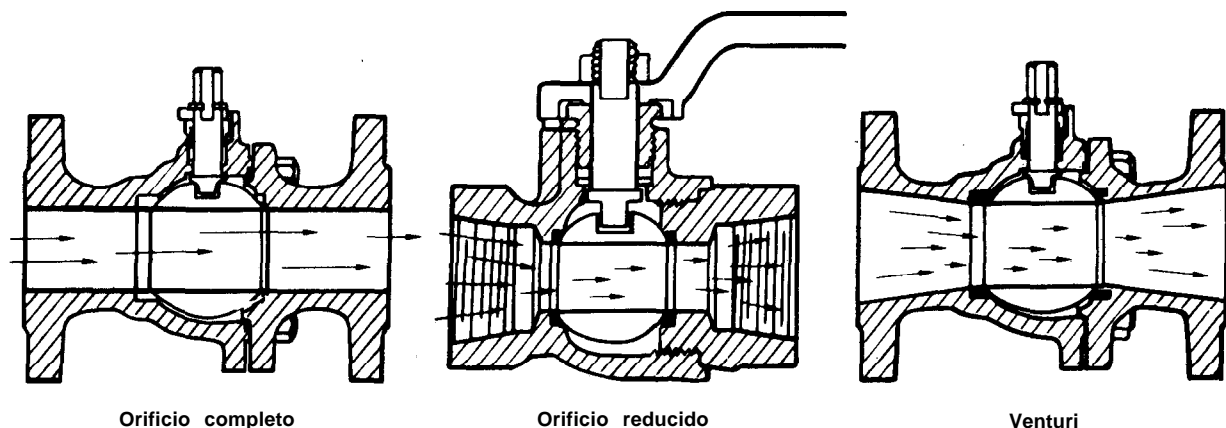


Fig 9 Válvulas de bola: orificio completo, reducido y de Venturi

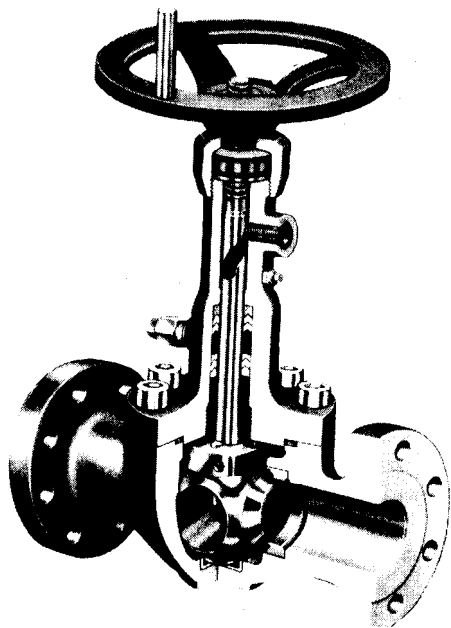


Fig. 10 La válvula de bola de vástago elevable tiene un operador exclusivo

La válvula de bola básica es una adaptación de la válvula de macho. Tiene una bola con un orificio en un eje geométrico para conectar las partes de entrada y de salida del cuerpo. En la posición abierta, el flujo es rectilíneo y para cerrarla, se gira la bola 90°. Las válvulas de bola son de tipos de venturi, orificio reducido y orificio completo (Fig. 9). La caída de presión es función del orificio que se utilice; en el tipo de orificio completo es casi la misma que en una válvula de compuerta de los mismos tamaño y capacidad de presión. Las válvulas de bola, igual que las de macho, se pueden obtener en el tipo de orificios múltiples, lo cual permite ahorros en el costo de válvulas y tubería.

Movimiento del elemento de control de circulación

En general, los sistemas para mover la bola son similares a los de las válvulas de macho. En los tipos antiguos había fijación entre el vástago y la bola que no impedía, por acción mecánica, el escape de vapor a presión por la tapa y aún hoy es aconsejable verificar este aspecto. Esta válvula, igual que la de macho, también es de un cuarto de vuelta. Los tamaños pequeños se hacen girar con una palanca; en los grandes se utiliza una unidad de engranes. Los tamaños que requieren engranes son más variables que en las válvulas de macho; hay que consultar con el fabricante.

Un estilo de válvula de bola tiene un sistema exclusivo para la rotación de la bola (Fig. 10). El vástago atraviesa por una empaquetadura, tiene una ranura espiral y se conecta a rosca, en forma similar a la válvula de compuerta. La parte roscada se impulsa hacia arriba o abajo con un yugo que se hace girar con un volante. Una guía para el vástago en el bonete de la válvula acopla con la

ranura en espiral y, cuando se sube o se baja el vástago, el movimiento se convierte en rotación de la bola. Por ello, esta válvula se llama de bola con vástago elevable e incluye un indicador de cierre para indicar la posición de la válvula entre apertura y cierre totales. La ranura espiral en el vástago está destinada para empujar por acción mecánica a la bola contra su asiento cuando está cerrada, mediante una acción de excéntrica y al mismo tiempo eliminar la fricción entre la bola y su asiento durante los ciclos de apertura y cierre.

Métodos para sellamiento

En las válvulas de bola se emplean sellos contra fugas al exterior que pueden ser desde sellos anulares hasta empaquetaduras convencionales en el vástago. El sellamiento para las conexiones de extremo debe ir de acuerdo con las especificaciones de tubería y los sellos son idénticos a los utilizados para conectar tubos y accesorios.

Las válvulas son de cuerpos de entrada superior, cuerpo dividido con entrada de extremo y soldado. Además, se clasifican como de bola flotante o montada en muñón. En la válvula de bola flotante, la presión en la tubería empuja a la bola flotante contra su asiento en el lado de corriente abajo. Conforme aumenta la presión en la tubería también aumenta la eficacia del sello; sin embargo, las bajas presiones diferenciales ocasionan problemas. Para tener sellamiento con bajas presiones diferenciales, a menudo se hace una compresión previa de los asientos de plástico durante el ensamble. La torsión de operación aumenta de acuerdo con el tamaño y con la presión diferencial; por tanto, el tamaño y la gama de presiones están limitados.

Para las bolas de montaje en muñones, la posición de la bola se fija con guías superior e inferior con cojinetes

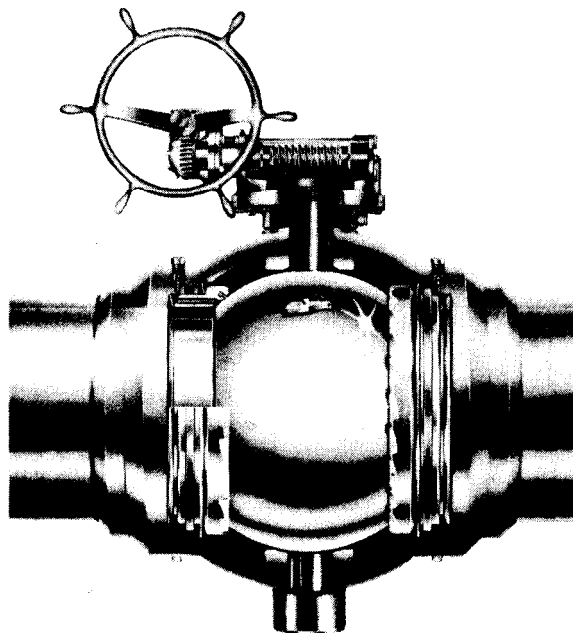


Fig. 11 Válvula de bola montada en muñón con asientos giratorios

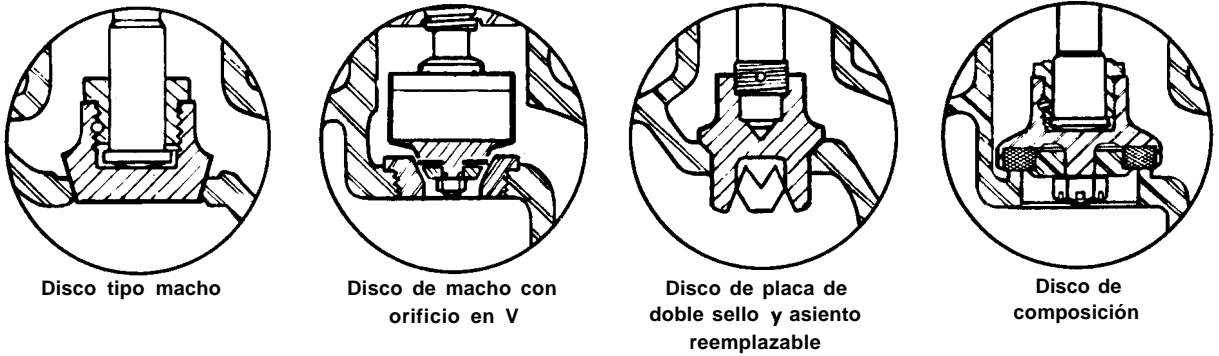


Fig. 12 Discos de diversos tipos para válvulas de globo

y la presión en la tubería mueve a los asientos contra la bola. Cada asiento se mueve en forma independiente y la mayor parte de los tipos están bajo carga de resorte para cerrar con bajas presiones diferenciales (Fig. 11). Los asientos pueden girar libres o se hacen girar con cierta fuerza cada vez que se acciona la válvula para distribuir el desgaste de los asientos. Las válvulas con bola montada en muñones se seleccionan con mucha frecuencia para aplicaciones de doble cierre y purga y tienen la válvula de purga entre los asientos.

En las válvulas de bola flotante o montada en muñones, los anillos de asiento pueden requerir sellamiento contra el cuerpo para evitar fugas y escurrimientos. En los tipos de entrada superior, se necesitan sellos entre el cuerpo y el bonete o tapa de la válvula. En las de cuerpo dividido con entrada lateral, se necesitan sellos entre cada parte del cuerpo y la correlativa.

Las válvulas de bola son de funcionamiento rápido, de 90° para apertura y cierre, son de fácil mantenimiento, no requieren lubricación y producen cierre hermético a una torsión baja. Sus aplicaciones son limitadas debido a las propiedades de resistencia de los materiales de los asientos y sellos a la presión y la temperatura. Aunque la lubricación no es esencial, algunas válvulas tienen conductos internos y graseras para lubricación. Cuando el cierre hermético es indispensable y es imposible el mantenimiento periódico de las válvulas, la lubricación les da la capacidad de cierre hermético en caso de emergencia.

Requisitos de espacio y peso

Las válvulas de bola son compactas y pesan bastante menos que las de compuerta; por ello se utilizan en espacios muy reducidos. Son las válvulas estándar en la mayor parte de las plataformas petroleras fuera de la costa y cada vez se emplean más en las refinerías de petróleo y en las plantas de procesos químicos.

VÁLVULAS DE GLOBO

Mecanismo de control de flujo

La categoría de válvulas de globo abarca gran número de tipos que incluyen los de operación manual y auto-

matizada para control. La característica común es su construcción interna, que consiste en un disco o macho que se mueve dentro del cuerpo de la válvula y acopla con un asiento para el cierre (Fig. 12). Estas válvulas se utilizan, normalmente, para aplicaciones con estrangulación y suelen tener una trayectoria tortuosa para circulación y a menudo un cambio de 90° en el sentido de la circulación. La mayor parte son unidireccionales y una flecha fundida en el cuerpo indica el flujo que suele ocurrir debajo del disco o macho. La caída de presión suele ser grande en las válvulas de globo y, para minimizar la caída, muchos fabricantes ofrecen válvulas en Y y en ángulo.

Movimiento del elemento de control de circulación

Los sistemas para mover el elemento de las válvulas de globo son, en esencia, los mismos que en las válvulas de compuerta (Fig. 13).

Métodos para sellamiento

Los problemas de sellamiento o cierre y sus resoluciones en las válvulas de globo son semejantes a los de las válvulas de compuerta, excepto el sello para restringir el escurrimiento corriente abajo.

Las válvulas de globo de operación manual tienen un disco o un macho que acoplan con un anillo de asiento metálico. El disco puede ser todo de metal o tener un inserto elástico. El sellamiento elástico se hace al oprimir una superficie metálica contra una de caucho (hule) o plástico. Cuando el servicio no es severo o la presión no es alta, este tipo de sello produce un cierre hermético y es deseable en particular para líquidos que contienen partículas de sólidos. Cuando se atrapa una partícula entre las superficies de sellamiento, se la comprime contra la superficie blanda y no interfiere con el cierre. El sello elástico no es tan adecuado como el de metal con metal cuando se necesita estrangulación.

Requisitos de espacio y peso

Las válvulas de globo necesitan igual espacio y pesan casi lo mismo que las de compuerta. Aunque no son tan sensibles como las de compuerta a las cargas impuestas

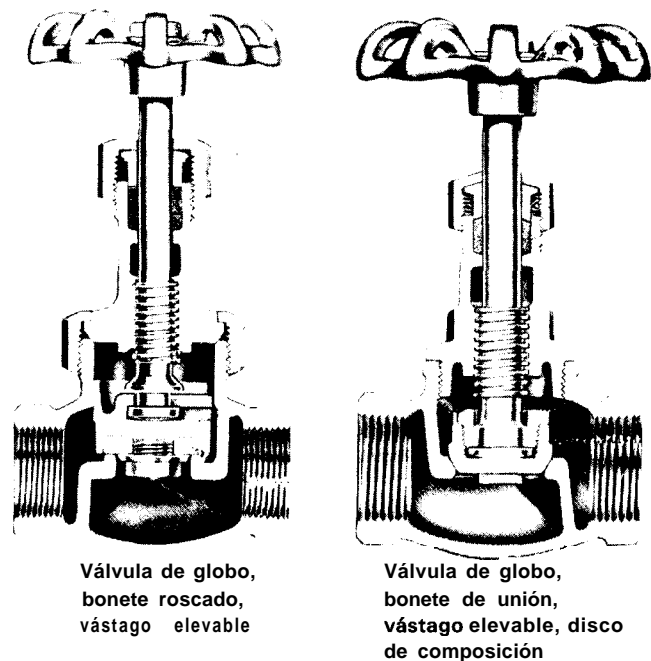


Fig. 13 Válvulas de globo con bonetes roscados y de unión

por la tubería, las de globo siempre deben tener soporte adecuado.

VÁLVULAS DE MARIPOSA

El principio del diseño de las válvulas de mariposa es el mismo que el de una puerta o registro de control del tiro en una chimenea. El disco tiene casi el mismo diámetro que la tubería. Las válvulas de mariposa son del tipo de oscilación total o con asientos para el cierre. En la válvula de cierre, se hace girar el disco contra un asiento que suele tener un sello de elastómero. Las válvulas para baja presión suelen tener revestimiento completo con caucho o material similar; cuando cierran, el disco comprime el revestimiento en los 360°. Muchos ingenieros opinan que cuando el sellamiento del disco contra el revestimiento está en línea directa con el vapor, es muy difícil mantener el sellamiento en la zona del vástago. En otras palabras, si el sellamiento del disco está alineado con un saliente en la línea de centro del vástago, habrá problemas con el sellamiento del disco. Por ello, algunos fabricantes hacen que el sello del disco esté descentrado, desde el saliente en la línea de centro del vástago.

Los cuerpos de las válvulas de mariposa de tamaño pequeño son de extremos roscados y se atornillan a la tubería. Las válvulas de tamaño más grande están destinadas para instalación entre un par de bridas y se clasifican como tipo de disco y tipo de orejas. En la válvula de disco o de "oblea" los tornillos abarcan el cuerpo. El tipo de orejas es para facilitar el servicio en lugares de difícil acceso; el cuerpo tiene orejas que suelen estar taladradas y machueladas. Los tornillos se pueden instalar desde cualquier lado y la válvula se puede dejar en la tubería cuando se desconecta la tubería en un lado (Fig. 14).

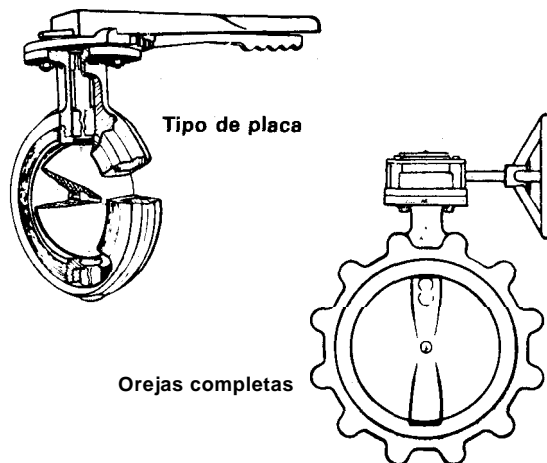


Fig. 14 Válvulas de mariposa en tipos de placa y orejas

Las válvulas de mariposa son adecuadas para servicio de paso y cierre o de estrangulación y tienen bajas pérdidas por fricción del líquido. Son adecuadas en especial para grandes volúmenes de gases o líquidos a presiones bajas. Son una buena selección para pastas aguadas o líquidos con muchos sólidos en suspensión y no permiten la acumulación de sedimentos. Son de acción rápida, porque 1/4 de vuelta del vástago moverá al disco de la posición de apertura a la de cierre total. Las válvulas con revestimiento están limitadas a presiones no mayores de 150 psi y todas ellas tienen limitaciones para temperaturas debido al material del asiento y el sello. Las válvulas que tienen sellos de elastómero están disponibles para una serie de presiones, incluso las de ANSI 600-16. Están disponibles válvulas para altas temperaturas con asientos de metal con metal, pero no son de cierre hermético.

VÁLVULAS DE DIAFRAGMA

Hay muchos tipos de cuerpos para las válvulas de diafragma y recaen en dos clasificaciones: de sumidero (o según la patente a favor de Saunders, Fig. 15) y de circulación rectilínea. La válvula Saunders es la que más se utiliza porque ofrece cierre hermético y una carrera corta que permite el uso de materiales más duros y menos flexibles, como el Teflón para el diafragma. El tipo de circulación rectilínea tiene uso limitado porque hay pocos elastómeros (y muchos menos plásticos) de suficiente flexibilidad para soportar la carrera larga que se necesita.

Las válvulas de diafragma no requieren empaquetadura en el vástago, porque el diafragma aísla los mecanismos de actuación de los flujos. La válvula consta de un cuerpo, bonete y diafragma flexible. El vástago está conectado con un opresor que, a su vez, está conectado con el diafragma.

Cuando se abre la válvula, se mueve el diafragma fuera del conducto de flujo y, cuando está cerrada, el diafragma produce un asentamiento hermético contra una zona de sumidero o contorneada en el fondo del cuerpo.

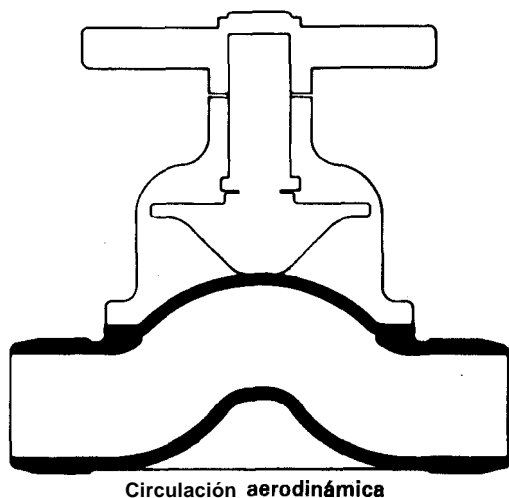


Fig. 15 Válvula de diafragma tipo sumidero (patente de Saunders)

La caída de presión en la válvula del tipo de sumidero es más o menos igual a la de una válvula de globo y, al igual que ésta, la de diafragma se utiliza a menudo en servicio de estrangulación.

La válvula de diafragma es adecuada para productos viscosos, pastas aguadas o líquidos corrosivos. Muchas soluciones o pastas aguadas que obstruirían, corroerían o formarían gomas en otras válvulas, pasan sin problema por las de diafragma. En aplicaciones sumamente corrosivas, el cuerpo de la válvula de diafragma está revestido con elastómeros, plásticos o vidrio. En las plantas de energía nuclear, se utilizan mucho los cuerpos de acero inoxidable.

VÁLVULAS DE RETENCIÓN

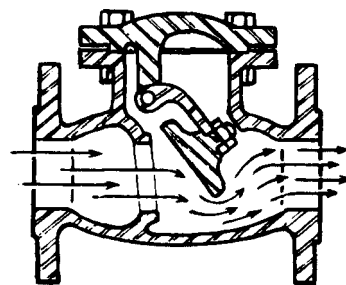
Las válvulas de retención (*check*) impiden el flujo inverso en las tuberías. Son de funcionamiento automático y se mantienen abiertas por la presión del fluido que circula. El cierre se logra mediante el peso del mecanismo de retención o por la contrapresión cuando se invierte el flujo.

Las válvulas de retención están disponibles en los tipos de bisagra, disco inclinable, elevación (disco, pistón o bola) o de cierre y retención para vapor (Fig. 16).

La válvula convencional de bisagra tiene una placa o "chapaleta" embisagrada en la parte superior, que produce muy poca caída de presión. La placa puede ser un disco de material compuesto cuando el líquido contiene partículas de sólidos, el ruido es indeseable o si se requiere un cierre hermético. Para reducir las presiones de golpe, de ariete o de choque, se instalan una palanca y un peso externos que producen un cierre más rápido, pero aumentarán la caída de presión.

Las válvulas de disco oscilante mantienen una baja resistencia a la circulación por su diseño rectilíneo. El punto de pivoteo se selecciona para distribuir la presión y tener cierre rápido cuando se invierte el flujo y se considera como que no cierra de golpe. Cuando es deseable que

Tipo bisagra



Tipo elevación

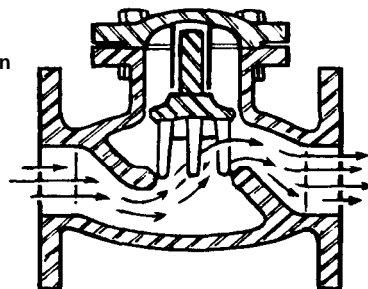


Fig. 16 Válvulas de retención de bisagra y de elevación

el cierre sea más lento, se puede utilizar un amortiguador externo. La placa flota cuando hay pleno flujo y empieza a cerrar por inclinación a un ángulo creciente con la trayectoria de paso cuando se reduce el flujo. El disco inclinable produce menos caída de presión a bajas velocidades y más caída a alta velocidad que una válvula equivalente de bisagra.

En los tipos más recientes de válvulas ya no se utilizan tanto los cuerpos con brida y ahora tienen cuerpos de placa u "oblea" para instalación entre bridas de tubo. Estos cuerpos están disponibles con placas sencillas montadas excéntricas que producen efecto de disco inclinable o con dos placas embisagradas en el centro. Este último tipo suele tener resortes para ayudar al cierre rápido y minimizar los choques al cerrar. La caída de presión en cualquiera de los tipos de válvulas con cuerpo de placa suele ser más grande en los tamaños pequeños que en los de bisagra y menor en los más grandes. Las válvulas con cuerpo de placa o con brida se deben instalar en tuberías horizontales o verticales con flujo ascendente, pero nunca con flujo descendente.

El disco o bola en una válvula de retención de elevación sube dentro de guías en su asiento, por la presión ascendente. Cuando se invierte el flujo, el disco o bola vuelven a caer a su asiento por el flujo inverso y por gravedad. La válvula de retención de pistón es un disco con un amortiguador constituido por un pistón y un cilindro que amortiguan cuando ocurre la inversión de flujo. Esta válvula es adecuada para servicios en donde ocurren frecuentes inversiones de flujo y es, quizá, la única que se ha utilizado con éxito en aplicaciones en donde alterna el flujo. La caída de presión es mayor que en cualquiera de los otros tipos.

Las válvulas de cierre y retención suelen ser de globo o en ángulo y un vástago que se utiliza para tener un asen-

tamiento hermético o restringir la elevación del disco. El vástago no está conectado con el disco y no se puede utilizar para abrir la válvula. Este tipo de válvula se utiliza en tuberías de vapor desde calderas más que en cualquier otra aplicación.

Las válvulas de pie son válvulas de retención especiales y se utilizan en la parte inferior del tubo de succión en una bomba horizontal. Mantienen el cebado en la bomba y suelen incorporar coladeras (pichanchas) para impedir la entrada de cuerpos extraños.

Referencias

1. Hydrocarbon Processing Market Data, 1967, Gulf Pub. Co., p. 8 y p. 11.
2. De un trabajo presentado por Robert B. McKee, Sun Oil Co., en una sesión de grupo durante la 29a. Annual Petroleum Mechanical Engineering Conf., Sept. 1974.
3. Basada en un discurso de L. E. Upp de Daniel Industries, Houston, Tex., en una sesión de grupo durante la 29a. Annual Petroleum Mechanical Engineering Conf., Sept 1974.

El autor



John T. Wier es gerente de servicios de ingeniería en Hudson Engineering Corp., Box 36100, Houston TX 77036, en donde está a cargo de recipientes de presión, servicios de ingeniería de diseño y dibujo y departamento de selección de materiales. Tiene título de ingeniero mecánico de Texas A and M University; es miembro del Comité de Códigos de Tuberías para Refinerías de Petróleo ANSI B31.3 y es perito ingeniero registrado en el estado de Texas.

Selección de válvulas de alto rendimiento

En las últimas dos décadas, las válvulas de alto rendimiento han sido el resultado de los adelantos en los materiales de construcción combinados con diseños mejorados de cuerpos, asientos y sellos. Se presentan sugerencias para selección y determinación del tamaño.

Donald W. Bean, Jamesbury Corp.



En este artículo se describen las válvulas de alto rendimiento, o sean, las de diseño avanzado, fabricadas con componentes seleccionados con sumo cuidado. Por supuesto, todavía hay demanda en la industria de procesos químicos (IPQ) de "válvulas normales para servicio normal". Empero, las crecientes complejidad y tamaño de las nuevas plantas exigen válvulas que sean, hasta el máximo posible, a prueba de fallas en condiciones extremas de operación. La necesidad primaria de los usuarios y la meta de los fabricantes es la durabilidad durante largos periodos con poco o ningún mantenimiento.

A veces existe la tentación de decir que los fabricantes de válvulas previeron la necesidad de componentes nuevos y mejorados en la IPQ, conforme ha ido creciendo en tamaño y complejidad. En realidad, ocurrió lo contrario. Los fabricantes se vieron obligados a aprender a comunicarse con los usuarios. Esto significó no sólo un cambio básico en las actitudes y modo de pensar por parte de los administradores, sino también una reestructuración de las actividades de ingeniería, ventas y mercadotecnia.

Por ejemplo, el vendedor de válvulas de la actualidad es la antítesis del tipo de vendedor que sólo sabía cotizar precios y fechas de entrega. Debe conocer a fondo los procesos de sus clientes y darles información del rendimiento de las válvulas utilizadas en una aplicación específica. También necesita conocer los casos de fallas de los productos y los de otros fabricantes y debe recomendar la aplicación correcta para que no se repitan las fallas.

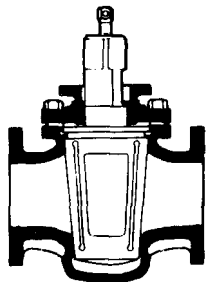
SELECCIÓN DE VÁLVULAS

La selección de válvulas implica muchas decisiones que van más allá de una simple elección de cierto tipo o estilo. Los usuarios han aprendido que el criterio más importante es el rendimiento del sistema. Buscan productividad, rendimiento, calidad y seguridad óptimas de la planta y la seguridad de un mínimo absoluto de tiempo perdido. También deben tener en cuenta las limitaciones impuestas por algunos reglamentos para protección del ambiente.

Hasta no hace mucho tiempo, la selección de válvulas era un proceso de tanteo efectuado de acuerdo con algunos aspectos básicos: las válvulas de compuerta y de macho son adecuadas para servicio de paso y de corte, las de globo son las mejores para estrangulación y las de mariposa son útiles para graduar el flujo si las presiones son bajas. En la actualidad, cualquiera de estas válvulas puede ser la adecuada para un trabajo particular gracias principalmente a los adelantos en materiales de construcción.

Se pueden tomar algunas decisiones para la selección con la consulta de las hojas de datos de los fabricantes. Si la aplicación tiene limitaciones en cuanto a peso, espacio disponible, torsión para operación, caída de presión u otros factores mecánicos, estos datos aparecen en las hojas de especificaciones. Sin embargo, la decisión más importante será elegir los materiales para el cuerpo, las garniciones y los asientos. Por supuesto, el tamaño de

Características de los principales tipos de válvulas utilizadas en la industria de procesos químicos



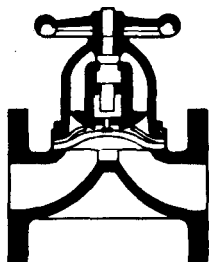
Válvulas de macho

En el mecanismo de un reloj de agua egipcio hecho antes del año 2000 a.C. se utilizó una válvula de macho. Su diseño sencillo y sin complicaciones se ha conservado todo ese tiempo, debido quizá a que todavía es de apertura y cierre rápidos y operación con 1/4 de vuelta, a un costo mínimo. Las limitaciones básicas de las válvulas de macho son los problemas con la torsión y los asentamientos. En las válvulas antiguas se utilizaban sellos de metal con metal, sin lubricación, pero había problemas por las pegaduras y el desgaste. Aún así se emplean machos de este tipo en los tamaños pequeños. Los tipos mucho más modernos vienen en tamaños hasta de 34 in y con capacidad hasta para 10 000 psi de presión.

Hay disponibles dos tipos estándar de válvulas de macho. Uno, es el **lubricado** que resuelve los problemas de la fricción. Pero su uso está limitado por la compatibilidad química de la grasa y la atención constante a la lubricación. Las válvulas revestidas con un elastómero, como el **tetrafluoroetileno (TFE)**, cada día se utilizan más, aunque requieren altas torsiones. En algunos machos revestidos con elastómero se utiliza un resorte para empujarlo hacia abajo, pero su uso está limitado por la compatibilidad del material del resorte.

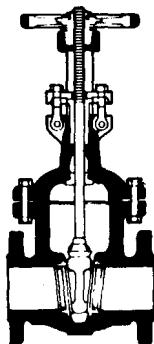
Válvulas de diafragma

Estas válvulas, que son adecuadas en particular para manejo de pastas aguadas son básicamente para paso y corte, porque tienen características deficientes para estrangulación con bajo volumen de circulación. Su ventaja principal es que consisten en un



cuerpo, un bonete y un diafragma flexible y se ha eliminado el sello del vástago, pero su principal desventaja es el material del diafragma. Cuanto más inerte sea el material, como el TFE, menos flexible es; cuanto más flexible sea el material, como el caucho, menor será su compatibilidad química.

Estas válvulas tienen otras dos desventajas inherentes, pero menos serias. Requieren vueltas múltiples y la de tipo más común (sumidero) puede tener fugas si se acumula material detrás del diafragma o si el sumidero se desgasta por erosión.



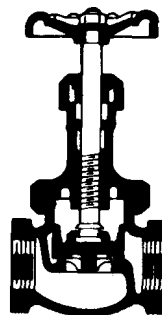
Válvulas de compuerta

La ventaja más importante de las válvulas de compuerta es que presentan poca restricción al flujo cuando están abiertas del todo. Sin embargo, por los efectos del flujo dinámico contra la cuña que no tiene soporte, estas válvulas no son eficaces para estrangulación. El traqueteo inducido por la velocidad del medio circulante más los ciclos frecuentes a la presión de la tubería, producen arrastre en el lado de corriente abajo que, combinado con la erosión, ocasiona desgaste del asiento y fugas.

Con apertura total y en el manejo de pastas aguadas, se acumulan los

sólidos en la cavidad del asiento e impiden el cierre total. Además, hay que cambiar con frecuencia las empaquetaduras porque son de vueltas múltiples y puede haber desgaste serio en el vástago. Otro factor que influye en los altos costos de mantenimiento es el reacondicionamiento periódico de los asientos.

Hay disponibles algunos diseños modificados para eliminar algunas de esas limitaciones. El más común es la compuerta de cuña dividida en la cual el sello es un disco dividido. El sellamiento depende de la torsión aplicada en el volante o la manija, en vez de que sea en la presión corriente arriba.



Válvulas de globo

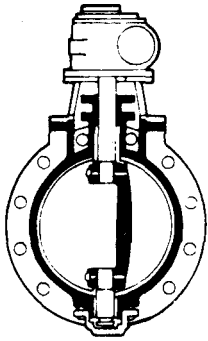
El uso principal de la válvula de globo es para estrangulación porque puede producir una caída repetible de presión en una amplia gama de presiones y temperaturas. Sin embargo, tiene baja capacidad y duración limitada del asiento debido a la turbulencia.

Su mantenimiento es costoso porque el sellamiento es de metal con metal, aunque ya hay asientos de materiales elastoméricos. Estas limitaciones explican por qué son inadecuadas para servicio con pastas aguadas.

Válvulas de mariposa

Estas válvulas, junto con las de bola, han compartido gran proporción de los esfuerzos de investigación y desarrollo para el empleo de nuevos materiales de construcción, en particular elastómeros y **plastómeros** para cuerpos, asientos y sellos. Este esfuerzo ha permitido lograr una nueva línea de

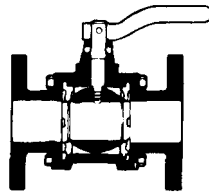
Características de los principales tipos de válvulas (cont.)



válvulas. Las válvulas de mariposa son sencillas, pequeñas, de poco peso y de bajo costo. Su circulación rectilínea minimiza la acumulación de sedimentos y produce poca caída de presión. Otra ventaja es que son de 1/4 de vuelta. Los tipos más recientes son para manejo de Grandes volúmenes de líquidos, gases o pastas aguadas y están disponibles en tamaños desde 2 in hasta más de 2 ft.

Algunos tipos tienen asientos duros con sellos anulares alrededor del disco; otros, pueden tener asiento blando y disco descentrado. El diseño se determina por los requisitos de servicio que pueden incluir temperaturas de 1 000°F a -32°F, cierre hermético a 1×10^{-5} Torr y presiones, en aplicaciones especiales, hasta de 1 500 psi. Subsisten algunos problemas de sellado y torsión y es difícil estrangular con una válvula de mariposa entre las po-

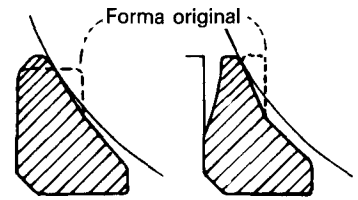
siciones de 60° de apertura y apertura total.



Válvulas de bola

La válvula de bola tiene ventajas inherentes de baja torsión de operación, buenas características de estrangulación y capacidad para alto volumen de flujo. Este diseño adquirió importancia para las válvulas de alto rendimiento cuando la tecnología de plásticos y elastómeros ofreció materiales confiables y repetibles para los asientos y sellos. Por ejemplo, el TFE tiene las propiedades químicas y mecánicas convenientes para trabajar en una amplia gama de temperaturas, presiones y propiedades de los fluidos.

En el siguiente boceto se ilustra un sello estructural de una válvula de bola. El asiento y pestaña del lado derecho se puede comparar con una sección de viga en la cual la ceja delgada en voladizo está sujeta por la estructura más fuerte del anillo externo. Dado que el TFE es elastómero, la flexión de esta estructura anular produ-



ce un efecto de resorte que mantiene la forma original del asiento cuando está sometido a esfuerzo. El concepto del voladizo, aplicado a la válvula de bola, explica por qué cuando se aplica presión a la estructura, se flexiona y retorna. Además, la acción de resorte compensa automáticamente el desgaste, y la forma de la pestaña, que hace contacto lineal entre la bola y el asiento, permite mínima torsión para la operación. La pestaña también actúa como rascador para limpiar la superficie de la bola cada vez que se acciona la válvula.

Aunque el diseño en voladizo produce mucha fuerza de sellamiento en el lado de corriente abajo, también hay fuerzas menores corriente arriba que, en la práctica, producen un doble sello. Con bajas presiones y con vacío, esto es una gran ventaja. Las limitaciones de estas válvulas suelen estar en la resistencia estructural de los materiales poliméricos para los asientos. Nunca se debe exceder de las capacidades para los asientos sin la aprobación del fabricante.

las válvulas y de los operadores son también parte del proceso de la selección.

El fluido que pasa por una válvula puede dañar el cuerpo y las guarniciones por erosión o por corrosión. La corrosión química por halógenos puede ser muy severa; los cloruros, por ejemplo, atacan y penetran en la película protectora del acero inoxidable. La mayoría de los fabricantes publican guías para la corrosión como ayuda en la selección de materiales.

También pueden ocurrir tres clases menos comunes de corrosión. La primera es la corrosión galvánica que puede ser seria cuando dos materiales desiguales están muy separados en la serie galvánica y está presente un electrolito fuerte.

La corrosión intergranular ocurre en los límites de los granos de los aceros inoxidables austeníticos (todos los aceros inoxidables de la Serie 300 son austeníticos), cuando se calientan en la gama de 850°F a 1 650°F. En esta gama de temperatura, a la cual se llega con frecuencia durante el proceso de recocido, se precipita carburo de cromo en los límites entre los granos y hace que estas zonas sean susceptibles al ataque corrosivo. Los aceros inoxidables se pueden desensibilizar por calentamiento

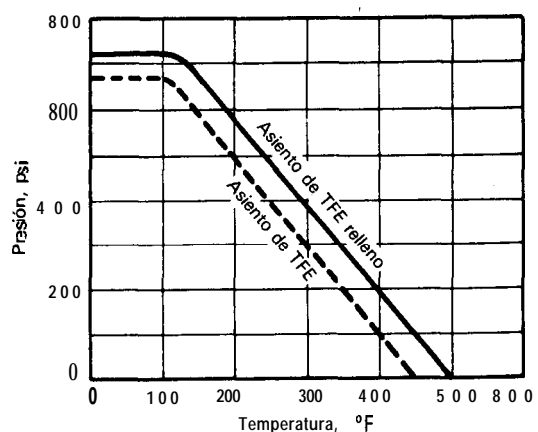


Fig. 1 Las gráficas de capacidad de los asientos simplifican la selección de materiales

a 1 800°F o más seguido por enfriamiento rápido por inmersión para evitar que se precipiten los carburos. La reducción del contenido de carbono de los aceros inoxi-

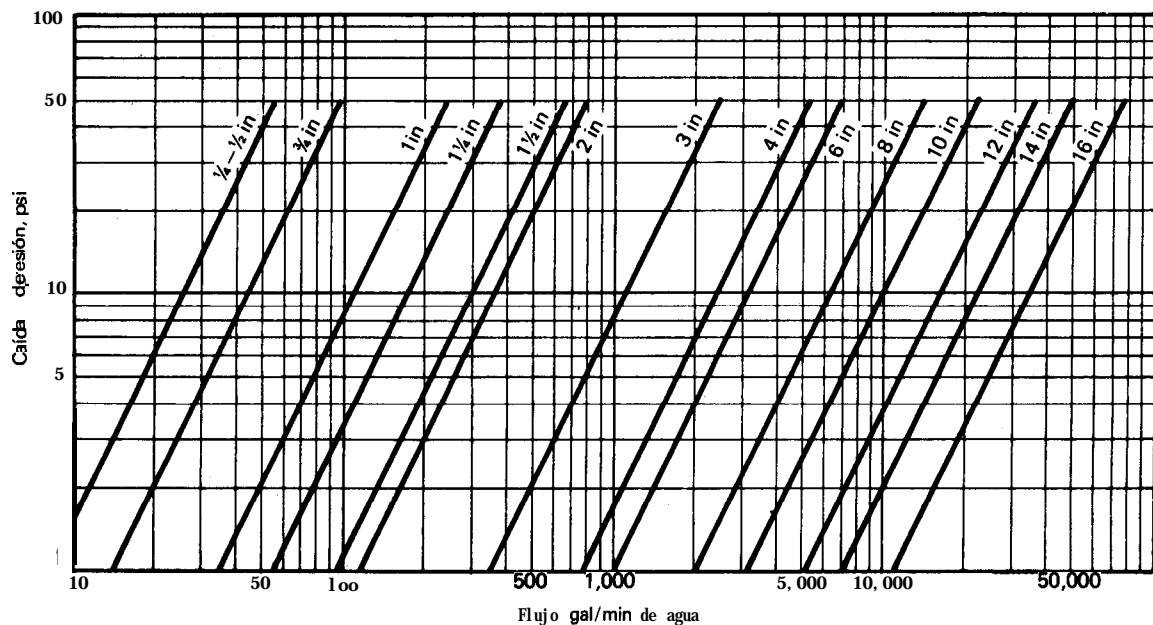


Fig. 2 Gráfica típica para determinación del tamaño de las válvulas

dables permite soldarlos sin riesgo de precipitación de carburos.

Otra clase de corrosión, las grietas por corrosión con esfuerzo ocurre, a veces, como resultado de esfuerzos residuales internos o de esfuerzos externos en el sistema de tubería. El recocido eliminará los esfuerzos producidos por la formación en frío o el enfriamiento por inmersión. Un buen diseño y una buena tubería son los únicos "antídotos" para tuberías que no están bien alineadas o soportadas o para sistemas sujetos a flexión, vibraciones y dilatación y contracción excesivas. Estos esfuerzos aplicados, igual que los esfuerzos residuales producen zonas muy susceptibles a las sales de halógenos.

El material del asiento debe ser elástico y con suficiente resistencia para cerrar repetidas veces en contra de presión y temperatura específicas para el cierre y se debe tener en cuenta la naturaleza química y la abrasividad del medio circulante. Las gráficas estándar para especificación de asientos (Fig. 1) simplifican mucho la selección de ellos e incluyen notas acerca de los efectos químicos o abrasivos de diversos fluidos. Una nota típica podría decir: "Los asientos especiales de Nylon no se pueden utilizar en servicio de oxígeno."

Sugerencias para determinar el tamaño de las válvulas

La determinación del tamaño de las válvulas tiene relación con la caída de presión a un volumen de flujo establecido. La experiencia con las válvulas de cierre ha demostrado que la caída de presión no debe ser muy grande. Una válvula de cierre de menor tamaño significa que el sistema, o bien requerirá una bomba mayor de lo necesario para tener el volumen requerido o, si ya se ha diseñado el sistema, no tendrá la capacidad de volumen

requerida. Por otra parte, el empleo de una válvula de cierre de tamaño mayor que el necesario no produce más daño que el de un costo de capital más alto.

Lo anterior no se aplica a las válvulas de control. Es esencial que estas válvulas no sean de tamaño menor o mayor que el requerido. Las de tamaño menor producirán circulación insuficiente en el sistema. El tamaño mayor puede dar origen a una característica que no permite la apertura ni la facilidad de control deseadas o se puede dañar la válvula si se la hace funcionar muy cerca de la posición cerrada.

Al determinar el tamaño de una válvula de control, se deben tener en cuenta la posición del elemento de la válvula con el gasto mínimo esperado. Por ningún motivo se debe hacer funcionar una válvula con menos de 10 % de apertura. Una regla empírica es que una válvula de control debe aceptar del 30% al 50% de la caída total de presión en el sistema con máximo gasto; es indeseable que las válvulas de control acepten menos del 10% de la caída total de presión con máximo flujo.

El diseñador del sistema debe ponderar el tamaño de la tubería y la velocidad contra el costo de energía de la caída de presión. La velocidad de flujo, que está relacionada con la erosión y con la viscosidad del líquido, suele ser entre 5 y 15 ft/seg. La caída importante en la presión para determinar el tamaño es la que ocurre cuando la válvula está abierta o, en el caso de estrangulación, en las posiciones de uso mínimo, máximo y normal. Una vez determinada la caída de presión, se calcula la constante o factor de circulación (C_v) de la válvula.

En la práctica, la constante de la válvula se determina mediante pruebas con una válvula abierta que tenga una caída preseleccionada de presión en ella. Los valores obtenidos en esta forma se utilizan para preparar gráficas (Fig. 2) que se pueden obtener con la mayoría de los fabricantes.

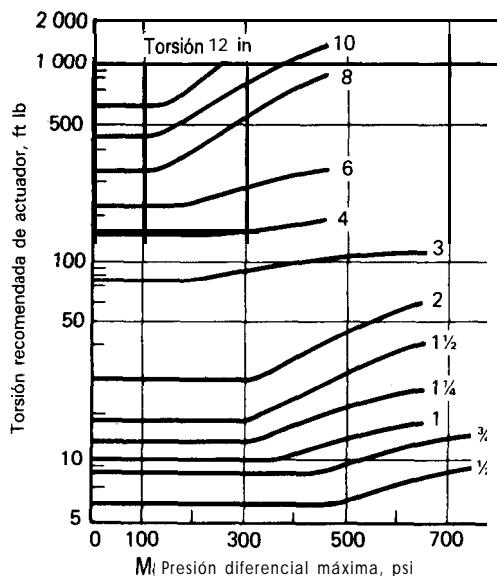


Fig. 3 Torsión del actuador a diversas presiones

Incluso los expertos se muestran cautelosos y no se atienen por completo a los cálculos para determinar las constantes de las válvulas, pues no sólo se requieren fórmulas diferentes para servicio con líquidos, gases y vapor sino que en cada caso se deben aplicar factores especiales de corrección. La cavitación, por ejemplo, limita la confianza que se puede tener en las fórmulas de determinación del tamaño para líquidos. Siempre que la presión en la tubería cae a menos de la presión de vapor del líquido que circula en ella, se produce vaporización instantánea. Si después la presión regresa a un valor mayor que el de la presión de vapor, ocurre la cavitación que se nota como un ruido de tintineo o "cascabeleo" y aumenta en intensidad hasta llegar a ser golpeteo constante. En este momento, no habrá circulación adicional en la válvula por mucho que se aumente la presión en la entrada. Hay varias técnicas matemáticas para predecir la cavitación, así como reglas empíricas que se describen en la literatura de los fabricantes para la determinación del tamaño de las válvulas.

El tamaño de los actuadores se ha vuelto de creciente importancia conforme la automatización sustituye a la operación manual. La determinación del tamaño de los actuadores consiste en hacer concordar la torsión de operación en las válvulas con vástago no elevable con la salida de torsión del actuador. Hay varios factores que intervienen en la torsión de operación de las válvulas y el principal es el coeficiente de fricción de los materiales de sellamiento, la frecuencia de los ciclos y la naturaleza del fluido. Otros factores son la presión en la tubería, el

diseño de la válvula y la relativa tersura de las superficies de sellamiento.

La torsión de salida del actuador depende de su diseño y varía según sea la aplicación de potencia. Los actuadores neumáticos de doble acción varían en forma directa de acuerdo con la presión del aire de entrada, que se entre 40 y 150 psi. Los actuadores eléctricos están especificados para un poco menos que el voltaje nominal; las variaciones entre la torsión y el voltaje nominal no son importantes. La figura 3 es una gráfica que muestra las torsiones recomendadas para los actuadores.

Costos y garantías

En su esfuerzo por marchar conjuntamente con la demanda, los fabricantes han incrementado mucho su personal para investigación y desarrollo, las pruebas del 100% ya son de rutina y el costo de una sola prueba especial puede ser de 10 000 dólares. Pero la producción en volumen incluso de válvulas especiales ha hecho que estos costos sean razonables. La tendencia es hacia el diseño de válvulas modulares para obtener máxima flexibilidad en el inventario del fabricante y el usuario. Además, se han perfeccionado nuevos asientos de fácil reemplazo por el personal de mantenimiento. Todas estas innovaciones han ayudado a reducir los costos.

La mayoría de los fabricantes imparten cursos periódicos y seminarios de capacitación para sus clientes. La certificación es otro servicio; una válvula certificada se somete a pruebas y se garantiza su rendimiento de acuerdo con especificaciones predeterminadas. En muchas aplicaciones críticas, los clientes consideran que esta seguridad adicional bien vale su costo.

Para las válvulas no certificadas de producción normal que puedan tener mal funcionamiento o fallas se acostumbra otorgar una garantía implícita. Al fabricante no sólo le interesa reemplazar una válvula sin poner dificultades, sino también asegurarse de que esa clase de falla no ocurra dos veces.

El autor



Donald W. **Bean** es gerente corporativo de producto de Jamesbury Corp., Worcester, MA 01605. Ha trabajado con la compañía desde hace 15 años en diversos puestos en ingeniería, ventas técnicas y manufactura. El señor Bean tiene la licenciatura en ciencias químicas del Worcester Polytechnic Institute.

Selección de válvulas

El primer paso en la selección de válvulas es entender la capacidad de los diversos tipos. Se describe el diseño y funcionamiento de las válvulas de globo, compuerta, mariposa, macho, bola, retención, aguja y de desahogo (alivio) de presión.

August Brodgesell, Crawford & Rusell, Inc.

Las válvulas sirven para oponer una restricción al flujo de fluidos y, por tanto, siempre hay una caída de presión relacionada con el flujo en una válvula. La reducción en la presión ocurre por las pérdidas de energía por fricción en el fluido de proceso. Dado que la válvula actúa como absorbedor de energía en relación con el proceso, debe ser adecuada no sólo desde el punto de vista de contener al fluido en condiciones estáticas de presión, temperatura, corrosividad, etc., sino también en las condiciones dinámicas de velocidad, caída de presión, erosión, etc.

El tipo de servicio junto con las condiciones de funcionamiento determinarán el tipo requerido de válvula. En general, algunos diseños de válvulas son más adecuados para servicio de paso y cierre y, otros, están destinados a estrangulación.

Válvulas de globo

La designación de válvulas de globo abarca gran número de tipos, que incluyen los de operación manual y automatizada. La característica común de estas válvulas es su construcción interna que incluye un disco o macho, que tiene movimiento alternado dentro del cuerpo y que acopla con el asiento al cerrarla (Fig. 1).

Las válvulas de globo de operación manual tienen un disco o un macho que acopla con un anillo de asiento metálico. El disco puede ser todo de metal o tener un inserto elástico. Los discos metálicos tienen una superficie de asentamiento cónica o esférica que hace contacto lineal con el asiento cónico. Los discos con inserto elástico tienen superficie de sellamiento plana y el asiento tiene una superficie similar. Los insertos producen cierre hermético,

pero no se prestan para estrangulación. Los discos metálicos con superficies endurecidas pueden producir cierta acción de limpieza al cerrar. Se debe usar con cuidado el bronce como material para los asientos porque se daña con facilidad con los cuerpos extraños.

Los asientos pueden ser integrales con el cuerpo o atornillados y reemplazables. Debido a que la trayectoria de flujo en una válvula de globo convencional es muy problemática, tienen una caída de presión bastante grande. La válvula con cuerpo en Y (Fig. 2) es similar a la convencional, excepto que asienta en ángulo con relación a

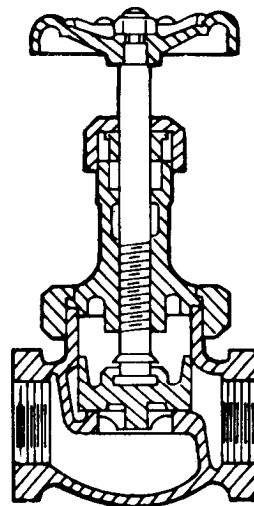


Fig. 1 Válvula de globo con asiento metálico

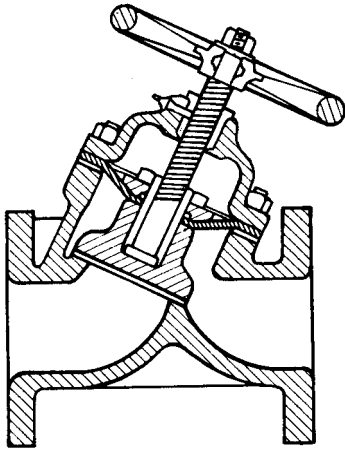


Fig. 2 Válvula de globo con cuerpo en Y y bonete con sello de diafragma

la línea de centro de la válvula. La trayectoria de circulación está contorneada y produce menos caída de presión que la válvula normal de globo.

Válvulas de control con cuerpo de globo

Las válvulas de globo destinadas para control automático son algo distintas de las de operación manual. El movimiento lineal del vástago lo produce directamente el actuador en lugar de que sea con las roscas del vástago. Se pueden utilizar machos con asiento sencillo o doble para dar las características deseadas de flujo con respecto a la elevación. El asiento y el macho suelen ser de acero inoxidable y pueden tener revestimiento duro para servicios con gran caída de presión o los que produzcan erosión. Por lo general, las caídas de presión mayores de 150 psi aconsejan pensar en componentes endurecidos. (Véase el artículo siguiente para mayor información de las características de las válvulas de control.)

Una válvula con asiento sencillo y guía superior tiene un macho de pequeña masa, lo cual significa que la frecuencia resonante es alta y, por ello, es menos sensible a la vibración que las válvulas con machos grandes. La válvula de un solo asiento tiene un cierre más hermético que la de asiento doble, pero tiene menor capacidad de flujo. Se recomienda pulimentar el macho y el asiento para tener más hermeticidad. El macho está desequilibrado (desbalanceado) por lo que se requiere actuador de alta capacidad, en particular en válvulas grandes o las que tienen mucha caída de presión.

Se prefieren las válvulas con flujo debajo del macho para estabilidad dinámica. Las guías superior e inferior ofrecen la ventaja de que se puede invertir la válvula y que tenga una brida inferior para limpieza. Cuando se invierte el cuerpo también se invierte la acción de la válvula, o sea, que cierra hacia arriba en vez de hacia abajo.

Como se mencionó, la válvula de globo de doble asiento tiene algo más de capacidad que una del mismo tamaño con asiento sencillo. El macho está parcialmente equili-

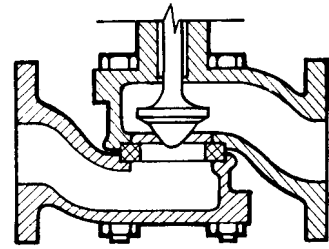


Fig. 3 La válvula de cuerpo dividido facilita el servicio y el cambio de asientos

brado porque las presiones estáticas en las partes superior e inferior del macho se cancelan entre sí y se requiere menos fuerza en el actuador. Sin embargo, las válvulas de asiento doble tienen más escurrimiento que las de asiento sencillo y no producen el cierre hermético de estas últimas.

Los tipos de válvulas descritos hasta ahora no resuelven el problema del reemplazo de los anillos de asiento. El anillo atornillado es muy fuerte, pero puede crear problemas reemplazarlo, en especial después de un servicio prolongado. La válvula de jaula ofrece una buena solución. El anillo de asiento está sujeto entre el cuerpo y el bonete y se puede sacar con facilidad después de desarmar la válvula. En otros diseños alternos se sujeta el asiento entre el cuerpo y la brida inferior, lo cual permite quitar el bonete con la válvula instalada.

La válvula de cuerpo dividido (Fig. 3) tiene guarniciones de cambio rápido y otras ventajas porque el cuerpo es de dos piezas. La válvula es adaptable para deslizarla en las bridas, lo cual puede ser un ahorro en el precio cuando es de aleaciones costosas. Además, un cuerpo podrá trabajar a diferentes presiones mediante la adición de las bridas adecuadas. Además, la mitad inferior del cuerpo se puede colocar a 90° de la mitad superior si lo requiere la configuración de la tubería.

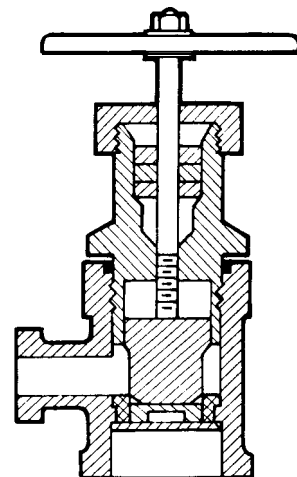


Fig. 4 La válvula en ángulo es una configuración especial del cuerpo de globo

Válvulas en ángulo

Estas válvulas son una configuración especial del cuerpo de globo. El cuerpo tiene las conexiones de entrada y salida de ángulos rectos, con el eje del vástago alineado con una de las conexiones. Por lo general, se utilizan válvulas de operación manual para una configuración especial de la tubería o para permitir el drenaje del cuerpo. Sin embargo, en algunas situaciones, como las erosi-

vas y en servicio con hidrocarburos que producen carbón, se aconseja el uso de las válvulas en ángulo.

En la figura 4 se ilustra una válvula en ángulo típica. Se verá la trayectoria de flujo que permite el paso irrestricto del líquido y el drenaje en el lado de corriente abajo. Estas válvulas tienen menor caída de presión que las de globo equivalentes.

Las válvulas de control con cuerpo en ángulo se han utilizado en servicios con gran caída de presión y flujo

Guía para selección de válvulas

Tipo	Gama de tamaño, in	Capacidad presión, psi	Capacidad temperatura, °F	Materiales de construcción	Servicio
Globo	1/2 a 30	Hasta 2 500	Hasta 1 000	Bronce, hierro, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales.	Estrangulación y cierre con líquidos limpios.
Ángulo	1/8 a 10	Hasta 2 500	Hasta 1 000	Bronce, hierro, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales.	Estrangulación y cierre para líquidos limpios, material viscoso o pastas aguadas.
Compuerta	1/2 a 48 (mayores en ángulos tipos)	Hasta 2 500	Hasta 1 800	Bronce, hierro, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales.	Cierre (estrangulación limitada), líquidos limpios y pastas aguadas.
Mariposa	2 hasta 2 ft 0 más	Hasta 2 000 (caída limitada de presión)	Hasta 2 000 (temperaturas más bajas si tiene camisas o asientos blandos)	Materiales para fundir o maquinar. Las camisas pueden ser de plástico, caucho o cerámica.	Estrangulación (cierre sólo con asientos o tipos especiales), líquidos limpios y pastas aguadas.
Macho	Hasta 30	Hasta 5 000	Hasta 600	Hierro, acero, acero inoxidable y diversas aleaciones. Disponibles con camisa completa de caucho o plástico.	Cierre (estrangulación en algunos tipos)
Bola	1/8 a 42	Hasta 10 000	Criogénica hasta 1000	Hierro, acero, latón, bronce, acero inoxidable; plástico y aleaciones especiales para aplicaciones nucleares. Camisa completa de plástico.	Estrangulación y cierre; líquidos limpios, materiales viscosos y pastas aguadas.
Desahogo	1/2 hasta 6 (entrada)	Hasta 10 000	Criogénica hasta 1 000	Hierro, bronce, acero, acero inoxidable, acero al níquel y aleaciones especiales.	Limitación de presión
Aguja	1/8 a 1	Hasta 10 000	Criogénica hasta 500	Bronce, hierro, acero, acero inoxidable.	Estrangulación suave y cierre con líquidos limpios.
Retención	1/8 a 24	Hasta 10 000	Hasta 1 200	Bronce, hierro, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales.	Evitar circulación inversa (los tipos especiales evitan exceso de circulación).

sobre el asiento. Sin embargo, esta disposición produce una considerable carga de reducción de presión en la tubería de corriente abajo. Además, el macho tiende a ser inestable cuando funciona cerca del asiento. Por estas razones, las válvulas en ángulo no se utilizan mucho en servicio general con reducción de presión. Además, estas válvulas, en especial los diseños de circulación por barrido, tienen gran recuperación de presión, por lo cual es fácil la cavitación en servicio con líquidos. La construcción de cuerpo dividido permite fácil acceso a los componentes internos para servicio.

Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta consisten en un disco que tiene movimiento alternado en el cuerpo. Por lo general, se utilizan para servicio de cierre y no de estrangulación. Se puede lograr estrangulación cerca del asiento de la válvula, pero el disco se erosiona con rapidez cuando la válvula está parcialmente abierta. Cuando estas válvulas están abiertas del todo tienen una caída de presión equivalente a la de una sección de tubo.

Estas válvulas están disponibles con vástago elevable o no elevable. El vástago elevable requiere mayor altura en la instalación, pero las roscas no están expuestas al fluido del proceso. En las de vástago no elevable, es difícil determinar el grado de apertura.

El disco de cuña sencilla suele ser macizo y con asientos cónicos de la válvula y se ilustra en la figura 5. Hay disponibles discos flexibles para compensar la desalineación y los cambios dimensionales por la temperatura. En este caso, el disco sólo es macizo en el centro, lo que permite cierto movimiento de las caras entre sí.

En las válvulas con doble disco, las dos superficies de asiento tienen movimiento relativo entre sí. Esto produce buen cierre aunque los asientos estén desalineados o tengan ángulos diferentes. En un tipo, los discos están sujetos con una articulación esférica o rótula que les per-

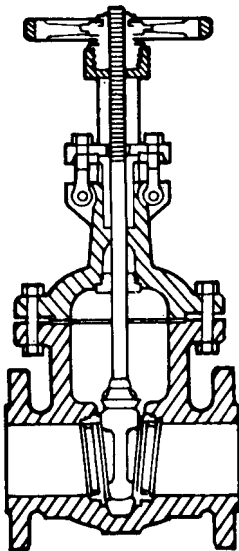


Fig. 5 Válvula de compuerta con bonete atornillado y vástago elevable

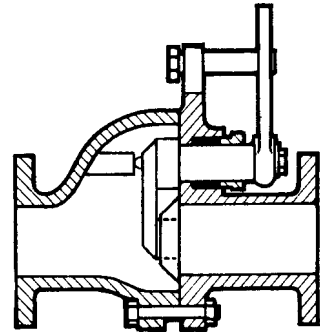


Fig. 6 Válvula de compuerta con disco deslizante para pastas aguadas

mite el movimiento cuando acoplan contra asientos cónicos. En los diseños de doble disco y asientos paralelos se utilizan expansores o cuñas para empujar a los discos contra el asiento. El desgaste del asiento es mínimo, porque el disco hace contacto con el asiento sin movimiento deslizable.

Otro diseño, que tiene insertos blandos en los discos y conexiones para drenaje o respiración (venteo) en el cuerpo produce cierre hermético y permite utilizar la válvula en aplicaciones de doble cierre y purga. Sin embargo, están limitadas a temperaturas de menos de 600°F.

La válvula de compuerta de la figura 6 está destinada a servicio con pastas aguadas. El disco se coloca sobre el orificio de la válvula con un brazo de palanca. Este movimiento hace que se desprenda cualquier material que obstruya la trayectoria en el disco a la vez que se limpia y raspa el asiento para tener cierre hermético.

Las válvulas de compuerta deslizante se utilizan en servicio de líquidos limpios o de pastas aguadas a baja presión. La compuerta es de disco sencillo o doble y se mueve en un cuerpo de placa u oblea. El cierre no se logra por acción de acuñamiento, sino más bien por la presión del fluido del proceso que empuja a la compuerta contra el asiento de corriente abajo. El asiento puede tener un inserto blando para un mejor cierre. Estas válvulas se fabrican en tamaños grandes hasta de más de 2 ft de diámetro; sin embargo, su capacidad de presión es un tanto baja. Las ventajas principales de este tipo son peso reducido, poca caída de presión y economía.

La válvula de compuerta del tipo de conducto consiste en un solo disco de caras paralelas y anillos de asiento que están al ras con el conducto para flujo. La trayectoria es una sección recta de tubo que impide la acumulación o sedimentación de sólidos y, por ello, es adecuada para servicios con pasta aguada o con coque. El cierre se obtiene por la presión de corriente arriba que mantiene al disco contra el asiento, que puede ser de metal con metal o con sello de grasa.

Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa son, quizá, uno de los tipos más antiguos que todavía están en uso. Sin embargo, en los tipos actuales se ha ampliado su aplicación a servicios con gran caída de presión y requisitos de cierre her-

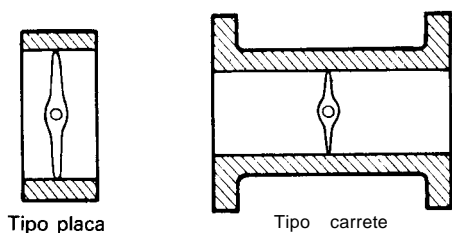


Fig. 7 Las válvulas de mariposa tienen dos diseños básicos para el cuerpo

mético. Su peso reducido y bajo costo las hacen muy populares. En el tipo de circulación rectilínea se tienen las ventajas de alta capacidad y autolimpieza en el manejo de pastas aguadas.

En esencia, la válvula consiste en un disco (llamado también aspa, chapaleta u hoja), un eje y un cuerpo con empaquetadura y cojinetes para sellamiento y soporte. Los dos cuerpos disponibles son el de anillo macizo o de placa u oblea y el de carrete ilustrado en la figura 7. El cuerpo de anillo macizo se atornilla entre las bridas de tubo y requiere poco espacio. El eje es una varilla continua que soporta el disco. El espesor del eje y del disco se determinan según la caída máxima de presión requerida.

El diseño del disco es de máxima importancia. Los tipos circulares cierran con el disco paralelo al diámetro del cuerpo. Los discos tipo elíptico cierran entre 10° y 15° fuera del diámetro del cuerpo. Este diseño es más costoso pero produce cierre hermético. Los discos circulares pueden girar 360° y se requiere cierta holgura entre el disco y el cuerpo; la rotación se limita con topes externos.

El espesor del disco y el eje, que limita la zona para circulación, se determina con la caída de presión y la torsión requerida para operar la válvula; cuanto más alta sea la caída de presión mayor es la torsión requerida. Las válvulas con poca caída de presión y baja torsión (llamadas a veces ligeras) tienen disco y eje delgados para máxima capacidad de flujo. Las válvulas "gruesas" son para caídas grandes de presión y tienen disco reforzado y eje más grueso para manejar la alta torsión requerida. El efecto neto es una reducción en la zona de flujo y en la capacidad con la válvula abierta del todo.

Cierre hermético

Se han hecho diversas modificaciones para corregir los puntos débiles básicos de la válvula de mariposa de oscilación. Una de ellas es en la válvula con asientos en ángulo, que ofrece una superficie de asiento que reduce mucho el escurrimiento porque se ha eliminado la holgura entre el disco del tipo de giro total y el cuerpo. Un revestimiento elástico en el asiento mejora la hermeticidad del cierre.

El sello de anillo en T es otro medio de asegurar cierre hermético a prueba de burbujas. Se aplica aire a presión a un anillo elástico en el cuerpo de la válvula cuando se cierra el disco. La presión del aire empuja al anillo para

hacer contacto con el disco, y lograr un cierre hermético. El anillo en T sólo toca con el disco cuando está cerrado por completo. El sello se puede hacer casi con cualquier elastómero comercial compatible con el proceso.

El sellamiento con anillos de pistón produce cierre hermético a temperaturas más altas que las de límite de las camisas o anillos elásticos. Estos anillos, que funcionan en forma similar a los de pistón en un motor de combustión interna, eliminan las fugas alrededor de la circunferencia del disco mediante el contacto con el cuerpo de la válvula.

Para aplicaciones en donde el accionamiento requerido excede la capacidad de la mariposa convencional, se pueden utilizar válvulas de discos múltiples; el disco externo grande permanece cerrado mientras que el disco interno está abierto por completo.

Válvulas de macho

Estas válvulas consisten en un cilindro o macho introducido en una cavidad correlativa en el cuerpo de la válvula y se utilizaron desde hace muchos siglos para servicio con agua. En la actualidad el macho es de uso común para paso y cierre y se utilizan algunas variantes en muchos tipos de servicios, tanto de cierre como de estrangulación.

El tipo más utilizado de esta válvula es el que tiene macho cónico o paralelo. Los orificios transversales en el macho se alinean contra aberturas similares en el cuerpo. Basta $1/4$ de vuelta para apertura o cierre total. Cuando la válvula está abierta del todo no presenta obstrucciones a la circulación, con lo que la caída de presión es mínima.

Las válvulas de macho lubricadas se utilizan mucho en la industria petrolera. Se aplica el lubricante a presión con una pistola por medio de una válvula de retención y los conductos en el macho hasta la superficie de asentamiento, lo cual ayuda a tener cierre hermético con asientos metálicos e inhibe la corrosión. Cuando no se puede permitir la contaminación de los productos se utilizan válvulas sin lubricación (Fig. 8). El macho gira den-

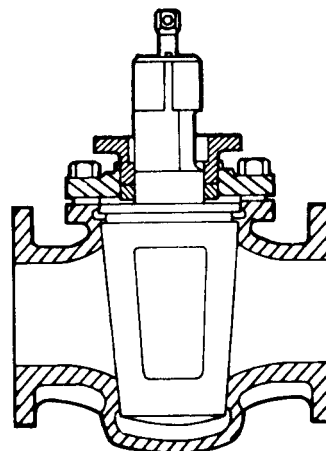


Fig. 8 La válvula de macho no lubricada evita la contaminación de los productos

tro de una camisa de Teflón que impide las pegaduras y también actúa como sello.

Además de las válvulas de un solo orificio antes citadas, también las hay de orificios múltiples, para desviación o mezclado del material circulante.

Las válvulas con orificio en V se utilizan en servicio con pasta aguada o pulpa, en las industrias química y del papel. Las aberturas en el cuerpo y el macho tienen forma de V con lo cual la zona para circulación tiene forma de rombo. Al cerrar, la acción cortante entre el macho y el asiento limpia la superficie de asentamiento. Esto y la trayectoria de libre paso permiten utilizar esta válvula con pastas aguadas fibrosas. Su capacidad y el control preciso de la estrangulación cerca de la posición cerrada se mencionan como ventajas de este diseño. La holgura entre el asiento y el orificio permanece constante en toda la gama de estrangulación y el orificio en V no cambia de forma.

Al contrario de la válvula de orificio en V, la de macho excéntrico no mantiene holgura constante entre el macho y el asiento. En la posición de apertura total el macho se retrae dentro del cuerpo. Para cerrar, el macho se mueve sobre el asiento y queda acuñado contra la superficie. Se pueden proveer diversas camisas resistentes a la corrosión que permiten más aplicaciones sin un aumento excesivo en el costo. Sin embargo, los sólidos duros pueden dañar la camisa.

El tipo de segmento esférico, excéntrico, está destinado principalmente para control automático de procesos en aplicaciones similares a las válvulas de globo. El macho es un segmento esférico y cierra sin fricción debido a su montaje excéntrico en relación con el vástago. El movimiento del vástago hace girar el segmento excéntrico y al mismo tiempo lo mueve hacia delante en el asiento.

La característica de la válvula es casi lineal, pero se puede lograr una característica de iguales porcentajes mediante un ubicador (posicionador) y una excéntrica. El cuerpo se atornilla entre bridas de tubo. Las ventajas incluyen poco peso, alta capacidad y baja fuerza para operarla. Además, se simplifican los cambios en la capacidad porque sólo hay que cambiar el anillo de asiento para tener una zona más pequeña para circulación.

Válvulas de bola

La válvula de bola convencional tiene un macho esférico que controla la circulación del líquido. Los dos tipos básicos son la válvula de bola giratoria y la de elevación o de bola enjaulada. Estas válvulas no sólo producen cierre hermético sino también buenas características de flujo semejantes a las de porcentaje igual. Por ello, a menudo se utiliza como válvula combinada de estrangulación y cierre. Debido a la baja fricción, se sabe de válvulas de bola que han abierto en forma gradual después de estar expuestas largo tiempo a vibraciones.

El cuerpo más común es el de dos vías. El macho esférico tiene un conducto que alinea con los orificios en el cuerpo cuando está en la posición abierta. La válvula se cierra con 1/4 de vuelta. Para tener cierre hermético, se utilizan anillos de asiento elásticos; el material común pa-

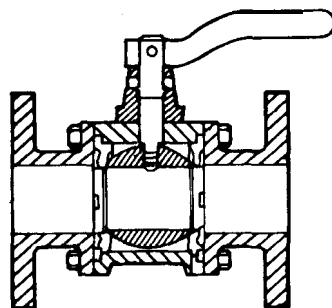


Fig. 9 Válvula de bola de orificio completo con protección contra incendio

ra los asientos es el TFE debido a su bajo punto de fricción y elasticidad.

El TFE se puede utilizar hasta para unos 350°F. Para temperaturas más altas, se debe consultar al fabricante.

Los asientos de las válvulas de bola son de libre rotación o se los puede hacer girar cada vez que se acciona la válvula para distribuir el desgaste. Para facilitar el reemplazo y limpieza del asiento, hay algunos de tipo de cartucho que se pueden reemplazar sin alterar las conexiones con la tubería. Como opción, el cuerpo puede ser de dos o tres secciones desarmables, para tener acceso a los componentes internos.

En la figura 9 se ilustra una válvula de bola del diseño sin falla en caso de incendio. La superficie secundaria de asentamiento formada la pestaña de metal provee un sello en caso de que el sello blando se destruya por el calor externo. Esta característica es indispensable cuando se manejan materiales tóxicos o muy peligrosos.

Las válvulas de bola no requieren lubricación y funcionan con un mínimo de torsión. Casi siempre la bola es flotante y el sellamiento se logra con la presión de corriente arriba que empuja la bola contra el anillo de asiento. El vástago tiene extremo cuadrado que acopla en un agujero en la bola. Como opción, la bola se sujeta con guías superiores e inferiores con cojinetes de bolas y los asientos están bajo carga de resorte. Dado que el macho es susceptible de desgaste, se recomienda un tipo en el cual se separe la bola del asiento antes de la rotación, cuando se requieren cierre hermético y larga duración. En esta forma, se pueden manejar fluidos abrasivos.

Las válvulas de bola pueden tener machos de tres o de cuatro vías y en algunas instalaciones representan un ahorro considerable de accesorios, válvulas y espacio porque una sola de estas válvulas puede sustituir a dos o tres válvulas de flujo rectilíneo. Esta disposición también reduce los costos de mantenimiento.

Válvulas de bola y de jaula

Estas válvulas consisten en un cuerpo con orificio de venturi y anillos de asiento, una bola para efectuar el cierre y una jaula con un vástago para mover la bola con relación al orificio. En la posición cerrada, la bola asienta contra el orificio de salida y se sostiene por el empuje de la jaula y la presión corriente arriba en la tubería.

Cuando se abre la válvula, dos de las cuatro superficies inclinadas de la jaula levantan la bola del asiento y la hacen girar sobre el borde del anillo de asiento. La apertura adicional hace que la bola ruede sobre las dos superficies inclinadas hacia el centro de la jaula, en donde descansa en las cuatro superficies. La bola permanece en esta posición mientras está abierta la válvula y se sostiene por el conocido efecto Bernoulli de los fluidos en flujo.

La jaula está proyectada para producir obstrucción mínima cuando está abierta y puede elevar la bola completamente fuera de la trayectoria de flujo. La abertura en el asiento de válvula tiene forma de media luna que se agranda conforme la jaula levanta la bola. El flujo es casi lineal y permite la estrangulación en una amplia gama.

La hermeticidad de la válvula se mantiene durante largo tiempo porque la acción giratoria de la bola produce una nueva superficie de asentamiento después de cada rotación. No se utiliza el anillo de asiento de corriente arriba y el cuerpo se puede invertir para utilizar el anillo de sección cuadrada si se gasta el otro. Las fuerzas de apertura y cierre son mucho menores que para una válvula de globo comparable; sin embargo, el recorrido de la válvula es, cuando menos, igual al diámetro de la garganta, porque hay que elevar la bola fuera de la trayectoria de flujo.

El orificio de venturi de la válvula reduce la turbulencia y ofrece algunas ventajas al manejar líquidos que puedan producir cavitación o vaporización instantánea. Si hay cavitación, ocurrirá en el lado de salida más allá del anillo de asiento, en donde se pueden utilizar con eficacia superficies de alta dureza o camisas reemplazables. La descarga en expansión de la válvula retiene con eficacia los líquidos de vaporización instantánea.

En las válvulas de bola caracterizadas o modificadas sólo se utiliza una parte del macho. La diferencia entre las diversas marcas es en la forma del borde delantero de la bola. Están disponibles en configuraciones parabólica, de muesca en V y de muesca en U que tienen casi las mismas características de circulación. Se pueden utilizar en servicio con pastas aguadas y fibrosas y con líquidos limpios. En la posición de apertura total, se gira el segmento esférico hacia la parte superior del cuerpo, fuera de la trayectoria de flujo. Para estrangulación, se gira el segmento hacia la trayectoria. Conforme gira la bola y se desliza contra la superficie del asiento, hay un efecto de acuñamiento y de corte que tiende a limpiar el asiento.

Se pueden obtener anillos de asiento elásticos o metálicos, incluso con diferentes acabados de alta dureza para las piezas sujetas a erosión. Los cuerpos de válvula se colocan entre bridas de tubo. Cuando el sello y el anillo de retén están sujetos por la brida de tubo, se puede dañar el sello con el apretamiento incorrecto de los tornillos de la brida. La deformación de la bola asimétrica bajo carga puede permitir fugas por el sello del eje o deformarlo. La capacidad de presión es menor que en las válvulas de bola convencional. En cuanto a sus ventajas, tienen una amplia gama de estrangulación, poco peso, buen cierre y adaptabilidad, porque un cuerpo de válvula puede servir para diversas capacidades de presión.

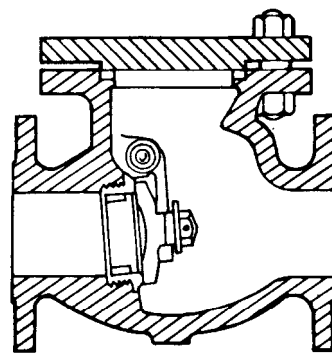


Fig. 10 La válvula de retención de bisagra impide la inversión de la circulación

Válvulas de retención

Las válvulas de retención son integrales y de acción automática para impedir la inversión del flujo. La selección de un tipo particular depende de la temperatura y presión de funcionamiento, de la limpieza del líquido del proceso, caída de presión disponible y, en grado menor, de las limitaciones por la configuración de la tubería.

La válvula de retención de bisagra consiste en un disco embisagrado colocado sobre un orificio de válvula (Fig. 10). Cuando no hay flujo, el disco se mantiene contra el asiento por gravedad o con pesos montados en palancas externas. El flujo en el sentido normal (de izquierda a derecha en la Fig. 10) hará que el disco gire y se aleje del asiento. Cuando se invierte el flujo, se empuja el disco contra el asiento y lo retiene la presión diferencial. Esta válvula funciona por gravedad, cosa que se debe tener en cuenta para instalarla. Por lo general, la válvula se instala en posición horizontal, pero también se puede instalar en tuberías verticales con flujo ascendente.

Las válvulas de bisagra se utilizan para bajas velocidades de líquidos con inversiones poco frecuentes. Si tienen una cancelación manual, se pueden emplear en el lado de descarga de las válvulas de desahogo de presión. Cuando se conectan varias válvulas de desahogo en un cabezal común, la válvula de retención impedirá la circulación inversa mientras se hace el mantenimiento de una válvula de desahogo o de seguridad.

La válvula de bisagra con disco dividido es una variante de la antes descrita. El cuerpo es un anillo macizo para atornillarlos en bridas de tubo. Las dos mitades del disco están embisagradas con un pasador y tienen un resorte para mantenerlas cerradas cuando no hay flujo. Esta válvula no funciona por gravedad, lo cual permite más flexibilidad en la instalación. Es adecuada para instalaciones con inversiones frecuentes de la circulación porque, al contrario de la válvula de bisagra, no cierra de golpe ni ocasiona choques de presión.

Las válvulas de retención por elevación, por lo general con cuerpo de globo, funcionan por gravedad y son para instalación horizontal o vertical, pero no son intercambiables. Con flujo normal, un pistón que está retenido con guías en la válvula se levanta con la circulación. Con flujo inverso, se empuja al pistón contra el asiento

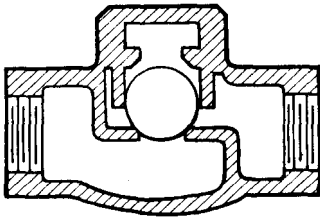


Fig. 11 Las válvulas de retención de bola no suelen tener problemas de servicio

para cortarla. Algunas válvulas de retención por elevación tienen resortes para asegurar un asentamiento positivo. En cualquier caso, estas válvulas requieren caídas de presión bastante elevadas. Se utilizan en servicios con alta presión y en tuberías más pequeñas que las válvulas de bisagra.

En otra variante de las válvulas de retención por elevación está disponible un cuerpo de placa que se atornilla en bridas de tubo. El disco, bajo carga de resorte, tiene bujes (casquillos) de guía y se puede instalar en cualquier posición. Las válvulas de elevación son mejores que las de bisagra en servicios en donde hay frecuentes inversiones, porque el pistón está amortiguado para evitar el golpe de ariete.

La válvula de retención de bola es similar a la de pistón, excepto que se utiliza una bola de rotación libre para distribuir el desgaste en toda su superficie. La válvula con cuerpo de globo (Fig. 11) se puede instalar en posición horizontal, mientras que la de flujo rectilíneo se puede instalar verticalmente. Las válvulas de bola están limitadas a tamaños pequeños, de 6 in o menos y se prefieren para servicios con materiales viscosos o que forman carbón, pues su funcionamiento está casi exento de problemas.

Las válvulas de retención para exceso de flujo se instalan en la tubería y actúan en forma automática para evitar altos volúmenes de flujo en avance. El disco de la válvula se mantiene abierto con un resorte. Cuando hay altos volúmenes, que podrían ocurrir al romperse un tubo, la fuerza del líquido es suficiente para vencer el resorte y dejar que cierre la válvula. Un orificio de purga en el disco permite que se igualen las presiones de corriente arriba y corriente abajo, a fin de que pueda abrir la válvula.

Esta válvula de retención se utiliza en tanques de almacenamiento de líquidos a alta presión para evitar derrames accidentales. Cuando se instala un disco de ruptura debajo de una válvula de desahogo de presión, se utiliza la válvula de retención de exceso de flujo para mantener presión atmosférica entre el disco y la válvula de desahogo.

También hay disponibles válvulas de retención de flujo rectilíneo en tamaños pequeños, para servicio con líquidos limpios, presiones hasta de 10 000 psi y temperaturas hasta de 300°F. Tienen un resorte en el elemento para poder instalarlas en cualquier posición. El asiento de metal con metal tiene un sello elástico para tener cierre hermético sin burbujas.

Válvulas de desahogo (alivio) de presión

Se requiere el desahogo o descarga de la presión siempre que la presión de diseño de un sistema excede la que puede controlar. La válvula de desahogo de presión, debido a su sencillez y funcionamiento automático, es quizá la más confiable para producir el cierre cuando ocurre una sobrepresión. La presión de diseño del sistema que se va a proteger con la válvula de desahogo determinará la presión de graduación de ésta. Para detalles adicionales para la determinación de la presión de ajuste, se debe consultar el código ASME correspondiente.

A fin de evitar ambigüedades se necesitan varias definiciones:

■ **Válvula de desahogo:** Es una válvula automática para desahogo que funciona con la presión estática en el lado de corriente arriba. La válvula se abre en proporción al aumento en relación con la presión de apertura y su empleo principal es en servicio con líquidos.

■ **Válvula de seguridad:** Es para desahogo automático de la presión y la acciona la presión estática en el lado de corriente arriba. La válvula se abre o "dispara" con gran rapidez y se utiliza principalmente en servicios de vapor de agua y gases o vapores.

■ **Válvula de desahogo de seguridad:** Es automática y se puede utilizar como válvula de desahogo o de seguridad.

● **Válvula de desahogo (alivio) de presión:** Un nombre genérico para válvulas de seguridad o de desahogo de presión.

■ **Válvula de seguridad convencional:** Una válvula de seguridad en que el bonete tiene descarga a la atmósfera o al lado de corriente abajo. La contrapresión influye en la presión de graduación, presión de cierre y capacidad de la válvula.

■ **Válvula de desahogo equilibrada:** Esta válvula tiene el bonete con descarga a la atmósfera. Los efectos de la contrapresión en su funcionamiento son mínimos.

■ **Purga:** La diferencia entre la presión de graduación y la de cierre de una válvula de seguridad, expresada como porcentaje de la presión de graduación o en psi.

La función de la válvula de seguridad es detectar un aumento de presión y proveer una trayectoria para la salida del material que hay en el sistema. El aumento en la presión se detecta con un sistema de equilibrio de fuerzas que consisten en que la presión del proceso actúa en una superficie determinada en contra de un resorte o un peso. Las válvulas de seguridad accionadas por pesos o contrapesos ya no se utilizan en las plantas de proceso, salvo cuando son para apertura a presiones muy bajas.

La válvula de seguridad directa con carga de resorte suele tener cuerpo en ángulo. La conexión de entrada es la requerida para la presión y temperatura de corriente arriba; la conexión de salida y el bonete están diseñados para presiones más bajas. El lado de salida es más grande que el de entrada para permitir la dilatación del medio circulante. El orificio de entrada aloja al disco y asiento de válvula, que puede ser un buje, una semiboquilla o una boquilla entera como la mostrada en la figura 12.

El disco casi siempre está bajo carga de resorte y el vástago le transmite la fuerza. Las válvulas para proceso sue-

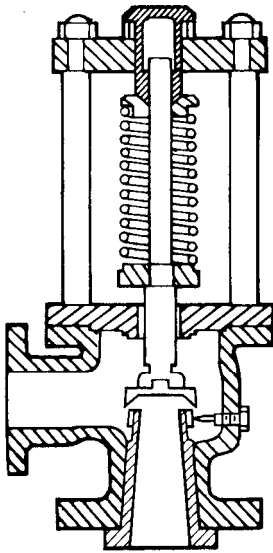


Fig. 12 Válvula de desahogo de seguridad con boquilla completa convencional

len tener guías superiores mientras que la guía inferior con disco es común en las válvulas de desahogo de calderas y líquido. El buje se utiliza en las válvulas con guía inferior y en la semiboquilla en las de hierro fundido. Estos asientos se sujetan con roscas en el cuerpo. Las boquillas completas, utilizadas en las válvulas de acero incluyen el asiento, orificio y cara de brida en una sola unidad. Hay un anillo ajustable en la boquilla y una pestaña de flexión en el disco.

La boquilla converge en el orificio para dar gran velocidad en ese punto. El anillo de la boquilla constituye un orificio secundario, cuya calibración determina la presión a la cual vuelve a cerrar la válvula. La pestaña de flexión en el disco recupera parte de la energía cinética a la presión estática, lo cual da por resultado la acción de "disparo" de la válvula de desahogo de seguridad. Las válvulas de desahogo no tienen la pestaña y se abren en proporción a la presión excesiva. Dado que se requiere cierta fuerza para la apertura total de la válvula, las válvulas de seguridad llegan a toda su capacidad de 3% por arriba de la presión graduada; pero las de desahogo no llegan a su plena capacidad hasta un 25% más que la presión graduada.

La presión de graduación o calibración de la válvula de desahogo se determina con el resorte y su tornillo de compresión a la carga correcta. Los resortes están agrupados por tamaños y capacidades de modo que las espirales permitan el recorrido total de la válvula; la carga del tornillo no debe exceder la fuerza del medio circulante cuando la válvula está abierta del todo.

Las presiones de graduación se pueden aumentar hasta en un 10% del ajuste en la fábrica. El resorte está alojado en el bonete de la válvula cuando no se debe permitir que el fluido escape a la atmósfera. Las válvulas para vapor suelen tener un yugo en lugar del bonete y el resorte está descubierto.

La contrapresión en la salida de la válvula de desahogo puede aumentar o disminuir la presión de graduación según sea el diseño de la válvula. Si la contrapresión es constante, hay que compensar sus efectos. Sin embargo, dado que el efecto de la contrapresión es de acuerdo con el diseño de la válvula, no se debe intentar compensarla con el aumento o reducción de la carga del resorte sin antes consultar con el fabricante.

Válvulas equilibradas (balanceadas)

Las válvulas de desahogo de presión del tipo de pistón con disco con respiración y fuelle minimizan el efecto de la contrapresión. En la válvula de desahogo convencional, la contrapresión aumenta o reduce la carga del resorte. Las válvulas equilibradas cancelan la fuerza de la contrapresión que actúa en el disco. También se utilizan en servicios en donde puede ocurrir vaporización instantánea para minimizar el efecto de la formación de vapores en el funcionamiento de la válvula.

Cuando hay variaciones pequeñas en la contrapresión, se puede utilizar la válvula de desahogo de presión convencional sin efectos perjudiciales. Dado que la contrapresión influye en la alzada de la válvula convencional, las variaciones grandes en la contrapresión reducirán la capacidad. Por esta razón nunca se deben emplear las válvulas convencionales cuando se espera que la contrapresión varíe más de un 10% de la presión graduada.

La válvula operada por piloto también es de equilibrio de fuerzas, pero son reducidas para tener un control más preciso del punto de graduación. El ajuste se hace en la válvula piloto, que deja escapar o admite la presión del proceso a la parte superior del pistón o disco de la válvula. Dado que no se requieren altas velocidades en la boquilla para el disparo, estas válvulas tienen más capacidad con el mismo tamaño de cuerpo que las válvulas con carga directa de resorte. La purga se puede graduar a sólo 1%. Sin embargo, las válvulas de seguridad con piloto no han tenido mucha aceptación pues incluyen muchas piezas móviles con tolerancias pequeñas.

Consideraciones especiales

Las válvulas en servicio con polímeros y otros materiales viscosos o que producen carbonización, necesitan protección contra las obstrucciones. Por lo general se montan discos de ruptura debajo de la válvula de desahogo y al ras con el interior del recipiente de presión; se gradúan a la misma presión que la válvula y el tubo entre la válvula y el disco de ruptura descarga a la atmósfera mediante una válvula de retención de exceso de circulación. También hay válvulas con asiento al ras en que éste penetra en la boquilla del recipiente, con lo que no hay cavidades ciegas entre el asiento de la válvula y el recipiente de presión. Para los fluidos con puntos de congelación muy altos, están disponibles válvulas con camisas de vapor.

Los tubos entre el equipo y la válvula de desahogo de presión deben ser de la medida correcta porque, como la válvula de desahogo de presión responde a la presión estática, la caída posterior de presión en el tubo puede

cerrar la válvula. En estas condiciones es posible que la válvula se mueva entre las posiciones abierta y cerrada y ocurran daños en el asiento. Se acostumbra limitar la presión en el tubo de entrada a 3 % de la presión de graduación. El movimiento también lo puede ocasionar una válvula de tamaño muy grande, porque se requiere una parte considerable del flujo total para mantenerla abierta. Las válvulas operadas por piloto son menos susceptibles al traqueteo que las convencionales.

Se utiliza un sistema de sujeción para mantener cerrada la válvula de desahogo de presión durante las pruebas de presión del equipo; el más común es un tornillo que se coloca a través de la tapa contra el vástago. Se utilizan palancas para la apertura manual de la válvula, ya sea para probar el funcionamiento o para limpiar el asiento. También están disponibles indicadores locales o remotos del funcionamiento de la válvula o de fallas del fuelle o de la válvula piloto.

Válvulas de aguja

Las válvulas de aguja permiten estrangulación exacta de volúmenes pequeños. Por ello son de tamaño pequeño y de muy diversos tipos para aplicaciones especiales.

La válvula consiste en un macho o aguja cónico o conformado que tiene movimiento alterno en el cuerpo. La estrangulación se produce porque el orificio anular formado por el macho y el asiento varía según la posición del macho. El cuerpo y bonete para servicio en procesos son de globo.

Las válvulas de aguja se pueden utilizar para controlar el paso de aire o líquidos hidráulicos para accionamiento. Las válvulas combinadas de retención y aguja permiten circulación controlada en un sentido o circulación libre en un sentido y controlada en el opuesto. El control de velocidad con un operador de cilindro neumático es muy común. Se pueden proveer ajustadores del vástago del tipo micrométrico con un cierre para graduación precisa de la circulación. Las válvulas de aguja también se utilizan en los tubos para instrumentos a fin de reducir las pulsaciones de presión.

El autor

August Brodgesell es un ingeniero *senior* de instrumentos en Crawford & Russell, Inc., Stamford, CT 06904, en donde trabaja desde 1966. Antes estuvo en M. W. Kellogg Co. durante 10 años. El señor Brodgesell es ingeniero electricista graduado en Brooklyn Polytechnic Institute y es miembro de Instrument Society of America.

Instalación, operación y mantenimiento de válvulas

Después de seleccionar una válvula para cierta aplicación particular, no ha concluido la labor del ingeniero. Hay que analizar los requisitos del servicio para tener instalación, operación y mantenimiento correctos.

Harold C. Templeton, Ingeniero consultor



La operación de cualquier planta de proceso depende del funcionamiento satisfactorio de los muchos tipos de válvulas instaladas en el sistema de tuberías. Los tipos de válvulas que se comentarán incluyen las de cierre, es decir, las que están normalmente abiertas o cerradas del todo, las válvulas del tipo de globo para control de estrangulación y servicio de cierre y las válvulas de retención automáticas.

Las válvulas de cierre y las de tipo de globo suelen ser de accionamiento manual y su uso es poco frecuente. Hay un número creciente provisto de operadores de control remoto que requieren menos personal.

INSTALACIÓN

Las válvulas con extremos de brida son las que más se utilizan en la mayor parte de las tuberías de proceso. En los sistemas en que se requieren instalación firme y protección contra escurrimientos se emplean válvulas de extremos soldados. Los tamaños para tubos pequeños suelen tener extremos soldados, según sea el material del tubo y la válvula y el fluido que se va a manejar. En la figura 1 se ilustran las caras típicas de contacto con las bridas.

Los extremos con brida tienen dimensiones y capacidades de presión estándar para diversos materiales de construcción. Los diámetros de la brida, los círculos y agujeros para tornillos y los diámetros de las caras realzadas están incluidas en diversas normas del American National Standards Institute (ANSI) y de Manufacturer's Standardization Society of the Valve and Fitting Industry (MSS). Las clases para presiones idénticas o similares con diferentes materiales, tienen las mismas dimensiones.

Cuando se instalan bridas de acero de cara realzada en bridas de hierro fundido, bronce o acero inoxidable, se debe tener cuidado especial para no doblar o romper el material de menor resistencia. Además, si se unen bridas de acero de cara realzada con bridas de cara plana de otros materiales, se recomienda desmontar la cara real-

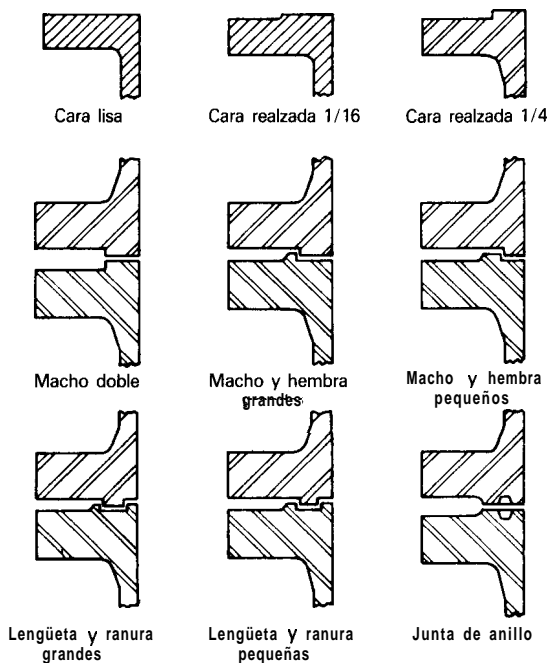


Fig. 1 Caras de contacto de bridas estándar

Tabla I Normas para válvulas y bridas

MSS SP 6	Acabados de caras de contacto de bridas de extremo de válvulas y accesorios ferrosos
MSS SP 37	Válvulas de compuerta de bronce 125 lb MSS
MSS SP 42	Válvulas con brida fundidas, resistentes a la corrosión 150 lb MSS
MSS SP 46	Instalación de bridas de acero de cara realizada en bridas de hierro fundido, latón, bronce o acero inoxidable
MSS SP 65	Bridas y espárragos para alta presión en la industria química para uso con juntas lenticulares
ANSI B 16.1	Bridas para tubo y accesorios con brida de hierro fundido
ANSI B 16.5	Bridas para tubo y accesorios con brida de acero
ANSI B 16.10	Dimensiones de cara a cara y de extremo a extremo de válvulas ferrosas
ANSI B 16.11	Conexiones de acero de soldadura en enchufe
ANSI B 16.20	Juntas para unión de anillo y ranuras para bridas para tubo de acero
ANSI B 16.21	Juntas no metálicas para bridas de tubo
ANSI B 16.24	Bridas y conexiones con brida de latón o bronce
ANSI B 16.25	Extremos de soldadura a tope

zada y utilizar una junta de ese tamaño en la unión. Si hay que utilizar la brida de acero de cara realizada, se recomiendan tornillos de baja resistencia para evitar daños al material más débil. La norma MSS SP 46 “Instalación de bridas de acero con cara realizada en bridas de hierro fundido, latón bronce o acero inoxidable”, incluye las recomendaciones para esos casos.

Juntas

Las juntas para las bridas entre válvulas y tubos son de tres categorías: blandas, semimetálicas y metálicas, y con muchas subdivisiones.

Las juntas blandas son las hechas con elastómeros, las de hojas de asbesto (amianto) comprimidas, que tienen por lo general aglutinante de caucho sintético para darles resistencia a la corrosión y mejorar el sellamiento y las de materiales de hidrocarburos fluorados, como el PTFE, con o sin relleno. Las juntas blandas de empleo más frecuente en servicio con productos químicos son las de hojas de asbesto comprimido y de PTFE.

Las juntas semimetálicas incluyen las de camisa metálica rellenas con asbesto, de las cuales hay muchos tipos, las de metal corrugado y metal perfilado con asbesto pegado con adhesivo en las ranuras concéntricas y las de tipo devanado en espiral con hoja de asbesto, papel o PTFE entre los devanados.

Las juntas metálicas son de diversos diseños estandarizados. La junta anular es la más común aunque la junta lenticular cada vez tiene más aplicaciones en servicio para alta presión. Hay muchos tipos no estandarizados, como las de metal corrugado, metal plano liso, metal perfilado con ranuras en V concéntricas y otras variantes. Estas juntas que no son estándar no se utilizan mucho para bridas de tuberías.

La temperatura máxima de servicio en la mayor parte de las juntas elastoméricas no excede de 200°C. Las de PTFE están limitadas a 500°F, pues a más temperatura empiezan a desintegrarse; se recomienda que trabajen con temperaturas inferiores, por lo general unos 400°F, para evitar que fluya en frío.

Las hojas de asbesto comprimidas tienen la limitación del aglutinante y la temperatura máxima para su empleo es de 800°F. Hay que comprobar los límites específicos de una junta determinada con el fabricante. Cuando estas juntas tienen refuerzo de malla metálica se pueden usar a temperaturas un poco más altas, pero 1 000°F es el límite absoluto.

Las juntas blandas requieren bridas con acabado ranurado de suficiente aspereza para evitar el arrastre. Esto es de particular importancia con materiales de PTFE que pueden fluir en frío.

Propiedades de las juntas semimetálicas

Las juntas semimetálicas tienen limitaciones según el tipo de metal y de asbesto. Si el asbesto está “emparedado”, puede producir un sellamiento satisfactorio aunque ya se haya pulverizado y no tenga resistencia a la tracción. Se utilizan acero inoxidable o aleaciones a base de níquel en la mayor parte de las juntas semimetálicas para temperaturas superiores a los 1 000°F.

Estas juntas requieren diferentes acabados de superficie según sea su tipo específico. Las juntas de asbesto con camisa de metal que se necesita para asentar contra la brida y las juntas con núcleo metálico con asbesto en una parte de la superficie sellan con gran facilidad en superficies lisas.

Las juntas de devanado en espiral se pueden utilizar en superficies de diferentes acabados.² Para servicio general, un acabado de 125 a 200 RMS suele ser adecuado. En servicios peligrosos o con fluidos difíciles de retener, el acabado de superficie no debe tener una aspereza mayor de 125 RMS. En aplicaciones para vacío, el acabado no debe ser mayor de 80 RMS.

La carga de los tornillos en las juntas devanadas en espiral debe concordar con las características de compresión de la junta. Se debe consultar al fabricante la combinación adecuada de tornillos y junta. En la mayor parte de los casos se recomiendan los anillos de compresión para no comprimir las juntas en exceso.

Las juntas metálicas requieren acabados lisos para tener sellamiento y la aspereza máxima aceptable suele ser de 62 RMS. Estas juntas y algunas semimetálicas sellan por la deformación del metal para conformarlo con la superficie de la brida, porque la tersura es esencial. La junta debe ser más blanda que la brida para obtener flujo del metal sin deformar la brida. Muchas veces no se puede obtener una diferencia en dureza cuando se tienen bridas de acero inoxidable austenítico y juntas de la misma aleación; por ello, esta combinación rara vez se utiliza excepto en uniones anulares y bridas lenticulares.

Se prefieren los acabados de estrías o surcos concéntricos para todos los tipos de juntas. En ningún caso debe haber marcas de herramientas que se extiendan en sentido radial en la superficie de asentamiento de la junta.

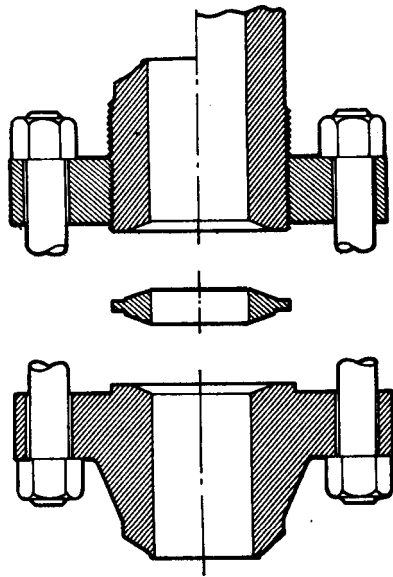


Fig. 2 Las juntas de unión de anillo producen sellamiento positivo

Juntas anulares

Las juntas anulares y lenticulares son las metálicas de empleo más común en bridas de tubos (Fig. 2). Las caras de las juntas anulares son fáciles de instalar y apretar; tienen la ventaja de un sellamiento positivo y mantienen su integridad durante un incendio. Si la junta no asienta en el borde interno habrá una cavidad o bolsa en donde se puede retener el líquido de la tubería.

Las uniones con junta anular tienen la ventaja de que no hay cavidades que atrapen el líquido de la tubería. Se hacen con tanta facilidad como con las bridas planas o de cara realzada. Se requiere poca flexibilidad en la tubería para instalar o desmontar una brida con unión lenticular, pero se necesita mucha elasticidad para desmontar una brida con junta anular.

En las conexiones con brida los tornillos se deben apretar a la torsión adecuada para el material y la clase de presión. Hay publicaciones en donde se indica la torsión para bridas y accesorios.³ Esto es muy importante con tornillos de baja resistencia para que no queden esforzados en exceso al formar la unión, pues pueden ocurrir fugas cuando se desesfuerzan los tornillos.

Los tornillos se deben apretar en el orden indicado en la figura 3. Las llaves de torsión son las más adecuadas, aunque se pueden utilizar atornilladores neumáticos calibrados. Hay que lubricar los tornillos y tuercas para tener reproducibilidad de la torsión.

Las conexiones o extremos roscados son los de menor costo y las puede hacer un operario no especializado; sin embargo, tienen muchas desventajas. Es difícil sellar las fugas y las roscas están sujetas a corrosión, por lo cual si se corroen será casi imposible desarmarlas. Los materiales que se raspan con facilidad, como los aceros inoxidables austeníticos, son muy difíciles de apretar. La cinta

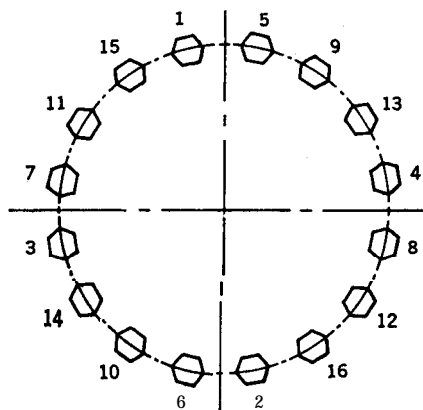
de PTFE envuelta en la rosca macho es muy útil para hacer uniones roscadas herméticas.

Las fugas por las uniones roscadas pueden permitir el ataque rápido de los tubos y válvulas. Un ejemplo es el manejo de ácido sulfúrico concentrado con tubos o válvulas de acero al carbono. El ácido que se fuga se diluirá por la hidratación atmosférica y atacará con rapidez el exterior del componente. En tales casos, puede ser necesaria la soldadura de sello en las uniones.

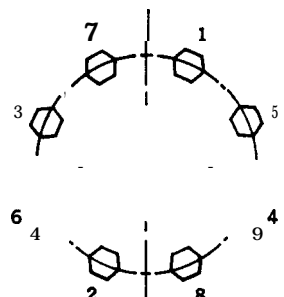
Sistemas soldados

Los sistemas de tuberías soldadas ofrecen la máxima seguridad de hermeticidad en las uniones. Los extremos soldados de enchufe se utilizan para tamaños hasta de 2 in de diámetro y los soldados a tope para tamaños más grandes. En algunos casos se utiliza soldadura a tope en los tamaños pequeños para evitar la cavidad que hay en la conexión de soldadura de enchufe.

Las conexiones de extremo de enchufe son más fáciles que las soldaduras a tope y requieren menos pericia. Al instalar conexiones de enchufe soldadas, no se debe asentar el tubo a fondo en el enchufe antes de soldar, pues producirá esfuerzos muy altos cuando el metal de la soldadura se contraiga y tire del tubo hacia el enchufe. Si no se deja un espacio pequeño al soldar válvulas de com-



Válvulas grandes



Válvulas pequeñas

Fig. 3 Orden para apretar tornillos de bridas

puerta se deformarán los asientos y no producirán sellamiento correcto.

Las válvulas de acero y acero inoxidable con extremos soldados a tope se maquinan a las normas ANSI B 16.5, ANSI B 16.25 y ANSI B 16.10. Con insertos consumibles se necesitan preparativos especiales para soldar los extremos y no se incluyen en B 16.5.

Se debe tener cuidado de no dañar los asientos de válvula con las salpicaduras de soldadura. Los asientos metálicos se deben cerrar durante la soldadura y ponerles alguna protección en la superficie del disco, si hay la posibilidad de que les llegue la salpicadura de soldadura. La válvula se debe mantener lo más fría que sea posible para evitar la deformación del asiento en el cuerpo. Esto es importante en las válvulas con enchufe soldado extremo con extremo. En las válvulas de bola con piezas internas de PTFE puede ser necesario desmontar los asientos para no dañarlos con el calor de la soldadura.

Otros tipos de conexiones de extremo, como las de cubo y de compresión no se utilizan mucho en válvulas para procesos. Se deben solicitar recomendaciones al fabricante si se quiere utilizarlas.

Precauciones durante la instalación

El manejo es de suma importancia, en especial para válvulas grandes que requieren el uso de un polipasto. Las válvulas no se deben levantar por el volante, brazos del yugo o mecanismo de operación. Se deben colocar eslingas debajo del cuerpo en forma que impidan que se invierta. Las válvulas pequeñas que se pueden levantar con la mano no tienen problemas para el manejo.

Cuando se reciben las válvulas es preferible dejarlas en su empaque original, salvo que se vayan a guardar bajo techo. Los protectores de las bridas no se deben quitar sino hasta el momento de instalarlas y, después de quitarlos, se debe inspeccionar si el interior de la válvula está limpio y hay que quitar los cuerpos extraños. Por lo general, las válvulas se deben almacenar con los discos cerrados.

Hay que accionar las válvulas un ciclo completo de cierre, apertura y cierre para probar su funcionamiento. Las válvulas de retención se suelen embarcar con algún tope interno para proteger al disco y al asiento contra daños mecánicos. Hay que quitar el tope antes de instalar la válvula en la tubería.

El espacio entre las bridas de la tubería se debe establecer de modo que se puedan instalar las válvulas sin combar los tubos. Las válvulas no se destinan a uso como elementos de tensión o compresión para aproximar o separar tuberías mal instaladas.

Una vez que la válvula esté conectada, hay que comprobar que los tornillos del bonete estén apretados. Las tuercas se pueden aflojar durante el embarque y las juntas pueden estar poco comprimidas o escurrirse y permitir fugas entre el cuerpo y el bonete. Se debe comprobar el apretamiento de los tornillos del prensaestopas. Si el vástago y el buje son del tipo lubricado, hay que lubricar las roscas del vástago y el buje del yugo (tuerca del vástago) que queden visibles. Hay que probar otra vez la

válvula después de acabar de instalarla con un ciclo de cierre apertura y cierre totales.

OPERACIÓN

Las válvulas de compuerta para procesos suelen tener compuertas de cuña con un ángulo incluso de 10° entre los asientos. El cierre se logra al mover una cuña cónica o un par de discos entre los asientos (Fig. 4). En una variante se utiliza una cuña flexible que puede permitir ajustes muy pequeños para coincidir con el ángulo entre los asientos. La compuerta con asientos paralelos mecánicos requiere una cuña para mover los discos contra los asientos; este diseño rara vez se utiliza en tuberías de procesos.

El sellamiento con la cuña maciza depende del maquinado y acoplamiento precisos de la cuña con las superficies correlativas. Para obtener un sello continuo en el servicio, el ángulo del asiento se debe mantener sin cambio sin que ocurran daños mecánicos o por corrosión en el disco y asiento.

El sellamiento hermético en las válvulas de compuerta de disco doble requiere asientos planos y al ángulo correcto. Mientras los discos y los asientos se mantengan planos, los cambios en el ángulo de los asientos por los esfuerzos en la tubería no alterarán el sellamiento. Si el diseño permite que los discos giren cuando se acciona la válvula, el desgaste se distribuirá en toda la superficie del disco.

Por lo general, las válvulas resistentes a la corrosión se fabrican con asientos integrales y se utiliza la misma aleación del mismo grado de dureza para el asiento y el cuerpo. Hay válvulas con anillos de asiento reemplazables que, muchas veces, son de una aleación más resistente a la corrosión que el cuerpo y el bonete. La costumbre para válvulas de acero es mantener una diferencia en dureza de más de 50 Brinell entre el disco y el asiento para reducir las posibilidades de rayaduras y desgaste. Las válvulas de hierro fundido del tipo llamado "todo hierro" suelen tener asientos integrales.

La estrangulación con una válvula de compuerta es un método poco aconsejable y sólo se debe tratar de hacerlo en caso de emergencia. Las características de estrangulación de las válvulas de compuerta son muy deficientes y ocurrirá severa vibración del disco si la caída de pre-

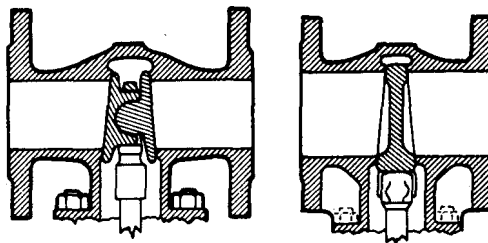


Fig. 4 Tipos de sellamiento en las válvulas de compuerta de cuña maciza (izquierda) y de disco doble

sión a través de los asientos es muy grande. Además, las guías pueden ser inadecuadas para evitar que el disco choque contra el asiento, lo cual puede ocasionar serios daños en el disco y el asiento. Una estrangulación muy fuerte puede ocasionar remolinos que dañarán los asientos y discos.

Las válvulas de compuerta se utilizan para servicio con líquidos limpios, es decir, los que contienen poco o ningún material sólido. Para utilizar las válvulas en servicio con pastas aguadas, se debe instalar una conexión para purga en el cuerpo entre los asientos. En esta forma, el material acumulado se puede arrastrar o eliminar con aire a presión antes de que cierre la válvula. Cuando los sólidos se han acumulado en el cuerpo sin válvula de purga, al cerrar la válvula hasta el punto en que el disco casi toca los sólidos acumulados se puede ocasionar suficiente turbulencia como para arrastrar los sólidos. Se pueden requerir varios ciclos de cierre parcial para eliminar suficientes sólidos y poder cerrar la válvula.

Funcionamiento de las válvulas de globo

Las válvulas de globo tienen tres tipos básicos de cuerpo: en ángulo recto, en Y y en ángulo (Fig. 5). Los tres tipos funcionan con la elevación y descenso de un disco que está en el extremo de un vástago para abrir o cerrar la válvula o controlar el flujo dentro de ciertos límites. La válvula de disco reemplazable tiene un inserto plano de un material como el PTFE. Esta válvula tiene características deficientes para estrangulación y su empleo principal es para cierre hermético, tanto con líquidos limpios como con pastas aguadas que rayarían el asiento y el disco de una válvula con asiento metálico.

La mayor parte de estas válvulas se fabrican con un disco giratorio y vástago elevable. El ángulo, incluso del asiento, suele ser de 30° y el disco tiene un ángulo un poco menor para tener buen contacto entre ellos. El sistema de disco giratorio es satisfactorio si la caída de presión en el asiento está dentro de límites razonables. La caída excesiva puede ocasionar vibración y desgaste del pie del vástago, el disco y la conexión giratoria y la falla total en un momento dado.

En algunos casos, una vibración severa ha ocasionado la falla por fatiga del vástago justo debajo de la parte inferior del estopero. Si se requiere una caída grande de presión se debe colocar una placa de orificios corriente arriba de la válvula. La caída máxima de presión que puede soportar una válvula de globo convencional no debe exceder de 100 a 150 psig.

Se puede obtener un control más preciso de la estrangulación con un disco de orificio en V. Este tipo de válvula tiene vástago que no gira y disco oscilante. Un indicador de posición señala la ubicación del disco en relación con el asiento. Con este diseño se pueden permitir caídas de presión mayores que con el disco giratorio u oscilante.

Compuerta o globo

En general, se espera que las válvulas de globo tengan menor escurrimiento que las de compuerta. Un tipo especial de disco, con inserto de PTFE, sella con facilidad con torsión muy baja contra el volante, incluso con presiones muy altas. Este tipo también es adecuado para empleo a temperaturas criogénicas. Las válvulas con asiento de PTFE están limitadas a temperaturas máximas de servicio de 500°F , aunque es aconsejable no exceder de 400°F .

Las válvulas de compuerta y de globo tienen una característica común: la fuerza del disco contra el asiento se puede controlar desde el exterior con el operador. Esto es muy deseable porque es posible accionar una válvula para obtener sellamiento cuando las superficies de asiento están dañadas, corroídas u obstruidas. Un operario experto puede cerrar por completo las válvulas que tienen estos problemas.

La característica de una fuerza de asentamiento variable desde el exterior puede ocasionar problemas cuando hay personas sin experiencia encargadas del manejo de las válvulas. La solución es el adiestramiento para el manejo correcto de las válvulas. No es posible construir una válvula que no se pueda dañar por el descuido del operario.

Las válvulas de compuerta y globo metálicas no tienen límites para la presión que pueden manejar o cor-

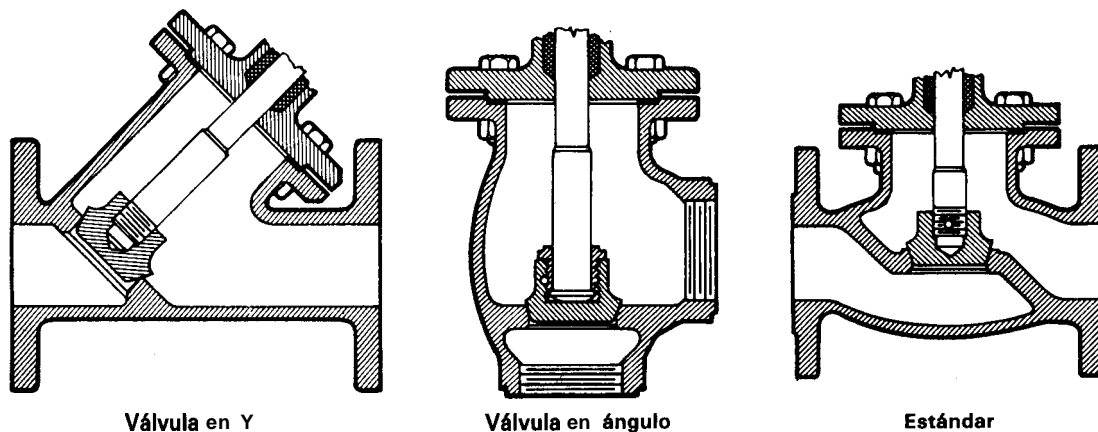


Fig. 5 Los tres tipos de válvulas de globo tienen asientos similares

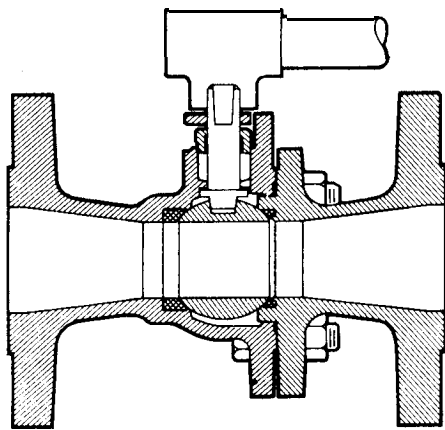


Fig. 6 Válvula de bola con cuerpo dividido

tar. Están disponibles para **todas** las capacidades de presión según sea el material de que están construidas. Las limitaciones a las temperaturas máximas permisibles se establecen en los diversos códigos y dependen en gran parte del material de la empaquetadura. La mayor parte de las otras válvulas tienen presión o temperatura máximas muy restringidas debido a los materiales para el sellamiento en el asiento.

Válvulas de bola

Hay dos categorías amplias de válvulas de bola con base en el diseño del cuerpo: entrada superior y entrada por el extremo. Casi todas son de entrada por el extremo y están disponibles en muchos tipos. En el diseño de cuerpo dividido, que puede tener conexiones con brida o roscadas, se sujeta la bola para que selle entre las dos piezas (Fig. 6). En otro tipo se utiliza un cuerpo de una pieza con un retén roscado en un extremo para sujetar los asientos y la bola. Hay una configuración alterna, el cuerpo de tres piezas que están roscadas o atornilladas entre sí.

En las válvulas de bola de entrada superior los asientos están en ángulo, algo similar al ángulo del asiento de la compuerta de cuña, y tienen un resorte para empujar la bola contra los asientos para producir el cierre.

Los sellos para los asientos hechos con PTFE, con o sin relleno, se utilizan en la mayor parte de las válvulas de bola en que la temperatura máxima no excede de 400°F. Las presiones que pueden controlar los asientos son menores que en una válvula de compuerta o globo comparable. La capacidad reducida para presiones y temperaturas ocurre en tamaños de 2.5 in o más grandes y con temperaturas superiores a 200-250°F. Hay mucha variación en los asientos y no existen criterios adecuados para la evaluación excepto las pruebas, que no siempre son concluyentes.

Las válvulas de bola son más eficaces cuando están abiertas o cerradas del todo porque los asientos se pueden dañar con la estrangulación. Son más adecuadas para líquidos limpios porque un material sólido puede dañar los asientos y acumularse detrás de la bola. No se deben manejar fluidos que se puedan sedimentar o poli-

merizar dentro de una cavidad en que se estanquen, como la cavidad alrededor de la bola.

Al armar la válvula se comprimen los asientos contra la bola. Hay diversos tipos de ellos, como los de pestaña con resorte, un asiento de torsión u otros para sellar sin compresión excesiva del asiento y para mantener el sellamiento en toda la duración de la válvula. El PTFE, con o sin relleno, fluiría en frío con la carga por lo cual después de cierto tiempo retendrá poca o ninguna de la compresión inicial al armar. Cuando se llega a ese punto, la válvula sólo cerrará si hay suficiente presión en la tubería para empujar la bola contra el asiento de corriente abajo.

Las válvulas de bola sólo requieren 1/4 de vuelta para abrir o cerrar. El cierre de la válvula puede ocasionar un serio golpe de ariete y se debe tener en cuenta al proyectar los soportes de la tubería. Los sellos del vástago son más sencillos que en las válvulas de compuerta o de globo y el estoperero es mucho más corto.

Válvulas de macho

Las válvulas de macho son de dos tipos: lubricadas y no lubricadas. En las lubricadas se utiliza el lubricante para producir el cierre y su buen funcionamiento requiere un programa de lubricación periódica. Las condiciones de operación, en general, están limitadas a las temperaturas y líquidos de procesos para los cuales existe un lubricante apropiado.

El problema más serio con las válvulas de macho es accionarlas después de que han estado en la misma posición un tiempo largo sin moverlas. En algunos tipos se utiliza un sistema de elevación para levantar el macho antes de hacerlo girar. Este tipo se puede utilizar sin lubricación y se ha encontrado satisfactorio para altas temperaturas con considerable acumulación de depósitos duros.

Las válvulas de macho no lubricadas tienen una camisa, por lo general, de un elastómero que sirve a la vez como sello y para eliminar la fricción. La camisa se fija en el cuerpo en diferentes formas y se comprime el macho contra la camisa para producir el cierre. Sus temperaturas de trabajo son iguales que en las válvulas de bola.

La operación de estas válvulas es con 1/4 de vuelta, salvo que tengan operador por engranes. Es fácil instalar un actuador de control remoto aunque las torsiones de operación son muy altas, sobre todo en el tipo no lubricado.

Las válvulas de macho son uno de los tipos ideales para manejar corrientes con alto contenido de sólidos, incluso pastas aguadas muy espesas. Las válvulas lubricadas se pueden utilizar para estrangulación aunque puede ocurrir abrasión si hay sólidos en el material que circula. Las válvulas no lubricadas no suelen ser aptas para estrangulación, salvo con caídas pequeñas de presión, por el peligro de contracción y aplastamiento de la camisa.

Válvulas de mariposa y diafragma

Por lo general, las válvulas de mariposa se fabrican con una camisa completa, sello de asiento y superficies de

asiento para la junta en la brida hechas con elastómero. Las limitaciones para el servicio dependen de las propiedades de los diversos materiales utilizados para la camisa. Las válvulas con camisas de PTFE requieren ciertos cambios en el diseño por las propiedades mecánicas y falta de elasticidad de este material. Los límites de temperatura de las válvulas de mariposa con camisa de PTFE son más o menos los mismos que para las válvulas de bola.

Las válvulas de mariposa son para bajas presiones, por lo general, en la clasificación para 150 psi y el cuerpo suele ser de placa o de orejas. El control remoto es muy fácil mediante un cilindro neumático de doble acción.

Hay disponibles válvulas de mariposa totalmente metálicas con distintos sistemas de sellos. Se utilizan para temperaturas muy altas o muy bajas. El cierre hermético es difícil, pero son de funcionamiento confiable incluso con fluctuaciones en la temperatura.

Las válvulas de mariposa se pueden emplear para estrangulación y en una serie de servicios, desde el manejo de líquidos limpios hasta corrientes de proceso que llevan muchos sólidos.

Las válvulas de diafragma tienen un diafragma impermeable, flexible para cortar la circulación. Están disponibles en tipo de sumidero alto y bajo (Fig. 7). El sumidero alto produce menor flexión del diafragma pero ocasiona más caída de presión.

Las válvulas de diafragma se pueden utilizar para estrangulación y en manejo de materiales con muchos sólidos y con líquidos limpios. No tiene cavidades que retengan los sólidos, lo cual es una ventaja interesante en algunas plantas de procesos químicos y para la industria alimentaria.

El material del diafragma limita sus condiciones de servicio. La presión debe ser baja (no mayor de 150 psig) porque el diafragma no puede resistir grandes fuerzas. La rotura del diafragma puede ocasionar un serio problema y grandes daños cuando se manejan productos químicos corrosivos.

Tipos de válvulas de retención

Las válvulas de retención tienen dos configuraciones básicas: de bisagra y de pistón u horizontales (Fig. 8). Las válvulas de disco oscilante son similares a las de bisagra pero tienen sus propias características. Las válvulas horizontales, que pueden ser de pistón, también incluyen las válvulas de bola y cualquiera de ellas puede tener disco o bola bajo carga de resorte.

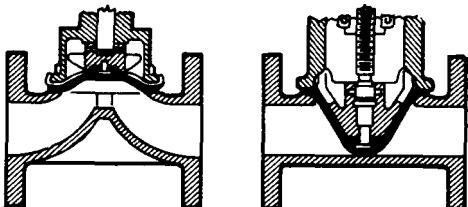


Fig. 7 La válvula de diafragma de vertedor alto (izquierda) tiene mayor caída de presión que la de flujo rectilíneo

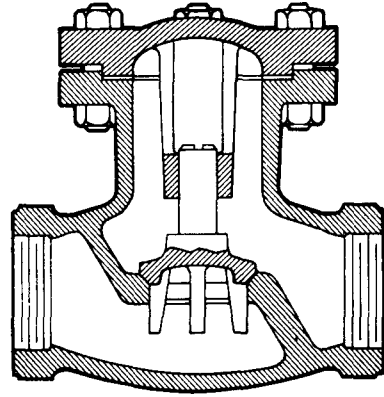


Fig. 8 La válvula de retención horizontal evita el flujo inverso

Por lo general, las válvulas de retención sólo se instalan con la finalidad de impedir el flujo inverso. No suelen tener un cierre confiable con poco escurrimiento para controlar el flujo inverso de gran volumen. En la mayor parte de los casos, la válvula de retención tiene la ayuda de una válvula de cierre para el control positivo del escurrimiento.

Las válvulas de retención de bisagra son sólo para instalación en posición horizontal o en tuberías verticales con flujo ascendente. La caída de presión es bastante alta cuando se instalan en tuberías verticales. En algunas válvulas de bisagra se instala un amortiguador de cierre para evitar el golpe del disco contra el asiento. La construcción normal es con un disco metálico, aunque está disponible un disco reemplazable, similar al de las válvulas de globo, para ciertas capacidades de presión. Para mejorar el sellamiento en el asiento se suele utilizar un inserto elástico.

Las válvulas del tipo horizontal, incluso las de bola, tienen mayor caída de presión que las de bisagra, pero su sellamiento es algo mejor que en las de bisagra. Se emplea un resorte que mejora el cierre, pero en muchos servicios los resortes están sujetos al ataque por materiales corrosivos. Las válvulas bajo carga de resorte se pueden utilizar con cualquier orientación; las que no tienen resorte sólo se pueden instalar horizontales con la tapa hacia arriba.

Estoperos

El sellamiento del vástago de la válvula requiere un estopero y empaquetadura de acuerdo con la construcción de la válvula. Se utilizan dos tipos: estopero convencional y sellos anulares ("O" ring).

Las válvulas en que el vástago sube y baja, aunque no gire, necesitan estopero. Pueden ser sencillos (Fig. 9) o dobles con anillo de cierre hidráulico. Los estoperos sencillos se utilizan en válvulas con capacidad hasta 150 psi de presión y en las de menos de 2 in de diámetro. Los estoperos dobles pueden tener la zona del anillo machueada y con tapones a una conexión para que salga el líquido.

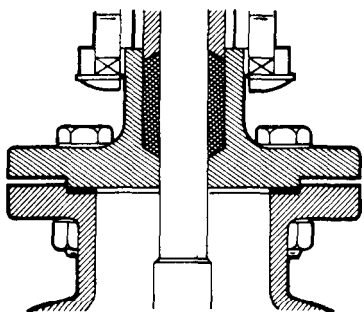


Fig. 9 Estopero sencillo para vástago de válvula

Los estoperos convencionales pueden recibir una serie de materiales de empaquetadura. Los más comunes son diversos tipos de asbesto trenzado combinado con lubricantes. En algunas empaquetaduras se emplea un inserto de alambre para disminuir su tendencia al aplastamiento y fluidez en frío. A veces se utiliza un inhibidor para evitar la corrosión con los lubricantes de grafito.

Las empaquetaduras de PTFE también se utilizan mucho, en configuración de *cheurones* o anillos en V moldeados. El tipo *cheurón* sella sin apretar demasiado los tornillos del estopero, lo cual facilita el accionamiento de la válvula. También hay disponibles empaquetaduras de PTFE trenzado.

Las válvulas de $\frac{1}{4}$ de vuelta que tienen sellos de asiento de PTFE suelen tener un estopero para cerrar la empaquetadura. El estopero no es tan profundo como en las válvulas de compuerta o de globo. Son adecuadas para muchos servicios porque el sellamiento es mucho más fácil cuando sólo hay movimiento rotatorio.

Los estoperos convencionales se pueden usar para toda la gama de temperaturas de funcionamiento, y se logra un buen sellamiento, aunque el estopero debe estar muy apretado para servicio con alta presión. Las rayaduras del vástago no siempre permiten fugas, pero se deben tomar todas las medidas necesarias para evitarlas.

Sellamiento con sellos anulares

Los sellos anulares ("O" rings) de elastómero producen buen sellamiento pero no son adecuados cuando hay movimiento deslizante a lo largo del estopero. El PTFE no es satisfactorio como sello dinámico, ni siquiera con las válvulas de $\frac{1}{4}$ de vuelta por su tendencia a fluir en frío. Los sellos anulares rara vez se utilizan para altas presiones y temperaturas por las limitaciones de su material.

Las válvulas con sello de fuelle tienen un fuelle metálico que produce una barrera entre el disco y la unión entre el cuerpo y el bonete. Se ilustra una en la figura 10. El fuelle es más eficaz que el estopero convencional u otro tipo similar de empaquetadura. Suelen tener también un estopero convencional y a menudo tienen un detector de fugas para avisar en caso de falla.

El fuelle es el punto débil del sistema y su duración puede ser muy variable. Las presiones máximas están limitadas por la construcción del fuelle y el tamaño de la válvula y suelen ser menores a 500 psig. A falta de cual-

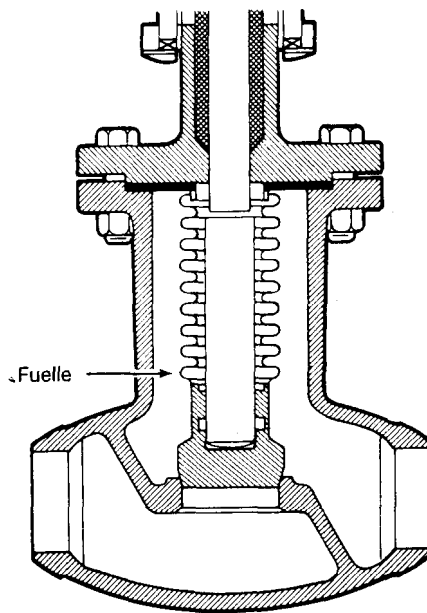


Fig. 10 El fuelle es el sello más positivo para aislar fluidos del proceso

quier otro método para proveer un sello equivalente, se debe usar el fuelle, pero hay que reconocer sus limitaciones.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento de las válvulas en servicio suele estar limitado a apretar los tornillos de la unión entre el bonete y el cuerpo y los del estopero, aunque en caso de emergencia se pueden instalar nuevos anillos de empaquetadura. El reemplazo de ésta en una válvula que está en servicio siempre es peligroso y sólo se debe intentar después de que el asiento posterior está asentado en forma hermética contra el bonete; estos asientos sólo se utilizan en las válvulas de compuerta y de globo.

El mantenimiento extenso de las válvulas de una tubería, aunque esté fuera de servicio, sólo se hace en circunstancias inusitadas. El grado de reparaciones con las válvulas instaladas está limitado por su diseño. Es mucho más conveniente desmontar una válvula con bridas e instalar una de repuesto, que intentar repararla instalada, aunque el diseño de la válvula permita hacer ciertas reparaciones sin desmontarla. A veces, a las válvulas grandes se les puede dar servicio cuando están instaladas, pues puede ser difícil desmontarlas para llevarlas al taller.

Las válvulas que se pueden reparar sin desmontarlas, para corregir problemas con el asentamiento e instalar nuevos discos o sellos de asiento, son las de compuerta, globo, retención, macho, bola de entrada superior y diafragma. Hay que desmontar la mayor parte de las válvulas de bola y de mariposa para tener acceso a los sellos de la bola y de los asientos.

La rectificación de los asientos de las válvulas de compuerta y de retención de bisagra requiere el uso de una máquina especial que se monta en la brida del cuerpo

y corta una nueva superficie de asiento. Debido a la necesidad de que el asiento esté plano y su ángulo coincida en forma precisa con el del disco, este procedimiento es de resultados dudosos en las válvulas de compuerta de cuña maciza. Si se corta más de una cantidad mínima en los asientos, se necesita un disco nuevo para tener cierre correcto. Los asientos en las válvulas de globo y de retención por elevación se pueden rectificar por el lado del bonete con buenos resultados.

Para reacondicionar las válvulas con sellos de PTFE, se instalan sellos nuevos y también bola o macho nuevos si están gastados o corroidos. Pero esto no dará resultado si el cuerpo también está corroido en la zona del asiento o la camisa. El diafragma de las válvulas de diafragma, por lo general, se puede reemplazar sin desmontarlas de la tubería.

Ventajas de la reparación en el taller

El desmontaje de las válvulas de la tubería para repararlas tiene algunas ventajas. Muchas veces la pérdida de tiempo será menor si se tienen disponibles las válvulas para repuesto. La calidad de las reparaciones será mejor y la inspección más precisa porque se tendrá acceso a todas las superficies. Además, se puede probar la hermeticidad del asentamiento, lo cual es difícil si la válvula está instalada.

El mantenimiento de las válvulas de compuerta metálica, globo y retención consiste en la rectificación de los asientos y discos. Los discos de las válvulas de acero se pueden reacondicionar mediante el relleno de las superficies de los asientos con metal de soldadura o con revestimiento de cara dura. El buje del yugo se debe reemplazar si está gastado e instalar empaquetaduras y juntas nuevas. Es preferible reemplazar los tornillos y tuercas, porque la inspección puede costar más que las piezas nuevas. También se pueden instalar nuevos anillos de asiento, pero en este caso la reparación ya no resultará muy económica.

La reparación de válvulas de acero inoxidable es muy similar a la de las de acero al carbono o de baja aleación. Una excepción es que se debe evitar la soldadura del acero inoxidable, porque el metal quedará sensible al ataque por productos corrosivos. Si es indispensable soldar, las piezas se deben recocer en solución y enfriar por inmersión para mantener la resistencia a la corrosión. Si las piezas están hechas con acero inoxidable de bajo contenido de carbono o estabilizadas con columbio o titanio, la soldadura con electrodos de bajo carbono o estabilizados producirá un depósito de soldadura exento de sensibilización.

La reparación de las válvulas de bola incluye instalar nuevos sellos de asiento, bola y vástago nuevos si es necesario así como empaquetaduras, juntas, tornillos y tuercas nuevos. Por lo general, se requiere muy poca rectificación de los componentes de las válvulas de bola.

Las válvulas de macho lubricadas se pueden reparar con relleno con soldadura y rectificación del cuerpo o del macho. Sin embargo, no es fácil encontrar el equipo de precisión para rectificar estas piezas y es dudoso que la reparación resulte económica, sobre todo en válvulas pequeñas.

En las válvulas de macho no lubricadas se requiere reemplazar la camisa de PTFE, la empaquetadura, juntas y, quizá, el macho. Las condiciones del cuerpo debajo de la camisa no siempre son muy importantes y en muchos casos, no se rectifica la cavidad del cuerpo.

Para reparar las válvulas de mariposa se reemplazan el vástago, el disco y la camisa que suelen ser la razón para reparar. No siempre se necesitan discos nuevos, pero sí hay que cambiar todos los sellos anulares o empaquetaduras junto con el vástago y los bujes del vástago si están gastados.

En resumen

Es preferible hacer las reparaciones de las válvulas desmontadas de la tubería, aunque el reemplazo de piezas de PTFE y algunas metálicas con la válvula instalada da resultados satisfactorios en algunos tipos.

La rectificación en las válvulas de globo, compuerta y retención metálicas requiere equipo y personal especializados. En muchas plantas no se justifican estas operaciones y es preferible encargar el trabajo a un taller especializado o al fabricante.

La instalación de sellos de asiento, piezas metálicas nuevas, camisas y otras piezas se puede hacer en la misma planta o encomendarla a un taller especializado.

La reparación de una válvula se considera económica si se puede reacondicionar a un costo no mayor al 65 % del precio de reposición. Los costos de reparación, en promedio, son del 50% del costo de reposición; sin embargo, muchas válvulas no se reparan pues el costo es mayor a los citados. Por lo general, una válvula no se puede reparar si no se puede aprovechar el cuerpo, porque el costo de reparación excederá del valor recuperable.

Referencias

1. "Johns-Manville Metallic Gaskets", Johns-Manville Sales Corp., 270 Madison Avenue, Nueva York, NY 10016.
2. "Flexitallic Spiral-Wound Gaskets • Design Criteria", Bulletin 171, 1971, First Edition, Flexitallic Gasket Co., Inc., Camden, NJ 08101.
3. "Strength Guide", Technical Bulletin 103, H. M. Harper Co., Morton Grove, Illinois.

El autor

Harold C. Templeton es ingeniero consultor en metalurgia, con domicilio en 1110 Boulevard, Westfield, NJ 07090. Adquirió su experiencia con las válvulas cuando trabajaba como metalurgista jefe en Aloyco, Inc., y especialista en selección y aplicación de válvulas. Antes, el señor Templeton fue metalurgista jefe de Lebanon Steel Foundry y metalurgista en la división de calderas de Babcock & Wilcox. Se graduó en metalurgia en Colorado School of Mines y es ingeniero profesional registrado en Nueva Jersey.

El reacondicionamiento deja como “nuevas” las válvulas viejas

Un buen taller de reacondicionamiento puede hacer que las válvulas usadas vuelvan a quedar como nuevas, quizá a la mitad del costo de reposición. Se presentan datos de lo que hacen esos talleres y algunas sugerencias de lo que se debe tener en cuenta al seleccionarlo.

Michael P. Nicholas, MCC Reconditioning

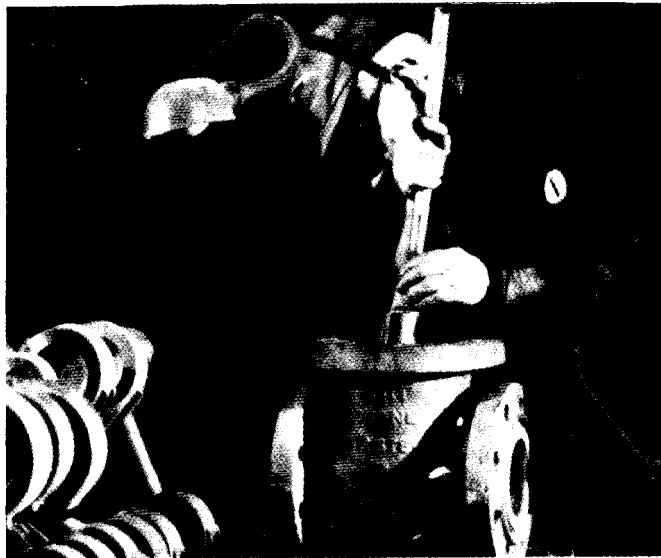
Un método atractivo para ahorrar dinero y energías es reacondicionar las válvulas usadas para dejarlas como “nuevas”. Cada vez son más las empresas que se han percatado de que las válvulas pueden tener varias “vidas”. Con el reacondicionamiento o reemplazo de las piezas gastadas, un taller de reacondicionamiento de válvulas puede hacer que vuelva al servicio una válvula que en otra forma se habría desechado, en unos cuantos días o semanas, a una fracción del costo de una nueva.

La razón principal para reacondicionar válvulas es ahorrar dinero. No sólo se evita la compra de una válvula nueva y más costosa, sino también las modificaciones a la tubería que se podrían necesitar para instalar una válvula de otro diseño. Además, el tiempo para reacondicionar una válvula es de pocas semanas, en lugar de los meses para la entrega de válvulas nuevas. Los tiempos de entrega de válvulas nuevas han aumentado porque la industria de la fundición en Estados Unidos tiene problemas para satisfacer la demanda.

El reacondicionamiento también le da al usuario gran adaptabilidad; porque el taller puede modificar la configuración, convertir las guarniciones, instalar derivaciones, convertir del tipo con brida al de extremos soldados y efectuar gran variedad de operaciones que ayudan a reducir el gasto de comprar válvulas especiales.

¿Qué incluye el trabajo?

El reacondicionamiento de válvulas implica mucho más que la simple limpieza y volver a pintar; es un proceso mediante el cual se reconstruyen las válvulas para lograr características de funcionamiento iguales a las de una válvula



nueva. Esto se logra mediante la prueba de las válvulas reacondicionadas con las especificaciones para válvulas nuevas.

El procedimiento típico para reacondicionamiento es:

1. Desarmar la válvula y limpiar los componentes con productos químicos o con chorro de arena.
2. Inspeccionar con cuidado los componentes. Se toma la decisión de reparar o reemplazar las piezas gastadas.
3. Soldar para rellenar superficies gastadas o maquinarse para producir superficies nuevas. Se tienen en alma-

cén piezas semiacabadas y refacciones (piezas de repuesto) para producir piezas nuevas terminadas.

4. Armar la válvula con empaquetaduras nuevas y, si se requiere, con tornillos nuevos.

5. Probar la válvula reacondicionada de acuerdo con las especificaciones para válvulas nuevas.

Muchos reacondicionadores de válvulas otorgan una garantía sobre su trabajo por el mismo tiempo que para una válvula nueva.

Además del proceso básico de reacondicionamiento, en algunos talleres ofrecen un programa de mantenimiento total que incluye almacenar las válvulas usadas del cliente, llevar un control del inventario y almacenar válvulas reacondicionadas de tipos de uso más común, sin cargo.

Costo del reacondicionamiento

El costo típico del reacondicionamiento es 50% menor que el precio de una válvula nueva. Los cargos específicos varían en función del desgaste de la válvula, si se necesitan aleaciones especiales, el número de piezas de repuesto necesarias y las modificaciones deseadas por el cliente. Los factores clave para analizar los costos de reacondicionamiento son: la estructura de precios del taller de reacondicionamiento y el porcentaje de válvulas inútiles, o sea, las que no se pueden reparar.

Los cargos por reacondicionamiento pueden tener alguna de las siguientes estructuras:

- Tiempo y material (TyM).
- Cargo básico más piezas de repuesto (refacciones)
- Cargo básico con las piezas estándar incluidas

Con el método de TyM los cargos se basan en las horas de mano de obra y en los materiales utilizados.. Aunque esto parece atractivo, es muy difícil prever el costo, comprobar que la factura esté correcta y comparar los precios. Además, TyM no ofrece ningún incentivo para hacer con rapidez el trabajo en el taller, pues cuanto más tiempo se tarda en reparar la válvula, más se cobrará.

El plan de cargo básico más piezas de repuesto también puede ser engañoso. El cargo básico parece ser un porcentaje muy bajo del precio de una válvula nueva,

pero las piezas de repuesto se cobran a precios muy caros. Este método equivaldría a ofrecer un automóvil a un precio económico y luego cobrar los asientos y los frenos como extras.

El cargo básico con piezas incluidas es el que más beneficia al cliente. No sólo permite prever el costo y la comparación de los precios, sino que también hace que el reacondicionador trabaje con máxima eficiencia.

El porcentaje de válvulas inútiles es otro factor pues se relaciona con el número de válvulas enviadas a reparación que no llevan arreglo. Un reacondicionador que cobra menos pero no aprovecha tantas válvulas, puede resultar muy caro (véase el cuadro).

Se verá en el cuadro que el taller B es 20 % más barato que el taller A pero, en conjunto, el taller B le cuesta en realidad al cliente 40% más que el taller A.

Tiempos de entrega

Los tiempos de entrega de válvulas estándar, de tamaños comunes, son de dos a cuatro semanas. Las válvulas grandes (8 in o más) pueden requerir cuatro a seis semanas y las muy grandes (por ejemplo, las de compuerta de 36 in) de cuatro a ocho semanas. Sin embargo, muchos reacondicionadores ofrecen servicio para caso de emergencia y pueden devolver las válvulas en cuestión de días, si se les autoriza tiempo extra. Puede ocurrir que un reacondicionador entregue una válvula grande reparada en menos tiempo del requerido para recibir una válvula nueva. Algunos tienen en existencia válvulas pequeñas reparadas para entregarlas a cambio de las válvulas usadas.

En algunas zonas, puede ser necesario embarcar las válvulas al reacondicionador; en las ciudades grandes los talleres recogen y entregan a domicilio. Además, los fabricantes suelen tener talleres autorizados en todas las poblaciones importantes, lo cual elimina las demoras ocasionadas por el embarque.

Evaluación de un taller de reacondicionamiento

Para evaluar un taller de reacondicionamiento de válvulas se deben tener en cuenta los siguientes factores:

¿Cuál es la actividad principal del taller? ¿Es un taller mecánico que además repara válvulas o es exclusivo para válvulas? Un aspecto crítico en la elección de un fabricante de válvulas es su capacidad para responder en caso de emergencia o de paro de la planta. Un taller exclusivo para válvulas maneja estas situaciones de emergencia en forma constante y sabe las repercusiones de una demora en devolver la válvula. Un taller mecánico quizá no esté dispuesto a interrumpir un trabajo para reparar una válvula.

¿Compran y venden válvulas reacondionadas? Si el taller se dedica sólo a reparaciones, no les interesa decir que una válvula no tiene arreglo para tratar de venderle una nueva o reacondionada. Busque un taller del que sepa le devolverá sus válvulas ya reparadas.

¿Qué estructura de precios tienen? Si el taller tiene listas de precios por tamaño y capacidad de presión, es mucho más

Los costos reales del reacondicionamiento de válvulas

10 válvulas usadas; costo de una válvula nueva = Dls. 100

Taller A	Taller B
Cobra 25.00 dólares por reacondicionamiento por válvula	Cobra 20.00 dólares por reacondicionamiento por válvula
Reconstruyen cada válvula con soldadura y maquinado e instalan piezas nuevas	Aprovechan piezas de otras válvulas; no sueldan ni maquinan
Recuperan 10 de 10 válvulas	Recuperan 7 de cada 10 válvulas
Costo: 150.00 dólares	Costo: 140.00 dólares
Costo total: 250.00 dólares	El cliente compra 3 válvulas nuevas
	Costo: 300.00 dólares
	Costo total: 400.00 dólares

Nota: Costos en 1978.

fácil determinar el costo de reparación. La cotización de "tiempo y materiales" sólo es necesaria para tipos muy especiales de válvulas, pero hay que tener cuidado con un taller que sólo trabaja en esa forma. Con ese método es difícil prever los costos y determinar si los cargos por mano de obra y material están "inflados" en la factura. Quizá el usuario no quiera utilizar un taller que parece tener precios muy altos y se irá a uno de TyM, sólo para toparse con que pagará mucho más sin saberlo.

Además, determine cómo manejan los cargos por flete (en su caso), por piezas de repuesto y piezas especiales. Los talleres autorizados por los fabricantes, en algunos casos, pueden comprar las piezas de repuesto a menor precio que otros talleres.

Personal: Tenga en cuenta los antecedentes del jefe de taller y los operarios. ¿Cuánta experiencia tienen en reacondicionamiento de válvulas? ¿Serán capaces de ayudarlo en una emergencia en el momento en que los necesite, o sea, serán capaces de ir a su planta a las 3 de la mañana?

Organización del taller: ¿Está bien organizado el taller? ¿Marcan los componentes de las válvulas de cada cliente?

Especificaciones para control de calidad. Comente las especificaciones de control de calidad con el jefe de taller o gerente de servicio. ¿Cuáles son las normas para aceptar o rechazar las piezas? ¿Tienen normas para pruebas de acuerdo con las especificaciones de la industria? En po-

cas palabras, ¿cómo puede asegurarle ese taller que la válvula reacondicionada estará igual que nueva?

Resumen

El reacondicionamiento de válvulas ofrece la oportunidad de lograr ahorros importantes porque se aprovechan artículos costosos. Hay muchos buenos talleres especializados en válvulas que quizá puedan ofrecerle un programa de mantenimiento adecuado a su necesidad.

Vale la pena dedicar un poco de tiempo a evaluar los talleres existentes. Por desgracia, algunos hacen trabajos que dejan mucho que desear y otros tienen precios fuera de toda razón. El reacondicionamiento de válvulas ha adelantado hasta el punto de que existe tecnología para restaurar válvulas y dejarlas con las mismas características que las nuevas. Determine que el reacondicionador con quien trata es uno de los muchos que se preocupan por la seguridad, rendimiento y confiabilidad.

El autor

Michael P. Nicolas es el Vicepresidente y Gerente General de MCC Reconditioning, 1900 Dempster St., Evanston, IL 60204, parte de Mark Control Corp., a cargo de sus seis talleres de reacondicionamiento en el país. Estudió ingeniería mecánica y aeroespacial en Illinois Institute of Technology y tiene la maestría en ingeniería de sistemas de esa institución. Es miembro de American Society of Mechanical Engineers y del American Petroleum Institute



Válvulas de mariposa para fluidos de proceso

Las válvulas de mariposa tienen características combinadas para control de circulación y cierre de estrangulación. Su diseño compacto, la amplia disponibilidad de elastómeros y los materiales de alto contenido de aleación permiten utilizarlas con muchos fluidos de proceso.

Brad E. Bertrem, Norris Division, Dover Corp.

Las válvulas de mariposa se utilizan en las industrias de procesos químicos para el manejo de líquidos, gases y sólidos.

Aunque las válvulas de mariposa son excelentes válvulas de control, su uso más común es para cierre. Producen cierre hermético a prueba de goteo en casi cualquier aplicación en un proceso, incluso vapor, aire, gases, líquidos, pastas aguadas y sólidos.

El funcionamiento básico de una válvula de mariposa es sencillo pues sólo requiere una rotación de 90° del disco para abrirla por completo. La sencillez del funcionamiento ha aumentado mucho el empleo de estas válvulas con control automatizado remoto o local.

Debido a sus características de flujo rectilíneo con aperturas entre 20° y 70°, son adaptables en particular para aplicaciones de control (Fig. 1). Además, son válvulas de control muy eficientes por comparación con las válvulas de control del tipo de globo. La velocidad de la corriente en flujo no se pierde, porque el fluido circula en forma aerodinámica alrededor del disco. El flujo en los asientos restringidos de las válvulas de globo y alrededor del macho ocasiona grandes caídas de presión.

La calidad del control que se obtenga con una válvula depende de la relación entre la caída de presión en ella y la del sistema total. En consecuencia, la válvula de mariposa es ideal para aplicaciones de control en donde se necesita mínima pérdida de presión.

Las válvulas de control de mariposa pueden estar equipadas con sistemas de "falla sin peligro" (Fig. 2) para que, en caso de falla, el disco abra o cierre en forma automática. Pueden ser resortes, tanques de aire o sistemas mecánicos que funcionan después de que ocurre la pér-

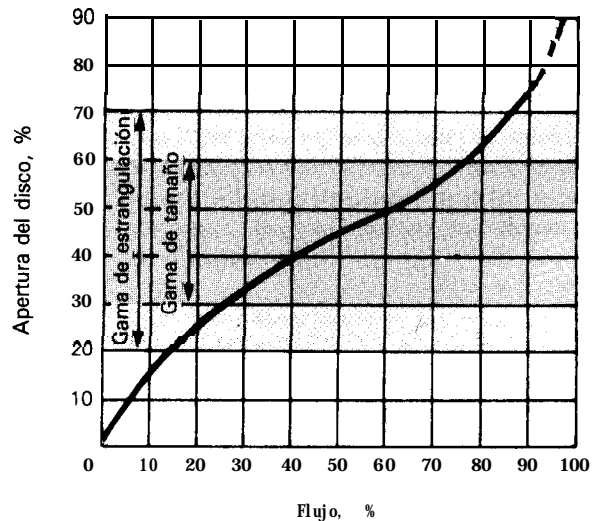


Fig. 1 Las válvulas de mariposa para control de estrangulación tienen características lineales en más del 70% de la gama de flujo

dida de potencia en el operador motorizado de la válvula. Se pueden instalar dispositivos de alarma para indicar la falla o para detener las bombas para mayor seguridad.

Límites de presión y temperatura

La función primaria de la mayor parte de las válvulas de mariposa es producir un cierre positivo. Los elastómeros permiten al diseñador de válvulas lograr mayor resistencia a los fluidos del proceso. Se han logrado mu-

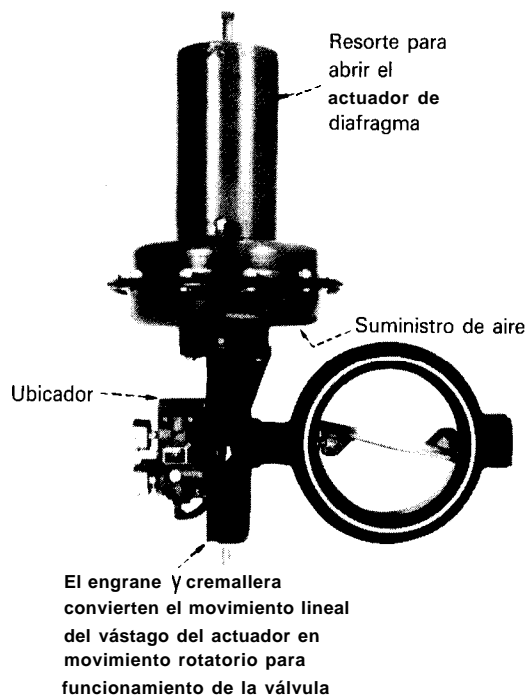


Fig. 2 Actuador de diafragma de falla sin peligro, con ubicador

chos adelantos en la composición y moldeo de elastómeros y ya hay válvulas de mariposa con funcionamiento confiable que cierran a 720 psi.

Las válvulas de mariposa son más ligeras de peso que las de compuerta, macho o bola, lo cual es una ventaja para la instalación, pues se pueden manejar sin grúas en tamaños hasta de 10 in. Para los sistemas de tubería en que se utilizan se pueden emplear perchas (suspensores) y soportes de tubos más ligeros.

Debido a la mínima cantidad de materiales de las válvulas de mariposa son económicas tanto en costo original como en mantenimiento. Esta ventaja se acrecienta cuando se utilizan materiales de máxima calidad como titanio, Hastelloy, Teflón o Viton para las guarniciones. Casi todas estas válvulas tienen construcción de "fondo seco" que impide que los líquidos del proceso lleguen hasta el cuerpo. Esto minimiza la cantidad de materiales de máxima calidad requeridos para manejar productos corrosivos. Otros tipos de válvulas requieren cuerpos y guarniciones de alto contenido de aleación para que sean compatibles con las corrientes del proceso. La válvula de mariposa puede tener cuerpo de acero al carbono o de hierro dúctil y sólo las partes internas húmedas se hacen con material de aleación.

En el control de flujo, las ventajas de las válvulas de mariposa incluyen la facilidad de mantenimiento sin necesidad de herramientas o equipo especiales y sin necesidad de paros de la planta. Las del tipo de placa u oblea son muy fáciles de instalar; todo lo que se requiere es poner parte de los tornillos en la parte inferior de las bridas e introducir la válvula entre las bridas hasta que descansen en la "cuna" formada por los tornillos. Después se aprietan los tornillos hasta que los sellos de extremo estén bien sujetos y haya contacto de metal con metal. En

la mayor parte de las válvulas de mariposa no se requieren juntas para los sellos de extremos.

Si se hace la selección adecuada con respecto a los metales y elastómeros, se tendrá un servicio sin burbujas, con un mínimo de mantenimiento durante mucho tiempo. El movimiento del disco a través del asiento actúa como rascador para efectuar la limpieza de los asientos, lo que sucede sobre todo cuando la válvula de mariposa se instala con los ejes en posición horizontal. Casi todas ellas tienen lubricación permanente.

Si las válvulas son de los metales y elastómeros adecuados, pueden funcionar con temperaturas desde -65°F hasta 450°F . Las guarniciones permitirán el paso de cualquier material que pueda circular por una tubería, dentro de sus limitaciones de temperatura y presión.

Las guarniciones son críticas

Las diversas temperaturas y presiones de los materiales requieren la configuración y guarniciones para ese servicio. Se debe tener en cuenta lo siguiente al seleccionar válvulas de mariposa:

- Tamaño de la tubería
- Tipo de fluido que manejará la válvula
- Viscosidad y densidad relativa del fluido
- Temperaturas mínima, máxima y promedio
- Presiones mínima, máxima y normal en la tubería
- Volúmenes de flujo mínimo, máximo y normal
- Caída de presión con circulación máxima y mínima
- Tipo de brida. Holgura para el disco
- Condiciones para el cierre
- ¿Estará sometida a libre descarga?

La válvula incorrecta ocasionará problemas

Las válvulas deben ser compatibles con otro equipo, como bombas, coladores, etc. Una válvula adecuada pero con guarniciones incorrectas se dañará muy pronto. Es importante evaluar el trabajo que hará y la elección de accesorios.

Las válvulas de disco giratorio u oscilante con asiento de metal con metal se utilizan principalmente en servicio de estrangulación y están diseñadas para tener mínimo escurrimiento cuando están cerradas. Esto se hace para minimizar la torcedura del caucho y eliminar la torsión para asentamiento, a fin de tener mejor control de estrangulación cuando se utilizan actuadores. Dado que la válvula de mariposa tiene características casi lineales con apertura entre 20° y 70° , un actuador lineal poco costoso producirá el control deseado.

Las válvulas de contacto de metal con metal o de giro completo se suelen utilizar en aplicaciones en donde se esperan grandes velocidades y mucha variación en el flujo o en la caída de presión (Fig. 3a). El ingeniero de procesos selecciona las válvulas del tamaño necesario con el empleo de los valores del coeficiente de flujo publicados por los fabricantes. Véase la curva de coeficiente de flujo en la figura 1, la cual indica que la válvula de mariposa es de porcentaje igual con apertura entre 20° y 60°

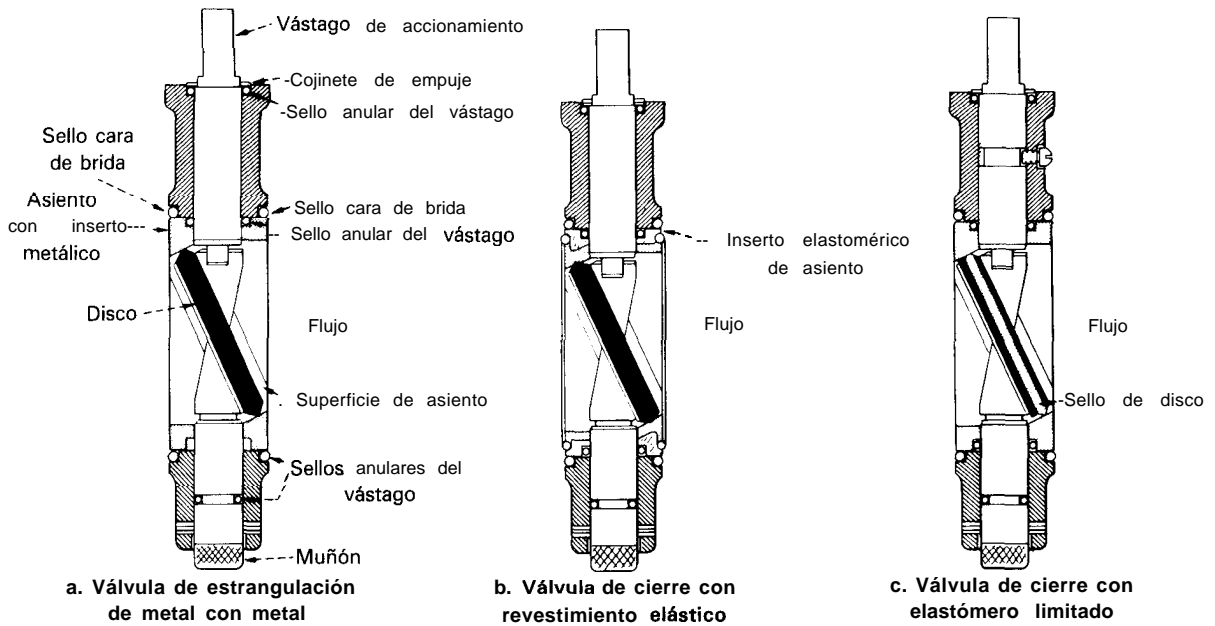


Fig. 3 Los materiales del asiento y del sello establecen las aplicaciones de las válvulas de mariposa en los procesos

Se acostumbra que el tamaño de la válvula sea para flujo mínimo cuando está abierta más o menos 20° y el flujo máximo con 60° de apertura. Dentro de estos límites se obtiene excelente linealidad para control de estrangulación. La válvula de mariposa es más eficiente que las de otros tipos porque no se pierde la velocidad de llegada del líquido. Por ello son ideales en sistemas en donde se requiere mínima pérdida de presión. Este factor se debe tener en cuenta al utilizar una válvula de control del tipo de mariposa, igual que para todos los demás tipos de válvulas. Los accesorios de la tubería adyacentes

a las válvulas influyen en las características de rendimiento y se deben tener en consideración sus efectos al seleccionar válvulas para control de precisión.

Las válvulas con revestimiento o camisa de elastómero (Fig. 3b) son las que más se utilizan. Están disponibles en tres configuraciones básicas: a) disco de centramiento vertical, b) disco desplazado en sentido vertical y c) disco en ángulo (Fig. 4). Las válvulas con disco de centramiento vertical tienen menor duración debido a la fricción y asentamiento por compresión que ocurren en el asiento en la zona de la protuberancia para el dis-

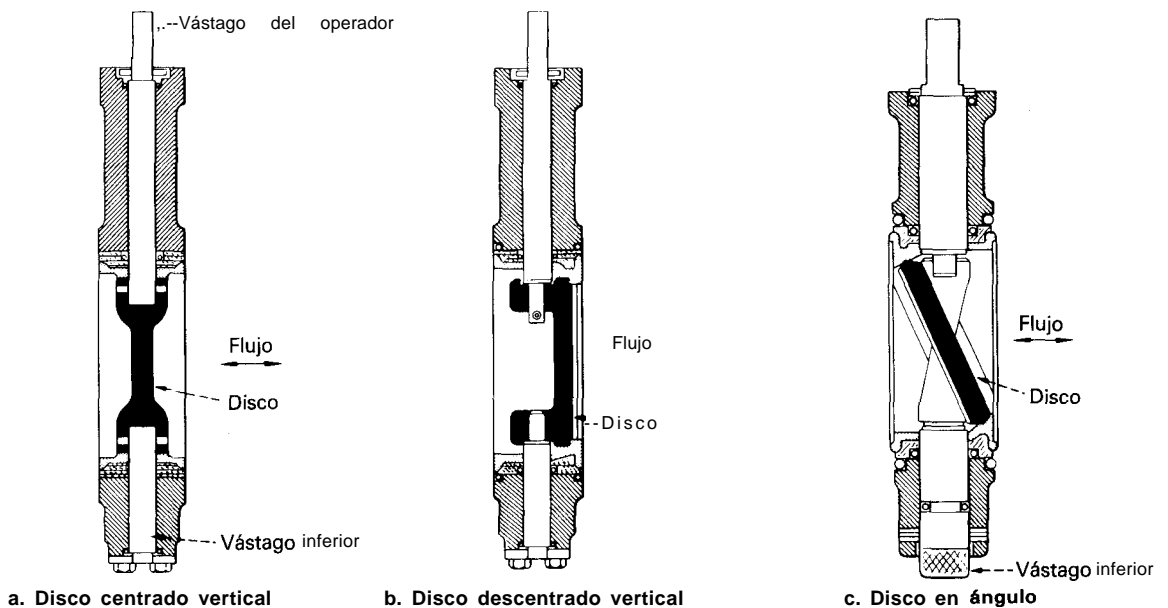


Fig. 4 Las válvulas de mariposa con revestimiento de elastómero para fluidos de proceso tienen tres configuraciones básicas

co. Los discos desplazados en sentido vertical eliminan este problema pero tienen orificios de menor diámetro, que reducen la eficiencia. Las válvulas de disco en ángulo eliminan esos dos problemas.

La válvula con revestimiento elástico tiene la ventaja básica de que aíslan el fluido del proceso del cuerpo de la válvula. La camisa o asiento elástico se moldea con diversos tipos de elastómeros para que sea compatible con casi cualquier fluido de proceso. La válvula de mariposa con camisa es de cierre positivo. El sellamiento se obtiene al hacer penetrar el disco metálico en el asiento de elastómero hasta que se produce una presión unitaria en el elastómero mayor que la presión de diseño de la válvula. Dado que el disco gira para asentarse o separarse del elastómero es de autolimpieza y requiere poca o ninguna lubricación. La mayor parte de las válvulas con revestimiento elástico están equipadas con asientos reemplazables que tienen un anillo duro de apoyo para impedir que se contraiga el asiento; también facilita el desmontaje e instalación del asiento.

La válvula con sellamiento de elastómero limitado (Fig. 3c) también es de cierre positivo. Tiene ventajas en relación con la válvula de revestimiento elástico porque minimiza la cantidad de elastómero requerida para el asiento. Estas válvulas tienen mayor gama de temperaturas (-65°F a 450°F) y pueden soportar presiones más altas.

Conexiones de extremo para válvulas de mariposa

La válvula con cuerpo de placa u oblea está disponible en configuraciones de puenteo, orejas, brida sencilla y brida doble (Fig. 5). La más común es la de tipo de puenteo por la facilidad de deslizar el cuerpo entre las bridas sobre una "cuna" de tornillos; tiene un solo juego de tornillos y no necesita alineación especial. El tipo de orejas también es deslizable, pero hay que alinearlos y colocar los tornillos por un lado y otro, y apretarlos a una torsión uniforme.

La válvula de placa, estrecha, de cara con cara es la de mayor uso en las plantas de proceso porque ofrece muchas ventajas cuando se diseña un sistema de tubería, entre ellas: ahorros de espacio, ligereza de peso, suspensores y soportes más delgados, confiabilidad y la variedad de tipos de guarniciones y de válvulas.

Aplicaciones de las válvulas de mariposa

Estas válvulas se han utilizado en la industria de procesos químicos durante muchos años en sistemas de distribución de agua, torres de enfriamiento y tuberías para aire, como válvulas de aislamiento o admisión de bombas y en tuberías para espuma y agua en los sistemas de extinción de incendios.

Su gran rendimiento y una selección amplia de las guarniciones han motivado su empleo en aplicaciones más exigentes; ahora se utilizan en la regulación de alimentación de gas para procesos y para entrada y salida de condensadores. Con guarniciones especiales, se pueden utilizar para manejo de desechos y aguas negras, control de combustión de desechos y en digestores y centrifugas de procesos. Sus aplicaciones con productos corrosivos incluyen nitrato de amonio, soluciones salinas, soluciones cáusticas calientes y vapor.

Además, trabajan bien en servicio en procesos secos como polímeros y resinas pulverizados, válvulas de descarga de tolvas y secadoras, en tuberías para transporte neumático y en sistemas de recuperación de polvos.

En la industria de la pulpa y el papel, se emplean en las tuberías para pulpa, control de licor negro y blanco, agua cruda, amoniaco, sosa cáustica, ácido nítrico usado, pasta blanqueada, lavada y en tuberías para vacío. Para manejar esos materiales, se utilizan a menudo las válvulas hechas con Illium, con guarniciones de Nitronic 50, inoxidable y de titanio y con sellos de Viton, Teflón o Hypalon.

También se emplean con frecuencia en sistemas de ventilación y de control de contaminación de las plantas, debido a la facilidad para su control remoto.

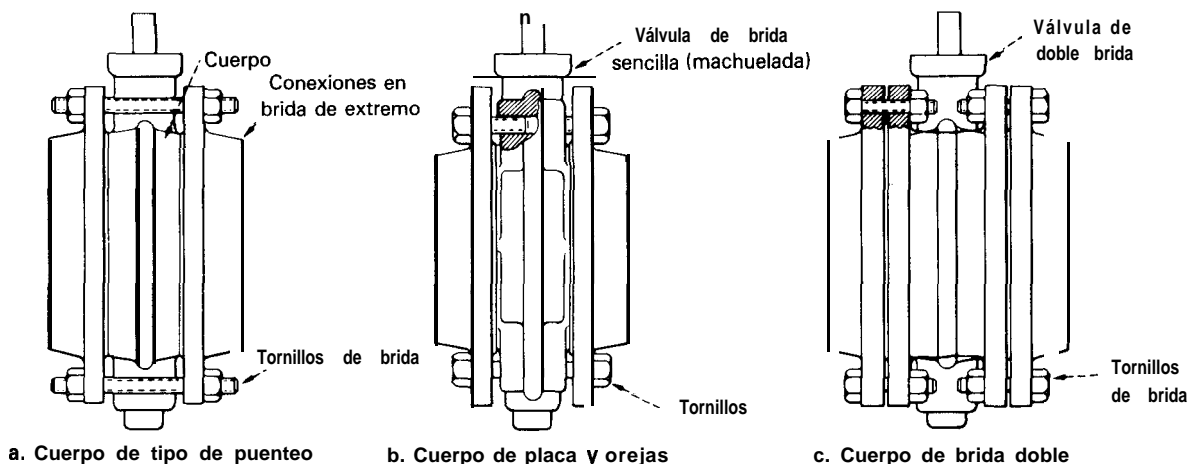


Fig. 5 Los tipos de cuerpo y de conexiones de extremo de las válvulas típicas, según la aplicación

La válvula de mariposa tiene la ventaja de combinar las funciones de la válvula de cierre y de control de estrangulación. Esto puede requerir un ubicador (posicionador) para mantener el control correcto, pero se pueden combinar las dos funciones en una sola válvula. Además, la válvula de disco sencillo que gira en el cuerpo es de fácil accionamiento manual o automático. Es muy común el empleo de operadores con engranes, palancas, impulsiones con motor eléctrico, operadores con cilindros neumáticos o hidráulicos o de diafragma para control local o remoto.

El autor



Brad. E. Bertrem es vicepresidente de operaciones con válvulas de mariposa en Norris Division, Dover Corp., P.O. Box 1739, Tulsa, OK 74101. Ingresó a Norris en 1956 y ha estado encargado de las ventas, ingeniería y fabricación de válvulas de mariposa y se le designó para su puesto actual el 1^o de enero de 1976. El señor Bertrem es ingeniero mecánico titulado en la University of Tulsa. Ha participado en el establecimiento de normas para esas válvulas en los comités del American Petroleum Institute, ASME, Oklahoma Soc. of Professional Engineers, ASTM y MSS.

Forma de evitar mezclas de fluidos con una válvula de retención modificada

Un componente de sacrificio se disuelve en el líquido indeseado, cierra la válvula de retención (check) y corta el flujo. En donde pueden ocurrir mezclas, esta válvula brinda un margen de seguridad adicional.

Kenneth F. *Cherry*, Samborn, Steketee, Otis and Evans, Inc.



Una válvula de retención con componente de sacrificio (VRCS o SCCV por sus siglas en inglés) deja pasar uno o más líquidos, pero corta el paso a uno indeseado. El concepto es muy sencillo. Una válvula de retención, instalada al revés en un tubo se mantiene abierta con un alambre o una placa de sacrificio que se disuelve con rapidez en el líquido indeseado. Cuando ocurre una mezcla de líquidos, se disuelve el componente de sacrificio, permite que se cierre la válvula de retención y se impida la contaminación corriente abajo.

Aunque esta válvula todavía no está en el mercado, muchas válvulas de retención se pueden convertir a VRCS. En la figura 1 se ilustra una válvula de bisagra modificada y se verá el sentido inverso del flujo. Se quitó el pistón amortiguador y se instaló un broche de resorte con dos agujeros taladrados, debajo de la junta. Se taladraron dos agujeros en el disco y se colocó un tramo de alambre entre el broche y el disco. Una pequeña tensión en el alambre mantiene la válvula abierta del todo. En la figura 2 se ilustran válvulas de retención de tipo horizontal y de corredera convertidas al tipo con componente de sacrificio.

Selección del material

El ingeniero debe seleccionar un material de sacrificio que se disuelva en el líquido indeseado, pero no en el líquido normal. Por ejemplo, si en la terminal de descarga de una planta se manejan hidróxido de sodio y ácido sulfúrico al 50% y se necesita protección para el tanque del hidróxido, la selección atinada es una válvula VRCS con alambre de cobre; éste se disuelve en el ácido pero no altera el flujo normal del hidróxido, que es cáustico.

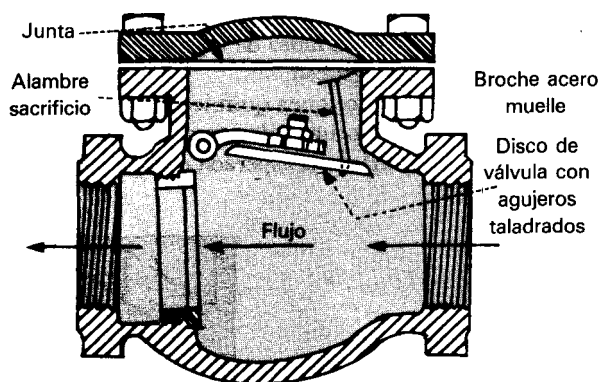


Fig. 1 Válvula de retención horizontal convertida a VRCS

El calibre del material de sacrificio depende de la aplicación. En este ejemplo, el cobre se debe disolver y la VRCS debe cerrar antes de que el ácido llegue al tanque del hidróxido de sodio. Si el tanque está 50 ft corriente abajo de la VRCS y se sabe que la velocidad de circulación es de 5 ft/s, el alambre de cobre de sacrificio se debe disolver en 10 s o menos. Con un factor de seguridad del 100 %, un tiempo de disolución de 5 s impedirá que el ácido llegue a ese tanque.

Un alambre de cobre calibre 24 AWG tiene una resistencia de ruptura de unas 10 lbs, o sea, más que la fuerza dinámica de cierre de la válvula. Si se sumergen muestras del alambre, primero en hidróxido de sodio y, después, en ácido sulfúrico al 50 %, se puede determinar un tiempo promedio de disolución. Si el alambre se di-

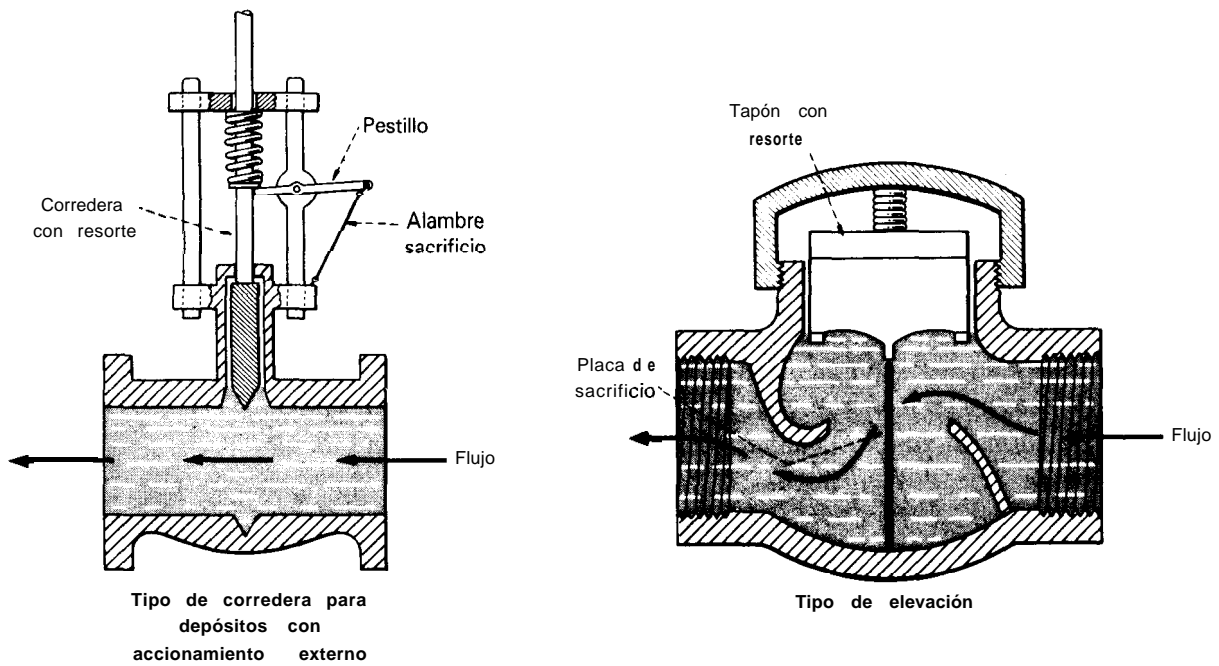


Fig. 2 Válvulas de retención de corredera y elevación convertidas a VRCS

suelve en 5 s o menos, es aceptable el de calibre 24. Cuando el tiempo de disolución es mucho menor del requerido, el ingeniero puede aceptar un factor de seguridad más alto, con mayores posibilidades de cierre en falso o probar con alambre más grueso.

Debido a que las reacciones químicas son más lentas a baja temperatura, la prueba de inmersión se debe hacer a la temperatura más baja esperada en la tubería. Este

procedimiento conservador asegurará que el factor de seguridad de la VRCS será suficiente para otros aspectos inciertos aunque el líquido esté frío.

Las válvulas dan más seguridad

Hay otros métodos para evitar mezclas de líquidos: sondas de conductividad, sondas de iones específicos, sensores (detectores) ópticos y otros transductores que pueden cerrar una válvula de solenoide en una fracción de segundo. Además, los bien comprobados métodos de buena administración y adiestramiento se pueden usar con éxito muchas veces. Sin embargo, la VRCS puede dar un margen adicional de seguridad cuando las personas cometen errores y fallan los complejos sistemas electrónicos.

Por ejemplo, se podría utilizar una VRCS como auxiliar en una represa de control de avenidas en donde el operario podría olvidarse de cerrar la válvula de descarga después de un aguacero. Un fabricante de poliuretano con una tubería común de llenado para las resinas y los catalizadores podría utilizar una VRCS con elemento de estireno para proteger el tanque de resina. En una planta de galvanoplastia, una VRCS con elemento de zinc impediría el paso del ácido al tanque de cianuro.

Estudio de peligro de mezclas

En cualquier planta, un estudio de las tuberías para carga y transferencia de líquidos podría descubrir problemas potenciales debidos a las mezclas. Por ejemplo, en la figura 3 se muestra un andén de descarga para manejo de combustóleo para una caldera y ácido sulfúrico diluido para tratamiento de desechos. Aunque ambas entradas tienen un rótulo y marcas de color, la mugre o la

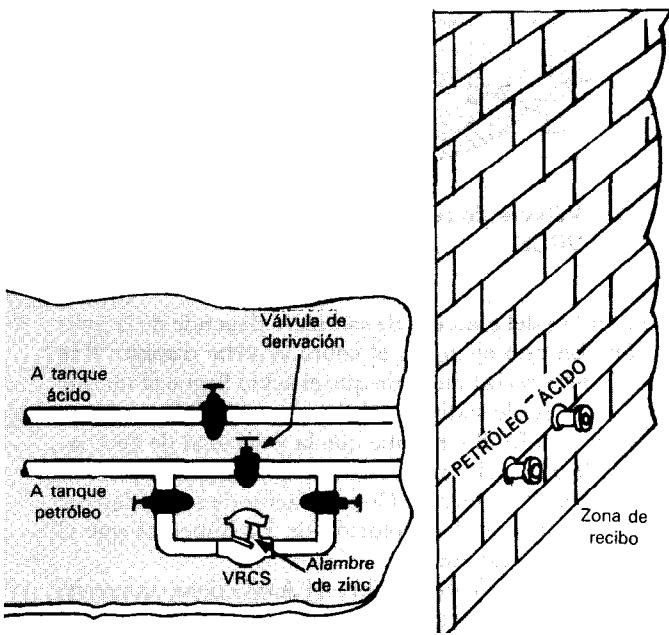


Fig. 3 VRCS horizontal con elemento de zinc que cerrará si entra ácido a la tubería para proteger el tanque de petróleo

nieve pueden tapparlos. Por ello, como la persona encargada de la descarga podría mezclar los líquidos por error, se requiere algún tipo de dispositivo de seguridad.

En este sistema, si se bombean cientos de galones de ácido al tanque de combustóleo, se dañarían el tanque y la caldera y quizá habría que parar la planta para repararla. El ingeniero de planta calcula que el posible costo de esa mezcla sería de 40 000 dólares. Dado que el ácido diluido se utiliza en el tratamiento de desechos, si llega a encontrar al tanque sólo dañaría el combustóleo, con un costo de menos de 1 000 dólares.

Para impedir la entrada del ácido al tanque del petróleo, se modifica una válvula de retención horizontal y se instala en posición inversa en el tubo para petróleo. Se utiliza como componente de sacrificio una tira de aleación de zinc, cuyo tiempo de reacción se probó en el ácido diluido. El costo total de 400 dólares se justifica con facilidad, porque una mezcla de líquidos costaría 100 ve-

ces más. Debido a que el petróleo en el tanque de ácido causaría pocos daños, sería menos fácil justificar una VRCS en el tubo para ácido.

En cualquier instalación, la VRCS se debe inspeccionar a intervalos periódicos e instalarle nuevo componente de sacrificio para asegurar una respuesta rápida. Incluso con un diseño óptimo, la VRCS sólo dará un excelente servicio si se emplea en la forma correcta y se le da el mantenimiento necesario.

El autor

Kenneth F. **Cherry** es Gerente del Depto. de Diseño Ambiental en Samborn, Steketee, Otins and **Evans**, Inc., 1001 Madison **Avenue**, Toledo, OH 43624. Es ingeniero químico, licenciado en economía de la **U.** de Toledo y con maestría en economía de Dallas **State** U. Antes trabajó con la EPA de Ohio y es ingeniero registrado e higienista industrial certificado. Participa en **Air Pollution Control Assn.**, **American Soc. for Metal** y **American Industrial Hygiene Assn.** Tiene muchas patentes en Estad& Unidos y es miembro de la Patent Bar

Selección y aplicación de válvulas para cierre de tuberías

Cuando es necesario cerrar tuberías a menudo y con absoluta certeza, la válvula especial para cierre es rápida y económica.

Henry E. Farley, Fluid Control Div., FMC Corp

Considérese lo siguiente: se tiene una tubería que transporta un material con potencial destructor (gas, sólido o líquido) que se debe cerrar o cortar y dejarla completamente libre de escurrimiento. El cierre físico real de la tubería no es difícil. La dificultad radica en tener la seguridad de que hay cierre *positivo* de la tubería. En una situación en que sería posible un daño muy grave, la válvula para cierre de tuberías (oleoductos o gasoductos) es la solución lógica.

La válvula normal, por su propia naturaleza, no puede asegurar un cierre positivo. Desde el punto de vista estructural no hay ninguna prueba visual concluyente de que la válvula ha cerrado por completo porque pueden haber ocurrido rotura, fatiga y otros factores que ocasionan una falla y, a su vez, permitirían fugas.

En las válvulas para cierre de tuberías se utilizan los mismos principios básicos que en los métodos anteriores, los cuales se describirán más adelante, pero tienen un funcionamiento más rápido, limpio y fácil. Hay tres diseños básicos: uno tiene bridas individuales en el cuerpo sujetas con tornillos grandes, el segundo tiene una cámara cerrada, ranurada para la placa de espejo y el tercero es con el sistema de compuerta. Están disponibles en muy diversos tipos, tamaños y metales especiales.

Cuando se puede permitir un escurrimiento mínimo y no hay condiciones peligrosas, se pueden utilizar válvulas sencillas para cierre de tubería. El escurrimiento, en este caso, significa la salida de los residuos de la tubería. Cuando no se pueden permitir movimiento ni dilatación de la tubería durante el cierre y en lugares en donde no debe haber escurrimiento, se necesita un diseño más complejo. El escurrimiento es consecuencia normal del

funcionamiento de la mayor parte de los cierres de tuberías.

Métodos tradicionales para cierre

Se ha utilizado una serie de métodos mecánicos, sin uso de válvulas, para tener cierre positivo de las tuberías. Entre ellos se cuentan una placa maciza entre las bridas, brida y carrete ciegos o lisos y válvula doble de cierre y purga en que se utiliza una válvula para drenaje. Cada uno de estos métodos tiene una o más desventajas para muchas aplicaciones (Tabla 1). Todos son costosos y requieren mucho tiempo. Para resolver las desventajas de esos métodos se ha creado una serie de válvulas especiales para cierre de tuberías.

Con la tabla 1 se puede llegar a las siguientes conclusiones:

Válvula estándar: es costosa; no hay seguridad intrínseca de cierre positivo; puede tener escurrimiento. *Placa maciza entre las bridas:* es poco costosa, pero requiere mucha mano de obra y tiempo para accionarla. *Bridas ciegas:* requieren mucha mano de obra y tiempo, son engorrosas y pesadas. *Doble cierre y purga:* no hay seguridad intrínseca de cierre absoluto, puede escurrir. *Válvula de cierre de tubería:* positiva, segura, indicación visible de su posición, económica cuando se tiene en cuenta el costo total.

Algunos fabricantes han creado dispositivos y válvulas para cierre de tuberías en tamaños desde 1/2 hasta 64 in y con capacidad de presión de más de 3 000 psi.

Para entender el problema del cierre de tuberías, hay que conocer la técnica. Por ello se prefieren las válvulas de cierre en vez de otros métodos más engorrosos y de mayor costo. Veamos algunos de esos métodos.

Tabla 1 Comparación de las técnicas más comunes para cierre de tuberías

Técnica para cierre	Protección			Economía			Comentarios
	A prueba de fugas	Cierre absoluto	Prueba visible de apertura o cierre	Cinco minutos o menos para operar (típico)	Sólo requiere un operario	No necesita herramientas para operar	
Válvulas de cierre de 3 y 5 tornillos	sí	sí	sí	sí	sí	sí	Los tipos mas comunes de estas válvulas
Válvulas de cierre de compuerta deslizable	sí	sí	sí	sí	Sí	Sí	Pueden tener operador motorizado o volante manual
Válvulas de cierre de cuña visible	sí	sí	sí	sí	Si	Si	No se derraman residuos del tubo y no hay que mover el tubo para cerrar
Placa maciza entre bridas	sí	sí	Quizá	No	No	No	Requiere tres operarios, 5 o 6 veces más tiempo que el empleo de válvula de cierre
Brida ciega y "carrete"	sí	sí	Quizá	No	No	No	Más tiempo y problemas que la placa maciza, por el tamaño y peso del "carrete"
Corte y purga	No	No	Quizá	Quizá	Si	sí	Costosas. La purga obstruida puede dar indicación de cierre
Válvulas estándar	No	No	No	sí	sí	sí	El diseño de la válvula no asegura cierre absoluto ni indicación visible infalible de apertura o de cierre

Placa maciza entre las bridas: Requiere sacar algunos de los tornillos y tuercas de las bridas y separar las bridas para colocar la placa, volver a colocar y apretar los tornillos y tuercas para fijar la placa. Se requieren dos o más operarios y herramientas para cerrar un tubo en esta forma y una cantidad igual de tiempo para quitar la placa y volver a atornillar las bridas para abrir la tubería (Fig. 1).

Bridas ciegas: Hay que sacar todos los tornillos en las dos bridas y un "carrete" o sección de tubo y la instalación de la brida ciega. Se necesitan de dos a cuatro operarios y herramientas y se requieren de 30 a 45 minutos (Fig. 2).

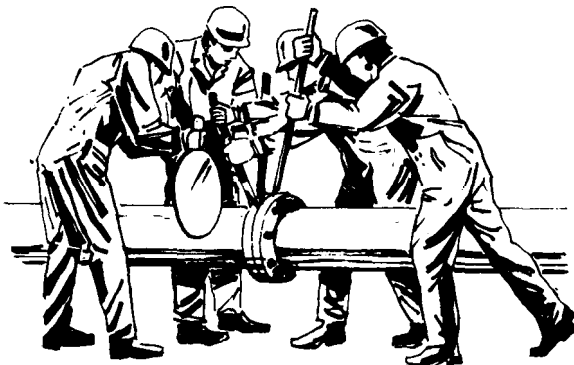


Fig. 1 Instalación de una placa maciza entre bridas

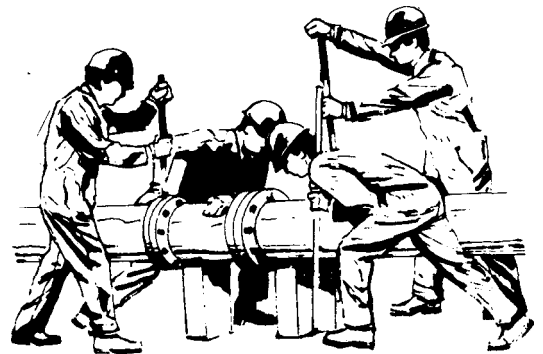


Fig. 2 Desmontaje de una sección o "carrete" de tubo para instalar bridas ciegas

Doble cierre y purga: Este método, que consta de un "carrete" con válvula de purga instalado entre dos válvulas, a menudo se considera como un cierre. Pero no es 100% positivo porque no se puede ver dentro de las válvulas para comprobar que no hay escurrimiento ni se puede ver si las válvulas de purga están cerradas u obstruidas y no funcionan (Fig. 3).

Placa entre las bridas o cierre de 3 tornillos para el tubo: Es el caso real de un usuario que instaló válvulas para cierre de la tubería.

Una tubería de 10 in se debe cerrar una vez al día. Antes, colocar una placa maciza entre las bridas para el cierre necesitaba dos a cuatro operarios y herramientas

Tabla II Datos básicos de válvulas de cierre de tuberías

Concepto	Notas
Presión de trabajo	Gama 150 a 1 500 psi; 600 psi máximas estándar. Para presiones más altas, son especiales.
Tamaño de tubería	½ a 64 in. Las estándar suelen ser de ½ a 20 in
Velocidad de operación	0.5 a 5 mín o más. Depende del tipo de válvula y tamaño de la tubería
Rigidez de tubería	Muchas requieren algún movimiento para operar
Compatibilidad de tamaño	Algunas son de la misma longitud que las válvulas estándar
Materiales especiales	Amplia selección para cuerpo y sellos
Conexiones de extremo	Disponibles las soldadas a tope o de brida. Las de enchufe soldado y deslizables son especiales
Sin derrame	Hay que vaciarlas periódicamente
Control remoto	El único tipo disponible es el de compuerta deslizable
Cierre con presión	Posible con compuerta deslizable (50 psi máx.)
Corte y cierre	Hay disponibles válvulas especiales de cierre o una combinación de válvulas estándar

especiales para aflojar los 12 tornillos de la brida, sacar seis de ellos y separar las bridas para colocar la placa. Después había que instalar y apretar todos los tornillos. El tiempo promedio por operación era de 30 a 45 min. Se instaló una válvula de cierre con tres tornillos (Fig. 4). Un solo operario puede operar la válvula sin herramientas especiales, con sólo una palanca, y el tiempo total requerido para una apertura o cierre es de 5 min. Si se multiplican esos ahorros de tiempo durante un año, se verá que la válvula de cierre de tubería se ha pagado por sí sola con creces por comparación con los métodos mecánicos.

La válvula de cierre de tubería básica y de mayor utilización es la de 3 tornillos. En lugar de sacar varios tornillos de brida con herramientas, se aflojan los tres tornillos, una vuelta cada uno, con una palanca, lo cual

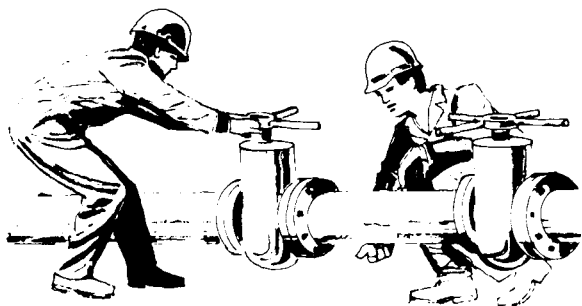


Fig. 3 Sistema de tubería con doble cierre y purga



Fig. 4 Válvula de cierre de tubería de tres tornillos

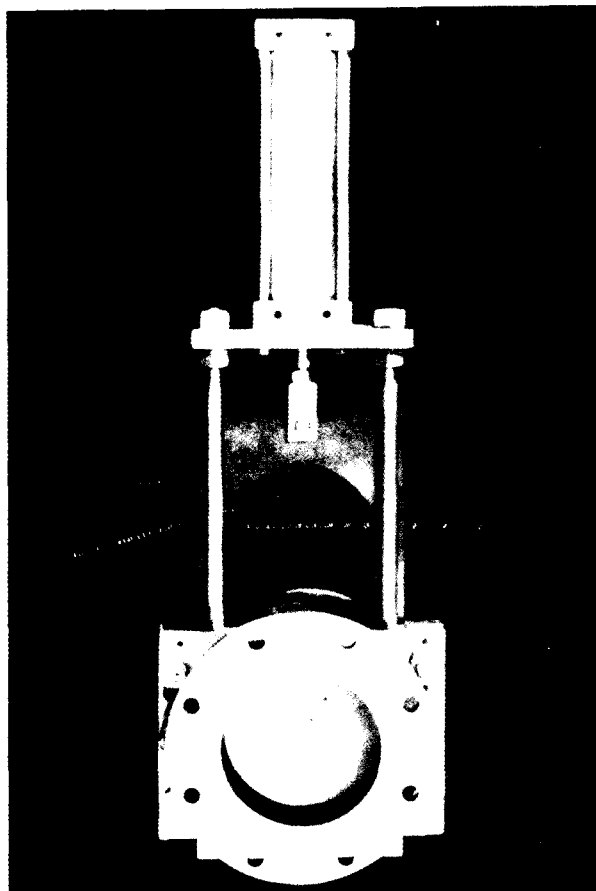


Fig. 5 Válvula de cierre de tubería de compuerta deslizable

puede hacer un solo operario. Se vuelve a colocar la placa de espejo y se aprietan los tres tornillos. Cuando está visible el agujero en la placa de espejo, es obvio que la parte maciza está cerrando la tubería; si está visible la parte maciza, la tubería está abierta. Los tornillos de la válvula son lo bastante grandes para cumplir con los requisitos de presión de bridas que tienen muchos más tornillos. Los tornillos de la válvula son intercambiables y el mantenimiento de rutina está limitado a lubricar las roscas de cuando en cuando.

La válvula de cierre con compuerta deslizable (Fig. 5) está diseñada para control remoto o para cualquier aplicación en que se debe cerrar con toda rapidez y en forma segura. Con accionamiento manual o con operador, no se perjudica por la desalineación o los esfuerzos en la tubería. Esta válvula se puede operar con una presión hasta de 50 psi en la tubería y se pueden utilizar actuadores neumáticos, eléctricos, hidráulicos o manuales. No hay que aflojar ni apretar tornillos ni accesorios para cerrar o abrir la tubería. En las posiciones abierta o cerrada, la compuerta asienta contra un asiento anular para no permitir fugas, pero cuando se abre o cierra la válvula y hay producto en la tubería, habrá cierto escurrimiento. Estas válvulas se pueden utilizar en tuberías horizontales o verticales.

Se fabrican algunas válvulas de cierre de tubería para aplicaciones especiales; entre las que se cuenta la válvula de cierre de cuña visible (Fig. 6) que permite circulación con orificio pleno o cierre positivo contra un asiento en un cuerpo cerrado en tres cuartas partes. No hay escurrimiento de residuos de la tubería cuando se cambian las cuñas ni hay que mover los tubos cuando se cambian los espejos; éstos tienen forma de cuña y se elevan con un volante o un operador de engranes con accionador neumático, eléctrico o con llave de impacto. Cuando se eleva el espejo lo suficiente para librar el cuerpo, se suelta el pestillo de seguridad y se puede girar el espejo a la posición deseada. Después se baja la cuña contra su asiento, para formar un sello de metal con metal, auxiliado con anillos de sello.

La válvula de corte y cierre automático es una combinación de una o dos válvulas de mariposa y una válvula de cierre de tubería con compuerta deslizable. Se opera con un cilindro neumático y permite control remoto con secuencia automática.

La válvula de cierre contra derrames tiene cubos telescópicos entre sí con empaquetadura interna entre ellos, este tipo tiene una cámara cerrada para el espejo, a fin de evitar escurrimiento del líquido de la tubería mientras se invierte el espejo.

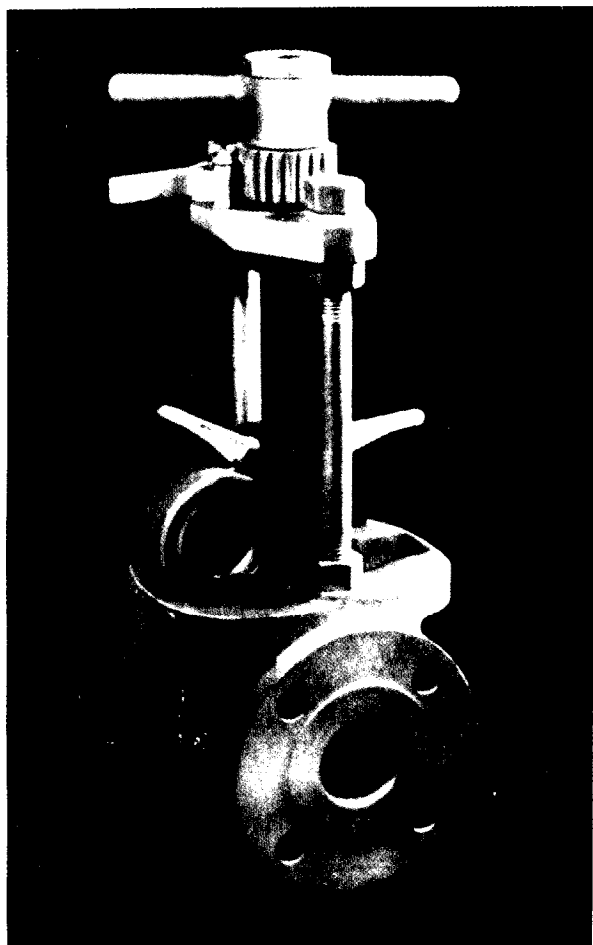


Fig. 6 Válvula de cierre con cuña visible

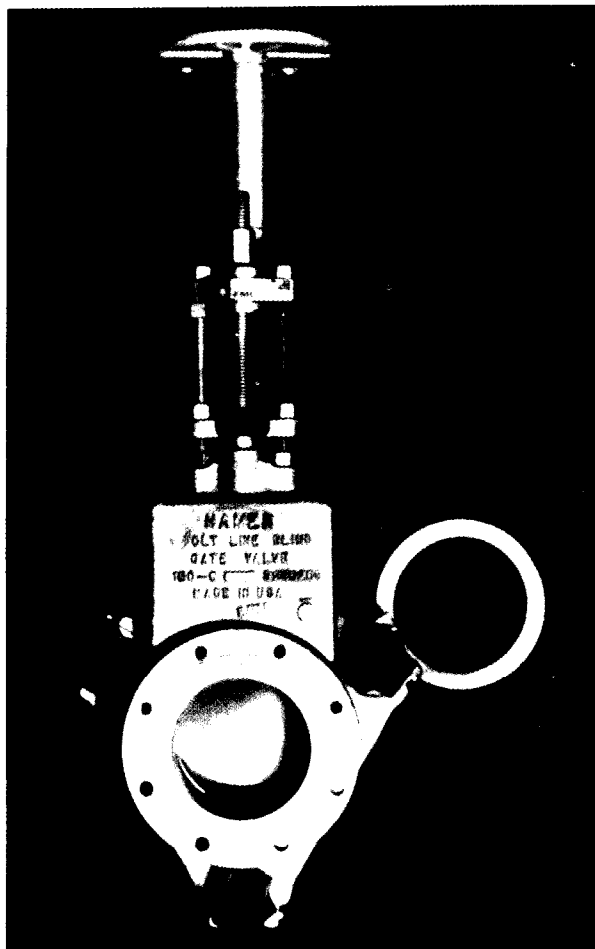


Fig. 7 Válvula de cierre con doble corte

La válvula de cierre de tubería con compuerta es una combinación de la válvula de cierre de 3 tornillos con una o dos válvulas de compuerta del tipo de cuña. Esto permite al operario cerrar la tubería por completo en forma segura y positiva.

En las válvulas de cierre de corte sencillo o doble se combinan la placa de espejo de la válvula de 3 tornillos y el funcionamiento independiente de compuerta de cuña en una unidad compacta. Los modelos de cierre sencillo cierran la tubería en contra de la presión en un sentido; los modelos de doble cierre cortan la presión en ambos lados (Fig. 7).

En muchos casos, la economía es el factor decisivo para el uso de las válvulas de cierre de tuberías o los métodos antiguos, que requieren más tiempo. Cuando el cierre es poco frecuente, el método antiguo puede ser menos costoso, pero cuando se requiere cierre frecuente y positivo, la válvula es la mejor elección. Cuando hay la posibilidad de que se escapen líquidos o gases inflamables o tóxicos por una válvula o cuando hay que tener seguridad absoluta contra la contaminación de los productos por mezclado, es esencial el cierre de la tubería; además, no se debe olvidar el aspecto económico cuando los escurrimientos puedan ocasionar la pérdida de productos costosos o daños ambientales.

Resumen

El costo de utilizar procedimientos inadecuados para cierre de tuberías puede ser muy alto en materia de tiem-

po perdido, daños e incluso pérdida de vidas. Las válvulas de cierre de tuberías no son demasiado caras. Por ejemplo, una válvula normal de globo de 6 in costará alrededor de 986 dólares en comparación con 465 dólares de una de tres tornillos para 150 psi. Esta diferencia aumenta de acuerdo con el tamaño, lo cual favorece el uso de las válvulas de cierre.

En último análisis, la frecuencia requerida de operación puede ser el factor clave para la selección. En un sistema en el que rara vez se necesita el cierre, nunca se amortizará el costo de la válvula. A la inversa, si se necesita cierre rápido y frecuente, quizá se recupere la inversión en poco tiempo.

El autor



Henry S. Farley es gerente de ingeniería de Fluid Control Div., FMC Corp., P.O. Box 19465-TR, Houston, TX 77024, encargado de ingeniería de mejoras, ingeniería del producto y aseguramiento de calidad. Tiene título de ingeniero mecánico de University of Houston, es miembro de ASME, de Instrument Soc. of America y American Water Works Assn., así como ingeniero profesional en Texas.

Sección II

Dispositivos para desahogo (alivio) de presión

Generalidades

Dispositivos para desahogo de presión
Sistemas para desahogo de presión

Válvulas de desahogo

Válvulas de desahogo de presión para plantas de procesos
Control de la reducción de presión
Dimensionamiento de válvulas de desahogo
Mal funcionamiento de las válvulas de seguridad
Sensibilidad de las válvulas de desahogo según la longitud de las tuberías de entrada y salida

Discos de ruptura

Discos de ruptura para gases y líquidos
Discos de ruptura para baja presión de reventamiento



Dispositivos para desahogo (alivio) de presión

Aunque los códigos son explícitos en cuanto al tamaño y diseño mecánico de los dispositivos de desahogo, el ingeniero debe decidir cuáles son los dispositivos para un servicio específico. He aquí algunos consejos basados en la experiencia, para seleccionar este equipo para procesos.

Floyd E. Anderson, *Fluor Engineers and Constructors, Inc.*

Las plantas de proceso tienen mucho equipo que se puede dañar con los cambios bruscos en la presión.

Por fortuna, en muchos códigos se han incluido los procedimientos para enfrentarse a los cambios bruscos en la presión, y estos códigos representan prácticas de ingeniería. El del American Petroleum Institute API RP 5'20, "práctica recomendada para el diseño e instalación de sistemas de desahogo de presión en refinerías", Parte 1, diseño, es adecuado para determinar las cargas que se deben desahogar y aunque se aplica en particular a las refinerías de petróleo, también es pertinente para todos los tipos de plantas de proceso. En forma similar las cargas de desahogo en las calderas y supercalentadores, basadas en la combustión forzada máxima de un hogar se describen en el Apéndice A-12 y en la sección PG-67 del Código ASME, Sección 1. Calderas. Las conversiones de capacidad para estas cargas se pueden hacer de acuerdo con la parte UA-280, apéndice J, Sección VIII, Div. 1 del código SME. El diseño general de los dispositivos de seguridad para todos los recipientes de presión se describe en las partes UG-125 a UG-134 de la Sección VIII, Div. 1.

Sin embargo, el ingeniero se encuentra aún con el problema de seleccionar un dispositivo de desahogo para una situación específica; hay disponibles diversos tipos de ellos. Aunque ninguno es adecuado para todos los servicios, cada uno es idóneo para una aplicación particular.

En las partes UG-125 a 134 se presentan las bases sobre las cuales se diseña la mayor parte de estos dispositivos comerciales. Los dispositivos se dividen en dos grupos generales: 1) válvulas y 2) discos de ruptura. Las válvulas están bajo carga de resorte, salvo que operen con un

piloto del tipo de falla sin peligro (Fig. 6), y si se utilizan para vapor o aire tienen una palanca para abrir la válvula si la presión del recipiente no es mayor del 75% de

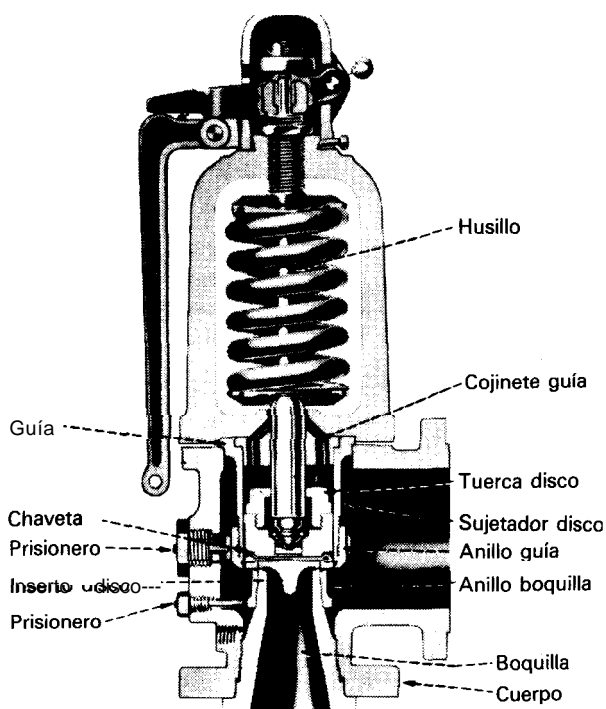


Fig. 1 La válvula de seguridad es para calderas y vapor

la presión de desahogo. Los asientos o los discos no se deben hacer con hierro fundido. Si el diseño permite que se acumule líquido en el lado de descarga del disco, la válvula debe tener un drenaje.

Además, las válvulas se subdividen en *a*) válvulas de seguridad y *b*) válvulas de desahogo. Una válvula de seguridad es: "Un dispositivo automático para desahogo de presión accionado por la presión estática corriente arriba de la válvula y que se caracteriza por su acción de disparo para plena apertura. Se utiliza en servicios con gas o vapores." Una válvula de desahogo es: "Un dispositivo automático para desahogo de la presión accionado por la presión estática corriente arriba de la válvula y que tiene apertura adicional con el aumento en la presión en relación con la de funcionamiento. Su servicio principal es con líquidos."

Los discos de ruptura se pueden utilizar en lugar de las válvulas de seguridad como protección contra la corrosión y para evitar fugas. Por tanto, el disco de ruptura se puede instalar entre un recipiente y una válvula bajo carga de resorte, siempre y cuando se tenga un manómetro, libre respiración o un indicador de ruptura o fugas. Cuando se utilizan estos discos, deben tener una conexión al menos tan grande como la zona de desahogo del disco de la válvula; deben tener una presión real de reventamiento garantizada con una aproximación de 5% a la presión de desahogo y la abertura en el disco; después de la ruptura, deben ser suficientes para manejar la capacidad de la válvula, sin interferencia.

Válvulas de seguridad

En la industria, el término válvula de seguridad se aplica en general a las utilizadas en servicio para vapor de calderas y suele tener las siguientes características: conexiones de entrada con brida o extremos soldados, boquilla completa o semiboquilla, resorte descubierto y palanca de elevación (Fig. 1). Las válvulas de seguridad utilizadas para vapor supercalentado de más de 450°F deben tener cuerpos, bonetes y husillos de acero al carbono o de mejor calidad y los resortes deben estar totalmente al descubierto.

Crosby Valve & Gage Co

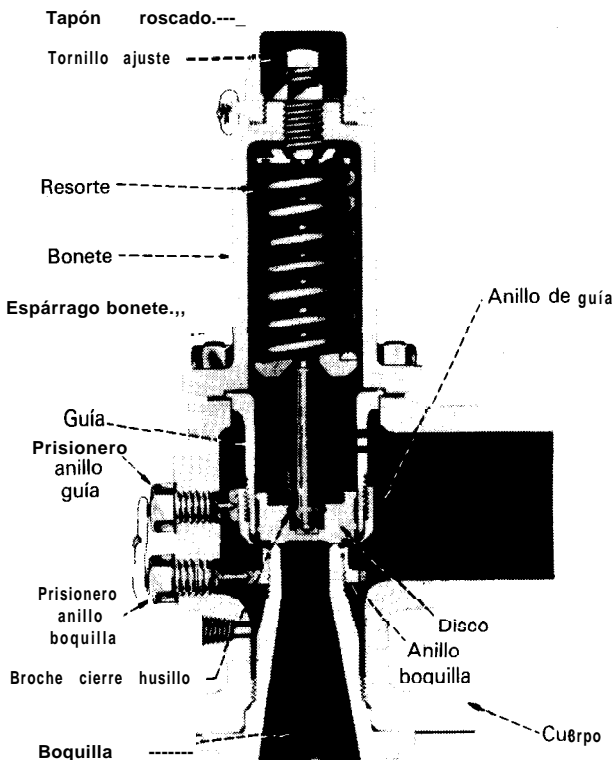


Fig. 2 Válvula de desahogo de seguridad de boquilla completa

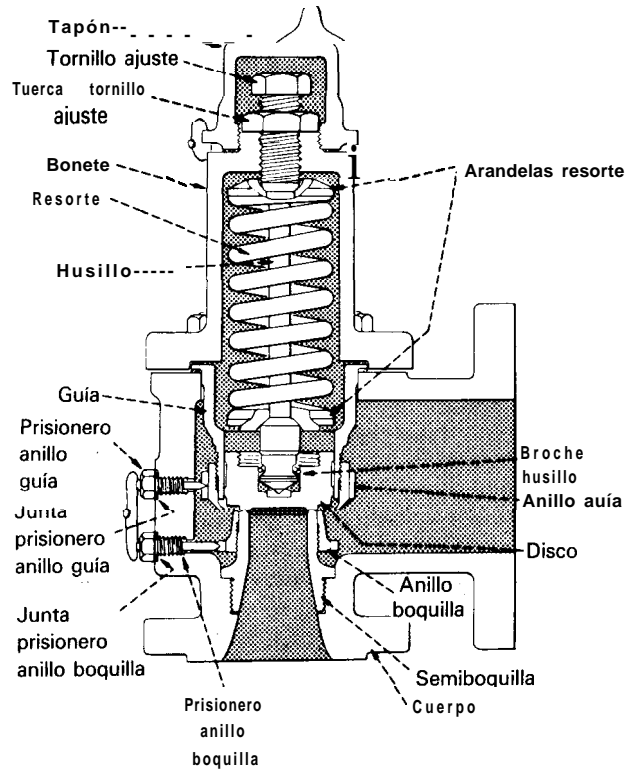


Fig. 3 Válvula de desahogo de seguridad de semiboquilla

Las válvulas de boquilla completa (Fig. 2) tienen conexiones con brida de cara realzada o de unión de anillo. La base de la boquilla forma la cara realzada de la brida. Sólo la boquilla y el disco están en contacto con el fluido, cuando está cerrada la válvula. Las boquillas y discos suelen ser de acero inoxidable o de aleación, según sea la temperatura de servicio. Las válvulas de semiboquilla (Fig. 3) tienen conexiones de extremo soldado o de brida con cara realzada o plana; la boquilla es parte de la brida.

La válvula de cara plana se utiliza muy poco en las plantas modernas porque el cuerpo de hierro fundido no cumple con la mayor parte de las especificaciones para tubería.

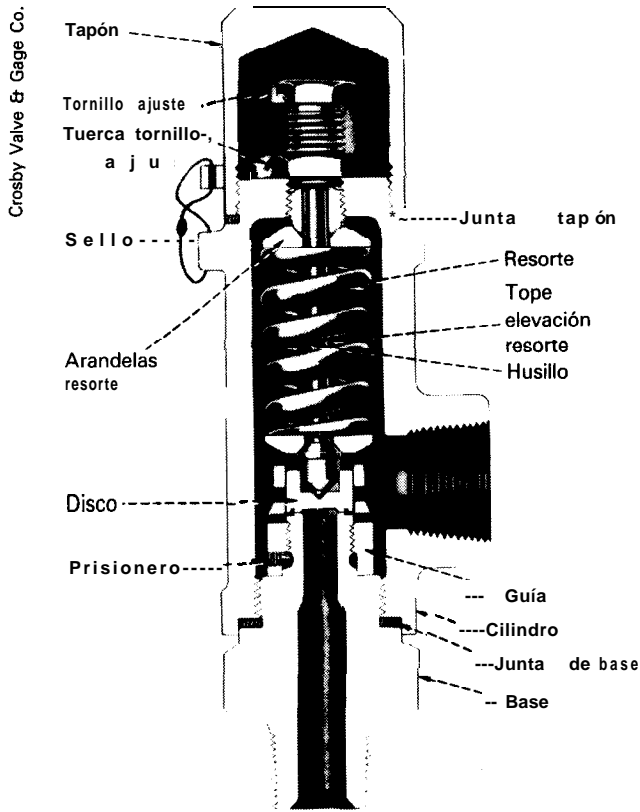


Fig. 4 La válvula de desahogo es para tubos de descarga de bombas

Válvulas de desahogo

El término válvula de desahogo se aplica a cualquier tipo de dispositivo para este fin, excepto discos de ruptura. En términos estrictos, se debe aplicar a una válvula diseñada para servicio con líquidos; casi todas estas válvulas son pequeñas y tienen rosca de tubo (NPT) en las conexiones. Se les llama de boquilla en la base (Fig. 4) y esto significa que la boquilla de entrada no es una pieza aparte sino sólo un agujero taladrado en la base del cuerpo.

Todas estas válvulas tienen bonetes cerrados. Un tipo, que es una válvula combinada reguladora y desahogo de presión se utiliza en sistemas de aceite lubricante para bombas y compresores. Las válvulas pequeñas, hechas de bronce, algunas con asientos elásticos, se emplean para la dilatación térmica del agua de enfriamiento en los intercambiadores de calor de casco y tubos.

Las válvulas de desahogo se utilizan en la descarga de las bombas de desplazamiento positivo para la dilatación térmica del líquido en tuberías que se pueden obstruir o que están expuestas a la radiación solar u otras fuentes de calor. Estas válvulas no suelen ser adecuadas para servicio con polímeros porque éstos tienden a sedimentarse y a obstruir o pegar la válvula.

Los materiales para los resortes de las válvulas de bonete cerrado suelen ser acero al carbono para servicio a menos de 450 °F. Para una temperatura mayor, se necesitan resortes con aleación de tungsteno y también hay

resortes de acero inoxidable. Están disponibles diversos revestimientos resistentes a la corrosión.

Válvulas de desahogo de seguridad

La ASME define las válvulas de desahogo de seguridad como: "Un dispositivo de desahogo automático, accionado por presión, adecuado para uso como válvula de seguridad o válvula de desahogo, según la aplicación." Por tanto, esta válvula puede tener todas las características de ambos tipos, excepto que siempre tiene bonete cerrado (Fig. 3). Se puede utilizar en servicio para vapor o calderas, pero debe llevar el sello de certificación de ASME para las calderas. Estas válvulas son obligatorias en calderas de alta temperatura, pero no se pueden utilizar con supercalentador, para el cual se requiere válvula de seguridad.

La aplicación más grande de las válvulas de desahogo de seguridad es en los recipientes de presión sin fuego, según el Código ASME. También se utilizan en la descarga de bombas y compresores de desplazamiento positivo para la dilatación térmica de líquidos o gases y para servicio general con vapor o aire; en éste, es obligatoria la palanca de elevación.

La válvula de desahogo, igual que la de seguridad, no se debe emplear en servicio con polímeros salvo que la entrada esté aislada del líquido por un disco de ruptura. Si se utiliza en servicio que produzca carbonización, se debe utilizar una purga de vapor en la entrada. Las válvulas de desahogo de seguridad con boquilla completa están disponibles con un fuelle para aislar el disco de una contrapresión variable o creciente.

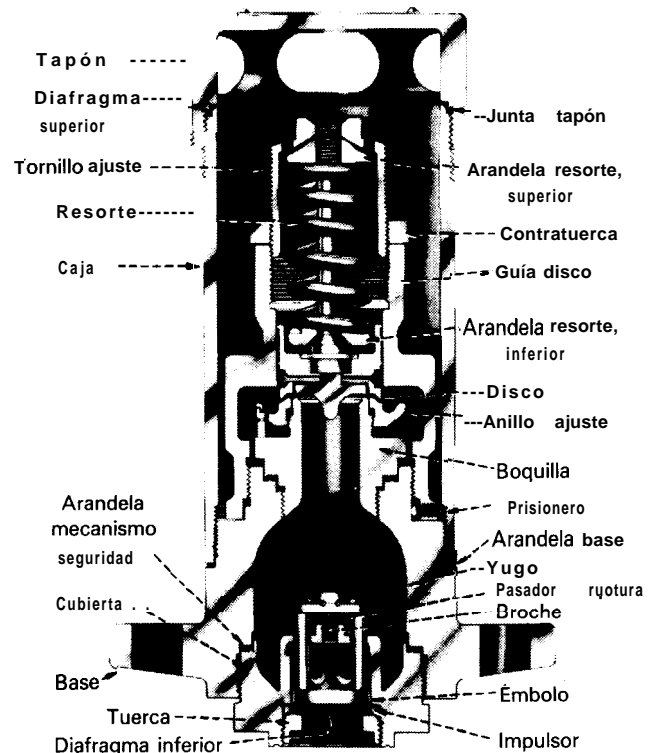


Fig. 5 La válvula para servicio con cloro evita la corrosión

Características generales, ventajas, desventajas y usos típicos de los dispositivos de desahogo de presión

Tipo	General	Ventajas	Desventajas	Servicio recomendado
Válvula de seguridad (Fig. 1)	Disponible con semiboquilla o boquilla completa. Tiene resorte descubierto y palanca de elevación.	Bonete abierto aísla al resorte de la temperatura del proceso. Vuelve a cerrar después de descargar.	Sólo para vapor de agua. No las hay con fuelle equilibrado; pero no descarga en sistemas cerrados	Calderas y servicio general con vapor ASME
Válvula de desahogo de seguridad con boquilla completa (Fig. 2)	La boquilla es la cara realizada de la brida. Se emplea con líquidos y vapores. Tiene bonete cerrado.	Cuerpo de válvula aislado del fluido de proceso cuando no está descargando. Disponible con fuelle equilibrado. Vuelve a cerrar después de descargar.	Sólo para conexiones de cara realizada. No es buena para polímeros. Presión máxima de entrada alrededor de 10 000 psig.	Recipientes de presión sin fuego ASME. Descarga de bombas y compresores. Calderas.
Válvula de desahogo de seguridad de semiboquilla (Fig. 3)	Para líquidos y vapores. La boquilla es un inserto roscado en la base. Las conexiones pueden ser de brida, extremo soldado o roscadas.	Más barata que la de boquilla completa. Disponible con cara plana para instalar en bridas de hierro fundido. Disponible con extremos soldados.	No es buena para polímeros. Presión máxima de entrada unas 1 500 psig. No las hay con fuelle equilibrado.	Recipientes de presión sin fuego ASME. Descarga de bombas y compresores. Calderas.
Válvula de desahogo con boquilla en la base (Fig. 4)	Boquilla formada con la base de la válvula. Tienen conexiones roscadas, pero también con brida o extremos soldados. Abre por completo con 25% de sobrepresión. Tiene bonete cerrado.	Disponible en tamaños pequeños. Bajo costo. Vuelve a cerrar después de descargar. Adecuada para materiales tóxicos.	No es buena para polímeros. Presión máxima en la entrada 2 000 psig. No las hay con fuelle. No es adecuada para calderas.	Descarga de bombas. Desahogo térmico de tubos, intercambiadores de calor y calentadores de agua.
Válvula de desahogo para servicio con cloro (Fig. 5)	Interior protegido con dos diafragmas. Un diafragma aísla la válvula del líquido de proceso; el otro no permite la salida a la atmósfera.	Se puede emplear en servicios muy corrosivos. El diafragma de entrada se desgarrará después de que se rompe el pasador de ruptura. El disco vuelve a asentar después de descargar.	No la hay de tipo equilibrado. Presión máxima de entrada alrededor de 375 psig.	Servicio con cloro y otros productos tóxicos y corrosivos. Carros tanque y depósitos.
Válvula de desahogo de seguridad operada por piloto (Fig. 6)	Consiste en dos válvulas. La válvula piloto controla a la principal.	Puede soportar alta presión de entrada. Se puede graduar para descargar cerca de la presión de operación. Puede tener operación remota para descarga manual.	No es buena para temperaturas de más de 350 °F. No se recomienda para líquidos sucios, pastas aguadas y polímeros.	Recipientes de presión sin fuego ASME, en especial servicio con gas a alta presión. Para compresores de gases y productos alternativos.
Disco de ruptura (Fig. 7)	Consiste en un disco rompible sujeto entre las bridas de otros sujetadores. Dos tipos principales: preabombado y combadura inversa.	No hay piezas móviles que se peguen u obstruyan. Bueno para pastas aguadas, polímeros, materiales tóxicos. No hay fugas. Puede manejar capacidades grandes. Sirve para altas presiones. Respuesta rápida y puede descargar explosiones o detonaciones.	Sujetos a fatiga por esfuerzo. Se descarga toda la presión del sistema cuando se rompe el disco y hay que detener la unidad.	Recipientes de presión sin fuego ASME. Dispositivo primario de desahogo para pastas aguadas o polímeros o en serie con válvulas de desahogo para los anteriores. Se debe usar en serie con válvulas de desahogo para sustancias tóxicas. Servicios a alta presión, explosiones internas, detonaciones.
Respiradero de tanque (Fig. 8)	Suele ser de doble función, combinada para presión y vacío. En general, son de paleta con pesos.	Se puede graduar para cerrar a la presión de operación. Muy sensible. Se gradúan en onzas por in ² o fracción.	Sólo para servicio de baja presión. Los materiales de construcción pueden ser problema si se emplea en servicio con productos químicos.	Tanques de petróleo AP RP 2000 sobre el suelo. Sirve para cualquier tanque de almacenamiento a presión atmosférica.
Válvula de desahogo tipo atmosférico (Fig. 9)	Dos tipos básicos: paleta con pesos y orificios múltiples. Es para servicio con vapor a baja presión.	Gran capacidad de desahogo a bajo costo.	Su tipo tan especial limita sus aplicaciones a servicio con vapor a baja presión.	Condensadores de superficie en la salida de turbinas de vapor con condensación. Suele ser para servicio con vapor a baja presión en el que hay que descargar grandes cantidades.