

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

Por: Artur Cardozo Mathias

Este é um guia para auxiliar o usuário na especificação de válvulas de segurança e/ou alívio. Para que essa especificação seja a mais correta possível e a mais adequada à realidade do usuário, este deve informar ao fornecedor o máximo possível de dados da aplicação requerida, conforme é mostrado a seguir.

A seleção incorreta de uma válvula de segurança e/ou alívio, além de não solucionar um problema pode ainda acarretar a parada inesperada de toda uma planta ou parte dela, para corrigir as consequências de uma válvula de segurança e/ou alívio que foi incorretamente especificada. O usuário deve “casar” as condições do processo com o desempenho esperado para a válvula de segurança e/ou alívio a ser selecionada.

Introdução:

A válvula de segurança e/ou alívio com mola sob carga é um efetivo e também o mais confiável dispositivo de alívio de pressão para a proteção contra sobrepressão, devido a sua natureza de ser auto operada, ou seja, ela utiliza a energia do próprio fluido de processo para sua completa operação, além de ter um projeto extremamente simples. Ela é amplamente utilizada em geradores de vapor, vasos de pressão, trocadores de calor, tubulações bloqueadas em dois pontos, além de saídas de bombas e compressores nas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, de fertilizantes, de bebidas, de papel e celulose, além de outros diversos processos industriais. Ela pode ser fornecida para as indústrias em diferentes projetos construtivos, mas sempre com o mesmo propósito. É importante lembrar ao usuário que as válvulas de segurança e/ou alívio são instaladas somente para limitar a pressão e assim proteger um sistema pressurizado, portanto, elas não devem ser utilizadas para regular ou reduzir pressão ou até mesmo despressurizar um sistema.

Após o excesso de pressão ter sido aliviado pela válvula de segurança e/ou alívio ela retorna a sua posição fechada, não apenas para prevenir as perdas adicionais do fluido de processo, mas também para retornar o processo à operação normal.

O código ASME, por exemplo, exige a especificação e instalação de válvula de segurança e/ou alívio sempre que a pressão de operação do vaso for maior que 15 psig (1,05 kgf/cm²) mesmo que este opere sob condições de pressão atmosférica.

As funções termohidráulicas que uma válvula de segurança e/ou alívio deve atender quando especificada corretamente são: vazão efetiva no curso máximo de abertura do disco; acumulação de pressão dentro dos limites permitidos pelo código de construção do equipamento a ser protegido; diferencial de alívio adequado à pressão normal de operação do processo; curtos períodos de abertura e fechamento, além de estabilidade dinâmica durante o processo de alívio. Outros propósitos que podem ser citados para uma válvula de segurança e/ou alívio são: conservar o material de processo devido às perdas durante e após o evento de sobrepressão; minimizar o tempo de processo parado causado pela sobrepressão, além de evitar poluição ao meio ambiente, minimizar o ruído gerado durante sua operação, etc, mesmo que o fluido seja vapor ou um algum outro gás qualquer.

A válvula de segurança e/ou alívio atua a partir de uma pressão pré-determinada e descarrega a “massa” vinda do processo. A massa descarregada pela válvula contém energia, sendo que é a remoção dessa energia que reduz a pressão do processo.

Portanto, a válvula de segurança e/ou alívio deve ser utilizada para um único propósito, que é a proteção de vidas e propriedades dos efeitos da sobrepressão.

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

Definições: A seguir são mostradas as principais definições que o usuário deve conhecer antes de iniciar a especificação para a compra de uma válvula de segurança e/ou alívio:

Válvula de Segurança: Esta é um dispositivo automático de alívio de pressão caracterizado pela pressão estática a montante da válvula cuja abertura é rápida e instantânea através de um estampido característico denominado POP. Esta deve ser especificada sempre que o fluido for compressível, tais como gases e vapores, incluindo vapor d'água saturado ou superaquecido.

Esse tipo de válvula mostra uma rápida abertura do disco alcançada através de uma geometria projetada especialmente para o escoamento de fluidos compressíveis, além de um dispositivo particular (anel do bocal) no qual aumenta a área da pressão atuando sob o disco e suporte do disco com o curso de elevação do disco. O efeito causado pelo posicionamento correto daquele anel em conjunto com a expansão do fluido, produz uma súbita elevação do disco no qual pode alcançar um alto valor se comparado com o diâmetro da área da garganta do bocal, isto é, uma relação curso/área da garganta do bocal igual ou maior que 0,25.

Válvula de Alívio: Esta é um dispositivo de alívio de pressão cuja pressão de abertura é proporcional ao aumento de pressão acima da pressão de ajuste, devido a área onde a pressão atua não variar significativamente com o curso de elevação do disco. Esse tipo de válvula deve ser utilizado em aplicações com fluido no estado líquido. Devido à relativa incompressibilidade desse tipo de fluido, um leve aumento no curso do disco produz uma rápida redução na pressão.

Válvula para Alívio Térmico: Esta geralmente é uma válvula convencional de pequeno diâmetro, ½” ou ¾” por exemplo, e com conexões de entrada e saída rosqueadas, apenas para aliviar uma pequena quantidade de líquido e prevenir uma excessiva pressão causada pela expansão térmica do fluido. Sua aplicação é recomendada principalmente quando uma tubulação bloqueada em dois pontos pode ser exposta à radiação solar ou qualquer outra fonte externa de calor. Nessas aplicações de alívio térmico, a válvula não precisa ser dimensionada para se determinar sua capacidade de vazão efetiva, pois uma pequena descarga irá causar uma significativa queda de pressão ao processo. Essa pequena descarga irá proporcionar um pequeno, mas definitivo espaço vapor. Este espaço vapor irá atuar como uma “almofada” permitindo que a expansão térmica do líquido não resulte em aumento de pressão. Uma válvula para alívio térmico deve ser especificada sempre que a temperatura do líquido (para tubulação bloqueada em dois pontos) for inferior a 25 °C, porém, a temperatura ambiente devido à irradiação solar naquela região ou outras fontes externas de calor, puder ultrapassar os 35°C. Somente a radiação solar pode alcançar uma temperatura máxima, enquanto outras fontes de calor podem alcançar valores infinitos. Em plantas industriais que utilizam em seu processo o Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂), sempre que houver uma tubulação bloqueada em dois pontos também deverá existir uma válvula para alívio térmico independentemente do valor da temperatura do fluido em relação à temperatura ambiente. Esta é uma exigência devido à natureza deste tipo de fluido se decompor naturalmente, chegando a ser de 1% ao ano devido à formação de O₂, H₂O + calor, gerando um aumento de pressão entre aqueles dois pontos bloqueados.

Válvula de Segurança e Alívio: Esta é uma válvula projetada para operar tanto com líquido quanto com gases e vapores, podendo ter uma abertura gradual ou instantânea, respectivamente. É normalmente especificada para a proteção de vasos de pressão construídos conforme o código ASME Seção VIII para diversos tipos de fluidos. Pode ser especificada também para a proteção de tubulações. São projetadas nos estilos convencional ou balanceada.

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

Válvula Convencional: Essa é uma válvula de segurança e/ou alívio normalmente aplicada para a proteção de tubulações, vasos de pressão e outros equipamentos nos quais é permitida a descarga diretamente para a atmosfera. Pode ser aplicada para situações sujeitas à contrapressão superimposta constante apenas ou à contrapressão desenvolvida até 10% da pressão de ajuste, quando o castelo e o capuz são totalmente fechados e vedados e a sobrepressão alcançada no momento da descarga também é de 10% da pressão de ajuste ou 20% da pressão de ajuste quando o castelo é do tipo aberto.

Válvula Balanceada com Fole: Essa é uma válvula de segurança e/ou alívio também aplicada para a proteção de vasos de pressão quando a descarga deve ocorrer para um coletor fechado e que recebe pressão e volume de variadas fontes, portanto, sujeito à contrapressão superimposta variável. O fole permite à válvula fornecer um alívio de pressão consistente (dentro da tolerância da pressão de ajuste), mesmo com as variações possíveis na contrapressão. Essas variações que podem ocorrer na contrapressão, mesmo não tendo efeito sobre o valor da pressão de ajuste, podem afetar a capacidade de vazão da válvula, porém, será corrigido pelo fornecedor durante os cálculos de dimensionamento. O usuário pode especificar esse tipo de válvula quando o valor máximo da contrapressão superimposta variável não ultrapassar 50% do valor da pressão de ajuste ou 235 psig, o que for menor. Estes valores máximos de contrapressão superimposta variável, podem depender do valor da área do orifício, pressão de ajuste da válvula, além do projeto de cada fabricante. As válvulas de segurança e alívio balanceadas com fole também podem ser especificadas quando o valor da contrapressão desenvolvida for superior ao valor da sobrepressão da válvula, sempre que esta for do tipo convencional.

Outra aplicação para esse tipo de válvula é quando o fluido, tanto na conexão de entrada quanto da contrapressão, é muito viscoso ou corrosivo e pode cristalizar e travar o sistema de guia. Este fluido pode vir do próprio equipamento protegido ou de alguma contrapressão superimposta, quando houver. Para esse tipo de aplicação o fole fornece proteção isolando o sistema de guia e impedindo que a válvula se torne inoperante devido a um possível travamento daquele sistema. Este tipo de fole é projetado com menor espessura de parede, apenas para resistir aos ciclos operacionais da válvula. As válvulas balanceadas com fole e com o corpo aquecido através de camisa de vapor também são recomendadas quando a válvula protege um sistema de óleo para alimentação dos maçaricos de uma caldeira. A camisa de vapor impede o resfriamento do óleo, e o fole impede o travamento do sistema de guia, pois no espaço entre o equipamento protegido e a superfícies de vedação do disco e bocal não há fluxo podendo resfriar e cristalizar o fluido e que poderia causar o travamento da válvula.

Tipos de Contrapressão: Dentro de um processo industrial o usuário pode encontrar os seguintes tipos de contrapressão: superimposta (constante ou variável) ou desenvolvida. O usuário precisa saber reconhecê-las antes de fazer uma especificação para compra do modelo da válvula.

Contrapressão Superimposta: Esta pode ser constante ou variável. Elas ocorrem na tubulação de saída antes da abertura da válvula, isto é, quando ela ainda está na posição fechada, independentemente do fluido ser água, vapor d'água ou algum tipo de gás.

A **contrapressão constante** é aquela na qual não há variações na pressão dentro do coletor que recebe a (s) descarga (s) da (s) válvula (s) que conduz (em) a ele. Esse tipo de contrapressão não altera o valor da pressão de ajuste e o desempenho operacional da válvula de segurança e/ou alívio além dos limites conhecidos e pré-estabelecido. Isto é, o aumento no valor da pressão de ajuste é unitário e proporcional ao valor da contrapressão.

Por exemplo, quando a válvula é ajustada na bancada para abrir com 100 psig e tem 30 psig (2,1 kgf/cm²) de contrapressão ela irá abrir no processo com 130 psig (9,14 kgf/cm²), se não forem feitas as devidas

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

correções no ajuste de bancada. Para esse tipo de contrapressão o usuário deve informar ao fornecedor que irá descontar o valor da contrapressão na pressão de ajuste quando a válvula estiver sendo testada e calibrada na bancada. Se ela tiver que abrir no **processo** com 100 psig, ela deverá ser ajustada na **bancada** com 70 psig (4,92 kgf/cm²), mas o dimensionamento da área do bocal será feito com uma pressão de ajuste de 100 psig. Para esse tipo de contrapressão o usuário deve especificar uma válvula de segurança e/ou alívio estilo convencional com castelo e capuz vedados e fechados, com ou sem alavanca de acionamento, dependendo da temperatura e do estado físico do fluido.

A **contrapressão variável** é aquela que ocorre quando diferentes fontes em diferentes valores de pressão e volume descarregam para dentro de um coletor. Por ser variável seus valores podem ir desde zero até um valor máximo. Para esse tipo de contrapressão o usuário deve especificar uma válvula de segurança e/ou alívio balanceada com fole, pois não há como compensar os efeitos de uma contrapressão variável sobre a pressão de ajuste de uma válvula de segurança e/ou alívio, estilo convencional.

Contrapressão Desenvolvida: Esse tipo de contrapressão é gerado pela configuração da tubulação de descarga quando esta é muito longa e/ou possui muitas curvas ou sua área interna é menor do que a área interna do flange de saída da válvula. Seu valor pode variar desde zero quando a válvula ainda está fechada até um valor máximo estando a válvula totalmente aberta e aliviando. Portanto, esse tipo de contrapressão só ocorre após a abertura completa da válvula. O desempenho operacional da válvula de segurança pode ser afetado se o valor desta contrapressão for superior ao valor da sobrepressão da válvula no momento de sua abertura. A contrapressão desenvolvida só ocorre com fluidos compressíveis ou com fluidos bifásicos (devido à fase gasosa destes), por exemplo, quando uma válvula de alívio descarrega água ou um outro líquido qualquer diretamente para a atmosfera e sua temperatura é superior a 100 °C.

Capacidade de Vazão Requerida – Este é o valor mínimo requerido para a aplicação do usuário para escoar pela válvula de segurança e/ou alívio para manter a segurança de todo um processo de acordo com o projeto de seu equipamento. O valor da capacidade de vazão requerida pelo usuário deve sempre vir acompanhado da unidade de vazão correspondente, por exemplo, kg/h; lbs/h; SCFM; Nm³/h; pés³/min; m³/h; lts/ min; GPM, etc. O valor da capacidade de vazão requerida, e informada pelo usuário, será igual ou menor que a capacidade de vazão máxima pela válvula selecionada pelo fornecedor.

O usuário deve estar ciente de que a capacidade de vazão de gases, incluindo ar comprimido, quando dada em unidades volumétricas tais como m³/h ou pes³/h (vazão real) precisam ser convertidas para Nm³/h ou para SCFM (vazão normalizada ou padronizada, respectivamente), antes do dimensionamento. Essa conversão pode ser feita pelo usuário ou pelo fornecedor. Então o usuário deve informar em qual unidade de vazão (real, normalizada ou padronizada) estão os valores informados. O valor informado pelo fornecedor ao usuário seja na cotação do pedido de compra ou na própria plaqueta da válvula está sempre num valor normalizado (Nm³/h) ou padronizado (SCFM). Esse valor (publicado pelo fabricante) será muito maior quando comparado com o valor real (vazão real) quando a válvula está corretamente dimensionada. A vazão real é aquela obtida pelo usuário nas condições reais de processo, principalmente em relação à temperatura real.

Capacidade de Vazão Máxima: Esta é a máxima quantidade de fluxo (por exemplo, em massa ou volume) que escoar por uma válvula de segurança e/ou alívio quando operando em sua máxima sobrepressão. Este valor será informado pelo fornecedor após a cotação da válvula. Este valor será igual ou maior que a capacidade de vazão mínima requerida pelo usuário.

Uma válvula de segurança e/ou alívio deve abrir na pressão de ajuste marcada em sua plaqueta, ou pelo menos dentro das tolerâncias permitidas, porém, a pressão dentro do equipamento protegido deverá

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

se desenvolver para um valor maior, enquanto a válvula estiver completamente aberta e aliviando, devido à crescente força exercida no sentido descendente pela mola. Esse desenvolvimento de pressão acima da pressão de ajuste é denominado de sobrepressão. A válvula de segurança e/ou alívio deve ter capacidade de vazão suficiente para prevenir um aumento de pressão acima da sobrepressão estipulada em seu projeto e permitida pelos códigos. Usando a capacidade de vazão incorreta pode algumas vezes significar a diferença entre uma instalação aceitável e uma deficiente.

Unidades de Vazão: A capacidade de vazão de uma válvula de segurança e/ou alívio pode ser informada com diversas nomenclaturas de unidade. Essas nomenclaturas podem ser em unidades de massa, por exemplo, em kg/h ou lbs/h quando o fluido for vapor d'água saturado ou superaquecido; em unidades volumétricas tais como SCFM, SCFH, Nm³/h, pés³/h ou M³/h quando o fluido for ar comprimido ou algum outro gás; esses também podem ter sua capacidade de vazão denominadas em unidades de massa (lbs/h ou kg/h). Para líquidos as mais encontradas unidades de vazão são M³/h, lts/min ou GPM. O usuário sempre deve informar a unidade de vazão correta, pois para cada tipo de fluido e unidade de vazão haverá uma equação diferente de dimensionamento para o fornecedor calcular a mínima área de passagem requerida pelo bocal.

Fluido – Este é o material que no estado líquido ou gasoso irá escoar através de uma válvula de segurança e/ou alívio. Entre os fluidos mais comuns utilizados dentro de um processo industrial podemos citar a água, o petróleo cru, até mesmo seus derivados (gasolina, querosene, diesel, óleos lubrificantes, etc), etanol, vapor d'água saturado ou superaquecido, condensado, ar comprimido, gases, além de uma infinidade de outros fluidos.

Os diferentes tipos de fluidos encontrados dentro de diferentes processos industriais têm também diferentes propriedades nos quais podem influenciar na operação de uma válvula de segurança e/ou alívio (abertura, sobrepressão e fechamento). A diferença mais significativa pode ser encontrada entre um gás e um líquido no qual o líquido tem uma densidade maior que a de um gás, influenciando totalmente no comportamento operacional da válvula. O gás, por sua vez, tem a particularidade de ter seu volume alterado através de alterações na pressão e temperatura.

Na especificação de válvulas de segurança e/ou alívio, além de outros tipos de válvulas, o usuário deve sempre analisar, além dos aspectos químicos do fluido, também os aspectos físicos, tais como densidade, viscosidade, particulados sólidos em suspensão, incidência de abrasão e outros, que além de interferirem na escolha dos materiais, determinam principalmente o tipo de válvula (projeto) que poderá ser empregado. Na especificação, após ser escolhido o tipo de válvula, se esta é de segurança, de alívio ou de segurança e alívio, o usuário deve escolher o tipo de vedação, se for metálica (de acordo com a dureza requerida) ou resiliente (de acordo com a pressão, temperatura e área do bocal a ser selecionada). A combinação dos efeitos causados pela pressão, temperatura, corrosão e volume do fluido limita a seleção e especificação da válvula.

Observação: Na especificação de uma válvula de segurança e/ou alívio, o usuário deve sempre mencionar qual será o fluido operacional (fluido operacional), pois baseado no estado físico do fluido, o fabricante irá calibrar a válvula na bancada de testes. Portanto, se o fluido de processo for algum gás ou vapor, o fluido de teste será ar comprimido ou nitrogênio, enquanto se ele for algum líquido, na calibração em bancada o fluido de teste deverá ser água.

pH – Este é o Potencial de Hidrogênio existente nos fluidos ácidos e nos alcalinos. Seu valor na escala de pH pode variar de 0 a 14, sendo que 7 é considerado um valor neutro (água potável, por exemplo). Assim, de 7 a 0 são os ácidos e quanto mais próximo de 0 mais ácido será o fluido. O cloro líquido, por exemplo,

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

tem um pH cujo valor equivale a 2,2. De 7 a 14 serão os alcalinos e quanto mais próximo de 14 for seu valor, mais alcalino será o fluido (soda cáustica, por exemplo). Portanto, para a seleção correta dos materiais do corpo, castelo, mola e demais componentes internos, principalmente aqueles que estão em contato constante com o fluido, tais como disco e bocal, o valor do pH deve ser informado ao fornecedor.

Temperatura: A temperatura operacional deve ser informada pelo usuário ao fornecedor sempre que o fluido for vapor d'água superaquecido, ar comprimido ou qualquer outro gás. Para vapor d'água saturado basta apenas informar a pressão. Quando for especificada uma válvula de segurança e alívio com castelo do tipo fechado, o usuário deve informar o valor da temperatura operacional, independentemente do tipo de fluido, pois temperaturas superiores a 120°C tendem a reduzir o valor da pressão de ajuste. No caso do vapor d'água superaquecido, o dimensionamento da área do bocal e a seleção dos materiais de construção são dependentes do valor da temperatura de superaquecimento, acima da temperatura de saturação para uma determinada pressão. Para o caso de ar comprimido e outros gases, a temperatura operacional influencia no dimensionamento devido ao seu valor, na grande maioria das vezes, ser diferente do valor no qual a capacidade de vazão efetiva da válvula de segurança e/ou alívio é estabelecida e publicada pelo fornecedor.

Viscosidade: Esta é definida como a resistência imposta ao escoamento de um fluido por uma tubulação, válvula, bomba, etc. Sempre que o fluido for viscoso o usuário deve informar ao fornecedor os valores de viscosidade, além das unidades correspondentes. Por exemplo, as mais utilizadas são a *Centipoise* (cP), a *Centistokes* (cSt) ou a SSU (*Saybolt Second Universal*). A mais utilizada em válvula de segurança e/ou alívio é a *centipoise*, porém, o usuário não precisa fazer as conversões de uma unidade para outra, o próprio fabricante fará as conversões necessárias, enquanto ele (usuário) precisa informar a unidade correta. A seguir são mostradas as relações que existem entre *centipoise* e *centistokes* que são as mais comuns. A viscosidade em *centipoise* (cP) ou em *centistokes* (cSt) estão relacionadas da seguinte forma:

Centipoise: Também conhecida como viscosidade absoluta ou dinâmica, é o resultado da **multiplicação** da viscosidade, em *centistokes*, pela **densidade** do fluido.

Centistokes: Esta é também conhecida como viscosidade cinemática, é o resultado da **divisão** da viscosidade, em *centipoise*, pela **densidade** do fluido.

Os dados de viscosidade e densidade são muito importantes para serem informados ao fornecedor para que este possa fazer corretamente os cálculos de dimensionamento e assim encontrar a mínima área de passagem do bocal da válvula. Se o fluido for viscoso ou tiver uma densidade maior do que aquela da água, e seus valores não forem informados, a área selecionada será menor que a mínima requerida, com isto, a válvula selecionada poderá estar subdimensionada para a aplicação. O valor da viscosidade diminui com o aumento da temperatura.

Densidade: Este é outro dado importante que o usuário deve informar ao fornecedor da válvula de segurança e/ou alívio. Um fluido como a água industrial sob temperatura ambiente tem a densidade num valor prático adotado de 1,0 g/ml, 1 g/cm³ ou 1000 kg/m³. Sendo água com esse valor de densidade não há necessidade de informar ao fornecedor. Porém, para quaisquer outros fluidos cuja densidade é diferente de 1,0, o seu valor real deve ser informado. Seu valor também diminui com o aumento da temperatura, portanto, o usuário deve informar seu valor, se possível, no mesmo valor que a temperatura máxima coincide com a pressão de alívio (pressão de ajuste desejada + sobrepressão de 10% ou 3 psi, o que for maior).

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

Características e Denominação dos Componentes da Válvula de Segurança e/ou Alívio

Corpo: Este normalmente é encontrado na configuração em ângulo com as conexões de entrada e saída, dispostas a 90° uma em relação à outra. Essas conexões podem ser flangeadas, rosqueadas ou soldadas.

Quando a válvula é do tipo segurança ou de segurança e alívio a bitola do flange de saída é sempre maior que a bitola do flange de entrada devido à expansão do fluido durante o processo de alívio pela válvula. As dimensões de centro a face do corpo são padronizadas pelo API Std. 526 somente para aquelas aplicadas para a proteção de vasos de pressão construídos conforme código ASME Seção VIII Divisão 1.

Com este padrão o usuário pode especificar e substituir a válvula de um vaso independentemente de qual seja o fabricante, principalmente quando a tubulação de descarga é fixa e a válvula descarrega para dentro de um coletor. As válvulas de segurança instaladas em caldeiras não seguem este padrão de intercambiabilidade de dimensões de centro a face. Cada fabricante tem seu próprio padrão.

Castelo: Ele é a peça montada na parte superior do corpo onde está alojada a mola com seus suportes, o parafuso de ajuste e o capuz com ou sem alavanca. Este é fixado ao corpo através de um flange com estojos e porcas ou através de roscas nas válvulas de bitolas menores. Além de auxiliar a alinhar todos os componentes móveis, ainda aperta a guia contra o corpo da válvula. Na parte superior do castelo, um parafuso de ajuste da mola é montado para comprimir esta e alterar o valor da pressão de ajuste de acordo com a faixa de ajuste permitida pelo fabricante da válvula. Este parafuso só pode ser acessado após ter sido retirado o capuz de proteção. Um lacre montado entre o castelo e o capuz impede violações no valor da pressão de ajuste por pessoas não autorizadas.

Existem dois tipos de castelos: o tipo aberto e o tipo fechado.

Castelo Fechado: Esse tipo de castelo só deve ser aplicado para temperaturas de alívio limitadas a 232°C quando o material do corpo e castelo é em ASTM A 216 Gr. WCB (aço carbono fundido). Ele também é utilizado nos projetos de válvulas rosqueadas. Esse tipo de castelo é muito utilizado em válvulas balanceadas com fole. Para esse tipo de válvula esse tipo de castelo possui um furo de alívio quando o capuz não possui alavanca de acionamento manual ou este possui alavanca, mas, é do tipo fechado e vedado. O usuário jamais deve tamponar o furo de alívio no castelo de uma válvula balanceada com fole.

A função desse furo é manter a pressão atmosférica atuando dentro do fole aumentando sua vida útil, além de poder monitorar sua integridade.

Castelo Aberto: Esse tipo de castelo deve ser especificado sempre que a válvula operar com vapor d'água, ar comprimido ou gás natural em que a descarga ocorre diretamente para a atmosfera. A expansão térmica do corpo e o relaxamento da força da mola, devido à temperatura, tendem a reduzir o valor da pressão de ajuste quando a válvula de segurança possui o castelo do tipo fechado, devido às flutuações que podem ocorrer na força descendente exercida pela mola sobre o disco. Mesmo grandes transientes de temperatura ambiente podem ocasionar alterações no valor da pressão de ajuste da válvula de segurança e/ou alívio, podendo ficar este valor fora das tolerâncias permitidas, sempre que o castelo é do tipo fechado. Com o usuário fornecendo o valor da temperatura operacional, o fabricante pode compensar os efeitos da temperatura sobre o valor da pressão de ajuste quando a válvula é calibrada em sua bancada de testes e sob temperatura ambiente. Na prática, com o castelo do tipo aberto, os efeitos da temperatura sobre o corpo ou sobre a mola não são significativos para a pressão de ajuste da válvula. O retorno da temperatura da mola, mais próxima possível da temperatura ambiente, ocorre mais rapidamente. A mola

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

pode sofrer fadiga devido à temperatura, principalmente quando o castelo é do tipo fechado, devido à incompatibilidade de seu material com o valor da temperatura do fluido. Esse tipo de castelo pode operar com temperaturas até 343 °C sempre que seu material de construção for ASTM A 216 Gr. WCB, tendo a mola construída em AISI 5160 (aço carbono ligado). O disco pode ser construído em AISI 304 e o bocal em ASTM A 351 Gr. CF8 (inox 304).

Bocal Reativo Integral (*Full Nozzle*): Para a maioria das aplicações industriais (não corrosivas) o uso deste tipo de bocal quando construído em ASTM A 351 Gr. CF8 ou CF8M permite que o material do corpo e castelo de uma válvula de segurança e/ou alívio seja fabricado em aço carbono ASTM A 216 Gr. WCB. Em processos corrosivos é necessária a especificação de outro material para corpo e castelo mais resistente à corrosão, como por exemplo, o ASTM A 351 Gr. CF8M. Esse tipo de bocal é tipicamente removível por ser rosqueado ao corpo da válvula, e pode tanto ser substituído ou reparado fora do corpo da válvula, facilitando sua manutenção. Ele direciona para a saída o fluxo vindo do equipamento protegido no momento em que a válvula está aberta e aliviando.

Disco de Vedação: O disco, em conjunto com o bocal, forma os componentes que contém a pressão somente enquanto a válvula de segurança e/ou alívio estiver fechada. Ele pode ser sólido ou flexível, além de poder ser integral ao suporte do disco ou separado deste. Quando separado do suporte do disco a superfície de vedação não é afetada por distorções térmicas nas quais facilmente afetam a vedação com disco cujo projeto é integral com o suporte do disco. Esse disco de vedação é projetado para evitar distorções em sua superfície de vedação causadas por gradientes térmicos quando operando em altas temperaturas. Pode possuir a superfície de vedação metálica ou resiliente e, dependendo do projeto do fabricante, ainda possuir um defletor integral para a proteção das superfícies de vedação e ainda auxiliar numa queda de pressão mais rápida no equipamento protegido.

Tipo de Vedação do Disco: A vedação do disco pode ser metálica ou resiliente, enquanto a vedação do bocal é sempre metálica.

Metálica: Esse tipo de vedação deve sempre ser especificado quando a pressão, a temperatura e a área do bocal da válvula não permitem a escolha de sede resiliente, tais como para aplicações com vapor d'água saturado, vapor d'água superaquecido, água ou outro tipo de líquido quente em alta temperatura.

Resiliente: As válvulas de segurança e/ou alívio podem ter seu desempenho operacional afetado após ocorrer o alívio de pressão. Diversos processos estão sujeitos a acumulação de sujeira e sedimentos na região da garganta do bocal, pois normalmente não há fluxo enquanto a válvula estiver fechada. Partículas de metal, fragmentos e outros materiais estranhos ao fluido podem passar em alta velocidade pelas superfícies de vedação do disco e bocal quando a válvula atua. Isto impede seu reassentamento correto, manter a vedação e a pressão de ajuste anterior à abertura (original). Com isto a válvula de segurança e/ou alívio poderá abrir (atuar) numa pressão menor que a original estampada em sua plaqueta. Para ar comprimido e outros gases o usuário pode incluir no pedido de cotação "sede resiliente". Esta sede normalmente é feita de algum elastômero, de acordo com o fluido informado pelo usuário, no qual permite à válvula obter uma vedação completamente estanque com a pressão de operação a 95% da pressão de ajuste. As sedes em PTFE são recomendadas para fluidos corrosivos somente quando o valor da pressão de ajuste é superior a 100 psig (7,03 kgf/cm²), devido a sua dureza não permitir vedação estanque nem mesmo a 90% da pressão de ajuste para valor igual ou menor que 100 psig. A descarga de gases proporciona a formação de gelo após as superfícies de vedação e sistema de guia, para estas aplicações são recomendadas as válvulas de segurança e alívio com sede resiliente, sempre que o fluido puder congelar

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

após a descarga pela válvula. Para fluidos que possam vir a solidificar após o alívio pela válvula, são recomendados projetos com fole e camisa de vapor.

A tabela 1.2 mostra os materiais utilizados para vedação resiliente de acordo com diversos tipos de fluidos:

Materiais Recomendados para Anéis O'ring		
BUNA-N	VITON	SILICONE
Amônia Anidra	Ácido Clorídrico	Ar Comprimido
Ar Comprimido	Ácido Nítrico	Hélio
Butano	Ácido Sulfúrico	Nitrogênio
Buteno	Álcool Etilico	Oxigênio
Butino	Água	
Dióxido de Carbono	Ar Comprimido	
Éter Etilico	Benzeno	
Etileno Glicol	Butadieno	
Freon 11 e 12	Butano	
Gás Natural	Cloreto de Etila	
Gasolina	Cloro (Gás Seco)	
Gás Sulfídrico	Dióxido de Enxofre	
Hélio	Dowtherm "A"	
Hidrogênio	Etileno	
Nitrogênio	Gás Natural	
Óleo Combustível	Gás Sulfídrico	
Óleo Diesel	Gasolina	
Óleo Lubrificante	Hexano	
Oxigênio	Nafta	
Propano	Nitrogênio	
Querosene	Óleo Lubrificante	
	Propano	
	Propileno	
	Querosene	
	Tolueno	
	Tricloroetileno	
	Vinagre	
	Xileno	

Tabela extraída do catálogo de válvulas de segurança FARRIS:

Mola: Ela é o elemento mais crítico dentro do projeto de uma válvula de segurança e/ou alívio. Sua função é aplicar a força requerida para manter um contato constante do disco com o bocal enquanto a válvula estiver fechada, sendo esta força (num valor fixo pelo parafuso de ajuste), quem determina o valor da pressão de ajuste (de acordo com a área da superfície de vedação efetiva do disco e bocal). A força descendente exercida pela mola fornece uma força, que combinada com as forças exercidas pela pressão do fluido dentro da câmara de força (que podem ser variáveis de acordo com a pressão do processo), controla o curso de levantamento do disco e o retorno do disco à posição fechada. Esta (a mola), é

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

resistente à pressão e às tensões dinâmicas do fluido com o propósito de manter a válvula fechada, enquanto a pressão dentro do equipamento protegido estiver num valor abaixo do valor da pressão de ajuste e fechá-la novamente após o alívio do excesso de pressão.

Faixa de Ajuste da Mola: As válvulas de segurança e/ou alívio são ajustadas originalmente na bancada do fabricante de acordo com os requerimentos e necessidades do usuário. A operação regular da válvula de segurança e/ou alívio é garantida, sem troca da mola, dentro de uma faixa de ajuste que não pode variar mais do que 5% para mais ou para menos do valor original marcado na plaqueta da válvula e ajustado na bancada de testes do fabricante. Por exemplo, se a válvula de segurança e/ou alívio foi ajustada originalmente com 300 psig (21 kgf/cm²), ela poderá ser ajustada entre 285 psig (20 kgf/cm²) e 315 psig (22,15 kgf/cm²) sem que seu desempenho operacional seja comprometido. Em muitas aplicações, o valor máximo pode ser limitado ao valor da PMTA do equipamento sendo protegido. Um novo conjunto de mola com suportes deve ser solicitado ao fabricante da válvula de segurança e/ou alívio caso o usuário necessite alterar o valor da pressão de ajuste além daquele percentual mencionado acima (para mais ou para menos), e mostrado no exemplo. O usuário deve estar ciente que mudanças no valor original devem sempre ser avaliados caso a caso. O novo valor de pressão de ajuste não poderá estar muito próximo da pressão de operação (menos de 10%) e nem ultrapassar o valor da PMTA do equipamento protegido, quando esta proteção é feita por somente uma válvula de segurança e/ou alívio. Um **aumento** no valor da pressão de ajuste, sem **umentar** o **volume** do fluido, sempre que este for **compressível**, pode ocasionar sucessivos **batimentos** durante o ciclo operacional da válvula, tornando-a **superdimensionada**. Enquanto por outro lado, **reduzir** o valor da pressão de ajuste, sem **reduzir** o **volume** do fluido dentro do equipamento protegido, sempre que o fluido for compressível, pode tornar a válvula **subdimensionada**.

Anéis de Ajuste: Quando a válvula opera com fluidos compressíveis, o projeto da válvula pode ter um ou dois anéis que atuam juntos para o controle das ações de abertura, sobrepressão e fechamento. Um é o anel do bocal e o outro é o anel superior. Este anel (superior) foi projetado para conter parcialmente o gás ou vapor e, assim, controlar a força de levantamento do disco durante o processo de abertura da válvula. Este anel é muito utilizado em válvulas de segurança que protegem o tubulão de vapor e o superaquecedor de caldeiras. O código ASME, nas seções I e VIII, requer que a operação da válvula na pressão de ajuste, sobrepressão e diferencial de alívio, ocorra dentro estreitos limites. Ajustando-se cada anel independentemente um do outro pode proporcionar este desempenho operacional. O posicionamento definitivo de cada anel varia de acordo com o volume de fluido sendo descarregado em relação à máxima capacidade de vazão da válvula de segurança. Durante o ciclo de fechamento da válvula o anel inferior ajuda a proporcionar um amortecimento da força descendente exercida pela mola, com isto, protegendo as superfícies de vedação de disco e bocal contra impacto. Esses anéis são previamente posicionados pelo fabricante para uma “boa” operação no processo do usuário. Um posicionamento melhor pode ser obtido através de um teste real na própria instalação do usuário. Este posicionamento também deve ser lacrado para evitar que o desempenho operacional da válvula seja indevidamente alterado por pessoas não autorizadas.

Suporte do Disco: Este é a peça responsável para guiar os movimentos verticais do disco e mantê-lo centralizado em relação ao bocal. O perfil de sua face inferior forma, em conjunto com o anel do bocal, a “câmara de força”, cuja função é proporcionar o levantamento completo do disco após ser atingida a pressão de ajuste da válvula.

Guia: Esta tem a função de, em conjunto com o suporte do disco, guiar os movimentos verticais do suporte do disco. Como a tendência do fluxo é “empurrar” o disco e suporte do disco para o lado do flange

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

de saída da válvula, a guia mantém o disco e suporte alinhados e centralizados tanto verticalmente quanto horizontalmente em relação às superfícies de vedação do bocal.

Haste: A ponta inferior da haste possui um formato esférico que permite compensar algum desalinhamento entre a haste e o suporte do disco. A região superior da haste, que recebe o apoio inferior da mola, também possui uma geometria esférica. Essa geometria em ambos os pontos permite uma distribuição de forças concêntricas da mola ao disco e em sentido contrário a força exercida pela pressão do fluido embaixo do disco contra a força da mola.

Alavanca de Acionamento: Este é um acessório obrigatório que deve ser especificado pelo usuário sempre que a válvula de segurança estiver protegendo um vaso de pressão construído conforme o código ASME Seção VIII e operando com ar comprimido, vapor d'água ou água quando a temperatura desta (água), estiver acima de 60°C (140 °F). Para essas condições de fluido a alavanca de acionamento manual deve ser especificada. Sua função é acionar a válvula manualmente em situações de emergência quando o valor da pressão de ajuste foi ultrapassado e a válvula não abriu; quando os movimentos de seus componentes móveis necessitam ser comprovados ou quando é preciso limpar as superfícies de vedação, de guia e a garganta do bocal de algum material estranho. A mínima pressão no processo para acionar a alavanca deve ser de 75% do valor da pressão de ajuste da válvula. Se este valor mínimo não for respeitado e a alavanca for acionada, as superfícies de vedação podem ser seriamente danificadas.

Em caldeiras ela também é um requisito mínimo obrigatório. Em tubulações e saídas de compressores seu uso é facultativo, porém, considerado uma “boa prática de engenharia”.

Pressão de Operação: Esta é a pressão na qual o vaso de pressão ou caldeira opera normalmente. Este valor deve sempre ser limitado a 10% abaixo da pressão de ajuste da válvula, para pressões entre 70 psig e 1000 psig. Para valores abaixo de 70 psig, o Código ASME VIII (vasos de pressão), recomenda 5 psi abaixo, enquanto que para pressões de ajuste acima de 1000 psig, este mesmo código recomenda 7% abaixo. Esta limitação permite ocorrer o ciclo operacional completo da válvula de segurança e/ou alívio após sua pressão de ajuste ser alcançada, isto é, abertura, sobrepressão e fechamento. A mínima pressão diferencial recomendada entre a pressão de operação e a PMTA é aquela na qual a diferença entre a pressão de operação e a pressão de ajuste da válvula de segurança e/ou alívio permita os transientes normais de pressão do processo sem alcançar prematuramente a pressão de ajuste. Após um alívio de pressão auto atuado a válvula de segurança e/ou alívio deve ser capaz de fechar sozinha e acima da pressão normal de operação.

Pressão de Ajuste: Esta é a pressão na qual uma válvula de segurança e/ou alívio é ajustada numa bancada de testes dentro das dependências do fabricante ou na oficina de manutenção do usuário, sob condições de temperatura ambiente e contrapressão atmosférica. O fluido de teste normalmente é ar comprimido ou nitrogênio. Caso a válvula irá operar com fluido no estado líquido, mesmo que a descarga ocorra diretamente para a atmosfera e a temperatura seja inferior a 100°C, o usuário deve informar ao fabricante para que o fluido de teste na bancada deste seja água. Para essas aplicações se a válvula for calibrada na bancada de testes do fabricante com ar comprimido ou nitrogênio, a pressão de abertura no processo do usuário pode ocorrer num valor maior do que aquele marcado na plaqueta da válvula. Os valores mínimo e máximo de pressão ao qual uma válvula de segurança e/ou alívio pode ser ajustada varia de acordo com o fabricante, tamanho, projeto e modelo. O fabricante deve ser consultado antes do usuário entrar com o pedido de compra. Os valores mínimos ficam em torno de 0,5 barg (7,2 psig) para as válvulas convencionais e 1,0 barg (14,504 psig) para as válvulas balanceadas com fole. Este valor maior é

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

devido à constante elástica do fole ser maior que a da mola. Estes valores podem variar de acordo com o tamanho da área do orifício do bocal e/ou com o projeto de cada fabricante.

Quando o usuário tiver um disco de ruptura instalado na entrada de uma válvula de segurança e/ou alívio é recomendado que a pressão de rompimento do disco seja superior ao valor da pressão de ajuste da válvula. Nesse tipo de instalação é a pressão de rompimento do disco que deve ser limitada ao mesmo valor da PMTA ou abaixo desta e não a válvula.

Pressão de Abertura: É a pressão na qual uma válvula de segurança e/ou alívio deve atuar em operação sob condições reais de pressão, volume, temperatura e contrapressão (quando houver). Seu valor deve coincidir com o valor da pressão de ajuste marcado na plaqueta da válvula ou estar dentro da tolerância permitida pelo código de construção do equipamento protegido. Esta é o valor da elevação da pressão estática na entrada na qual a descarga do fluido torna-se contínua, podendo ser determinada por percepção, sentimento ou audição. Esta é a pressão na qual a válvula de segurança e/ou alívio realmente se faz notar em operação. Portanto, esta é a pressão manométrica no qual o curso de elevação do disco é suficiente para descarregar uma determinada capacidade de vazão requerida pelo processo.

Sobrepessão: Este é um aumento de pressão permitido acima da pressão de ajuste quando a válvula de segurança e/ou alívio está aberta e descarregando. Normalmente ela é expressa como uma porcentagem acima da pressão de ajuste. Os valores determinados pelo código ASME Seção I (caldeiras), é de 3% ou 2 psig, o que for maior. Para vasos de pressão seu valor é de 10% ou 3 psig, o que for maior, conforme exigido pelo código ASME VIII. Por exemplo, para uma válvula cuja sobrepessão permitida é 10% da pressão de ajuste, e protegendo um vaso de pressão construído conforme o código ASME Seção VIII Divisão 1, ajustada para abrir com 100 psig (7,03 kgf/cm²), a pressão dentro do vaso poderá alcançar 110 psig (7,7 kgf/cm²) com a válvula de segurança e/ou alívio completamente aberta e aliviando em sua máxima capacidade de vazão, desde que esteja corretamente dimensionada. É o mesmo que acumulação quando a válvula está ajustada para abrir no mesmo valor da PMTA do vaso ou caldeira.

Acumulação: Este é um aumento de pressão permitido dentro do vaso protegido pela válvula de segurança e/ou alívio quando ela está ajustada num valor igual ou maior que o da PMTA. Seu valor pode ser 10% para vasos protegidos por uma única válvula de segurança e/ou alívio ou 16% para vasos protegidos por duas ou mais válvulas. Ou 21% para aplicações sujeitas a fogo externo ao vaso. Para caldeiras seu valor é de 6% independentemente da quantidade de válvulas de segurança instaladas. Cada seção do código ASME fornece suas próprias regras quanto à porcentagem de acumulação permitida para ser elevada acima do valor da PMTA ou da pressão de projeto dentro do equipamento protegido durante um evento de sobrepessão.

A acumulação é relativa à PMTA do vaso protegido e, à quantidade de válvulas de segurança e/ou alívio, instaladas e às causas da sobrepessão, (por incêndio externo ao vaso ou devido a um descontrole operacional). A sobrepessão está relacionada com a pressão de ajuste da válvula, mínima capacidade de vazão requerida pelo processo, além da área do bocal selecionada.

PMTA: Esta é a máxima pressão de trabalho admissível ou permissível no topo de um vaso de pressão e numa temperatura coincidente. Todo vaso de pressão tem em sua plaqueta o valor da PMTA, sendo este também o máximo valor que uma válvula de segurança e/ou alívio pode ser ajustada para abrir (máxima pressão de ajuste). Para que a válvula de segurança e/ou alívio atue corretamente é recomendado que a pressão normal de operação seja no mínimo 10% abaixo da PMTA do vaso.

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

O valor da PMTA só pode ser excedido em situações de emergência, ou quando o vaso é protegido por mais de uma válvula de segurança e/ou alívio, contanto que esta válvula esteja ajustada no mesmo valor da PMTA ou abaixo desta, mas jamais em condições normais de operação.

Diferencial de Alívio – Também conhecido como blowdown da válvula, ele é a relação existente entre a pressão de abertura e a pressão de fechamento. Seu valor pode ser dado em porcentagem da pressão de ajuste da válvula ou em unidades de pressão. Para válvulas de segurança protegendo vasos de pressão construídos conforme o código ASME Seção VIII Divisão 1 e operando com fluidos compressíveis o valor do diferencial de alívio deve ser de 7%, isto é, a válvula deve fechar 7% abaixo do valor que ela abriu. Para líquidos o valor do diferencial de alívio não tem um valor definido pelo código ASME VIII, porém, na prática normalmente ele é menor que 20% da pressão de ajuste. Portanto, quando operando com líquidos a pressão de ajuste deve ser no mínimo 20% superior ao valor da pressão de operação do equipamento protegido. Se o usuário não respeitar os valores do diferencial de alívio e a pressão de operação normal permanecer acima do valor da pressão de fechamento, além de permitir uma taxa de vazamento maior, ainda pode impedir o fechamento da válvula caso ela venha a atuar. A força exercida pela mola sobre o disco diminui quanto mais a pressão de operação do processo se aproxima da pressão de ajuste da válvula.

Para a correta operação da válvula, a pressão de fechamento deve sempre estar acima do valor da pressão de operação. Por exemplo, uma válvula operando com vapor d'água saturado cuja pressão de ajuste é de 190 psig (13,36 kgf/cm²) e com um diferencial de alívio de 7%, sua pressão de fechamento deverá ocorrer quando a pressão do processo tiver sido reduzida para 176,7 psig (12,4 kgf/cm²), sendo assim, a pressão de operação do vaso protegido não poderá ser maior do que 171 psig (12,0 kgf/cm²).

Para caldeiras os valores do diferencial de alívio (somente para as válvulas submetidas aos testes de certificação e não para o usuário final), são mostrados abaixo:

4 psi (0,28 kgf/cm²) para pressões de ajuste menores que 67 psig (4,7 kgf/cm²)

6% para pressões de ajuste entre 67 e 250 psig (4,7 kgf/cm² a 17,58 kgf/cm²)

15 psi (1,05 kgf/cm²) para pressões de ajuste entre 251 e 374 psig (17,64 kgf/cm² a 26,3 kgf/cm²)

4% para pressões de ajuste a partir de 375 psig (26,36 kgf/cm²)

Para vasos de pressão, o valor de 7% é exigido também apenas ao fabricante da válvula de segurança e alívio quando submetida aos testes de certificação da capacidade de vazão, somente para os fluidos compressíveis. Para líquidos, o código ASME Seção VIII não faz exigência (ao fabricante), quanto ao valor do diferencial de alívio.

Classe de Pressão dos Flanges: Este é um valor numérico, apenas orientativo e adimensional e que pode variar de acordo com a pressão e temperatura do fluido em relação ao material de construção do corpo e castelo da válvula. Seu valor é tabelado pela norma ASME B 16.34. O usuário pode especificar a classe de pressão dos flanges de entrada e saída da válvula de segurança e/ou alívio ou, se assim preferir, apenas informar ao fornecedor os valores de pressão, temperatura, tipo de fluido e material do corpo e castelo. Com esses dados o fornecedor irá especificar a classe de pressão mais adequada para aplicação, principalmente para o flange de entrada, pois na maioria das aplicações este possui classe 150 ou acima. O flange de saída é na maioria das aplicações na classe 150. Para pressões de ajuste acima de 1000 psig (70,3 kgf/cm²) o flange de saída possui classe 300, dependendo da bitola e da relação de áreas entre a área interna do flange de saída para a área interna da garganta do bocal.

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

Além de a pressão e temperatura do fluido limitarem e definirem os materiais de construção do corpo, castelo, mola e demais componentes internos, elas também definem os valores de classe de pressão dos flanges de entrada e saída.

O usuário também pode especificar o tipo de ranhura dos flanges. Existem dois tipos: as ranhuras concêntricas e as ranhuras excêntricas, sendo que a mais aplicada é o tipo concêntrica, pois impede vazamentos através das próprias ranhuras. A norma que define as ranhuras dos flanges é a MSS-SP6.

Rating (Classificação) – Este termo é dado para a relação direta entre pressão, temperatura e material de construção do corpo e castelo de uma válvula, indicando o quanto de **pressão** ela pode suportar de acordo com a **temperatura** do fluido e o **material de construção** do corpo e castelo, incluindo a espessura de parede dessas peças. Sendo assim, a **pressão** de operação deve ser **reduzida** com o **aumento** da **temperatura** de operação. Da mesma forma, a **temperatura** de operação deve ser **reduzida** se a pressão de operação for **elevada**. Portanto, é através do *rating* que se define a classe de pressão de uma válvula. As válvulas que possuem sedes e outros componentes em materiais **não metálicos** (por exemplo, termoplásticos e elastômeros), irão ter valores de **rating bem menores** do que aqueles listados na norma ASME B 16.34 para corpos e castelos em aço carbono, aços liga e aços inoxidáveis. A pressão a ser considerada para seleção da classe de pressão da válvula deverá ser limitada a 75% do valor encontrado nas tabelas da norma B 16.34 e de acordo com o material de construção do corpo e castelo, e com a temperatura.

A temperatura a ser considerada é sempre a temperatura **operacional** do fluido de processo. Se esta porcentagem tiver que ser ultrapassada para aquela classe de pressão e condição operacional de pressão e temperatura, e de acordo com o material de construção da válvula, o usuário deverá especificar a próxima classe acima. Esta porcentagem também deve ser o limite da **pressão de ajuste** da válvula a ser especificada e dimensionada.

A tabela a seguir mostra os valores de classe de pressão extraídos da norma ASME B 16.34 para o material ASTM A 216 Gr. WCB. Esta tabela é baseada em vapor d'água saturado como fluido. Para exemplificar a utilização desta tabela, digamos que o fluido seja vapor d'água saturado, se a pressão de ajuste da válvula for de 6 barg (87 psig) e numa temperatura de 158 °C, ele poderá utilizar a classe 150 para os flanges de entrada e saída, porém, se o valor da pressão de ajuste for de 9,3 barg (134,9 psig) numa temperatura de 230°C, ele deverá utilizar a classe 300 para o flange de entrada e classe 150 para o flange de saída.

O usuário pode seguir a seguinte regra para selecionar, principalmente, a classe de pressão do flange de entrada. Sempre que a pressão de ajuste da válvula estiver num valor superior a 75% da classe de pressão para uma temperatura correspondente (conforme mostrado na tabela a seguir), o usuário deve recorrer à próxima classe de pressão imediatamente superior como exemplificado acima. No exemplo dado o valor de 230 °C é maior do que 75% da temperatura máxima permitida para aquela pressão de 9,3 barg. Portanto, o usuário deverá especificar a classe 300 para o flange de entrada.

A tabela abaixo é baseada para vapor d'água saturado, com flange de entrada no caso de válvulas de segurança, na Classe 300, sendo aplicada para as válvulas com corpo e castelo em aço carbono WCB. Para outros materiais devemos consultar a norma ASME B 16.34.

Em outro exemplo, utilizando os valores desta tabela, numa temperatura de 250°C, a pressão de ajuste deve ser limitada a 31,4 kgf/cm² (75% dos 41,9 kgf/cm² da tabela para 250°C). Se para esta mesma temperatura, a pressão de ajuste deverá ser de 36 kgf/cm², por exemplo, devemos especificar um flange Classe 600 para a entrada da válvula.

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

CLASSE PADRÃO							
PRESSÕES de TRABALHO por CLASSES, em BAR							
MATERIAIS	ASTM A 216 Gr.WCB e ASTM A 105 Gr. II						
T ^a , °C	150	300	600	900	1500	2500	4500
-29 a 38	19,6	51,1	102,1	153,2	255,3	425,5	765,9
50	19,2	50,1	100,2	150,4	250,6	417,7	751,9
100	17,7	46,6	93,2	139,8	233,0	388,3	699,0
150	15,8	45,1	90,2	135,2	225,4	375,6	676,1
200	13,8	43,8	87,6	131,4	219,0	365,0	657,0
250	12,1	41,9	83,9	125,8	209,7	349,5	629,1
300	10,2	39,8	79,6	119,5	199,1	331,8	597,3
325	9,3	38,7	77,4	116,1	193,6	322,6	580,7
350	8,4	37,6	75,1	112,7	187,8	313,0	563,5
375	7,4	36,4	72,7	109,1	181,8	303,1	545,5
400	6,5	34,7	69,4	104,2	173,6	289,3	520,8
425	5,5	28,8	57,5	86,3	143,8	239,7	431,5
450	4,6	23,0	46,0	69,0	115,0	191,7	345,1
475	3,7	17,4	34,9	52,3	87,2	145,3	261,5
500	2,8	11,8	23,5	35,3	58,8	97,9	176,3
538	1,4	5,9	11,8	17,7	29,5	49,2	88,6

Limites de pressão e temperatura para diversas classes de pressão, conforme norma ASME B16.34 (2009).

Orifício do Bocal – Também conhecido como garganta do bocal, é a menor área de passagem existente dentro do bocal. Seu valor efetivo é padronizado pelo API Std. 526, porém, seu valor real (área física real) pode variar entre diferentes fabricantes. É esta área mínima (área real) quem limita a máxima capacidade de vazão da válvula para uma determinada pressão de ajuste e tipo de fluido.

Sempre que a capacidade de vazão requerida para uma determinada aplicação exigir uma válvula orifício “R” (16 pol²), e cuja pressão de ajuste deve ser superior a 100 psig (7,03 kgf/cm²), será especificada uma válvula de segurança e/ou alívio na qual o flange de entrada deverá ser de 6” na classe 300 e o flange de saída deverá ser de 10” na classe 150. Esta especificação aumenta a relação de áreas entre a área do flange de saída para a área do orifício do bocal, com isto, reduz o valor da contrapressão desenvolvida, além de reduzir ruído e força de reação, durante o processo de alívio pela válvula. Para aplicações nas quais a pressão de ajuste deve ser igual ou inferior a 100 psig a válvula poderá ser no tamanho 6” x 8” e com ambos os flanges na classe 150.

Tabela de Orifícios: Toda válvula de segurança e/ou alívio operando em vasos de pressão e tubulações têm uma combinação de bitola da conexão de entrada, orifício do bocal e bitola da conexão de saída. Esta combinação é determinada e padronizada pelo API Std. 526 e deve ser seguida pelo usuário sempre que ele adquire uma válvula de segurança e/ou alívio para proteger um vaso de pressão construído conforme o código ASME Seção VIII Divisão 1. Através de cálculos específicos de dimensionamento da área de passagem do bocal, e de acordo com o tipo de fluido e unidade de vazão informados pelo usuário, o fornecedor irá encontrar uma área **mínima** requerida de acordo com a **máxima** capacidade de vazão requerida informada pelo usuário. A partir da área mínima requerida, o fabricante irá selecionar a próxima área maior. Por exemplo, se a área mínima requerida calculada é de 3,97 pol², o fabricante irá selecionar uma área de 4,34 pol², ou seja, orifício “N”.

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

A seguir é mostrada essa tabela com as combinações de entrada x orifício x saída padronizados pelo API Std. 526:

Tamanho da Válvula	Orifício	Área Efetiva
1" x 2"	D	0,110 pol ²
1" x 2"	E	0,196 pol ²
1.1/2" x 2"	F	0,307 pol ²
1.1/2" x 2.1/2"	G	0,503 pol ²
1.1/2" x 3"	H	0,785 pol ²
2" x 3"	J	1,287 pol ²
3" x 4"	K	1,838 pol ²
3" x 4"	L	2,853 pol ²
4" x 6"	M	3,6 pol ²
4" x 6"	N	4,34 pol ²
4" x 6"	P	6,38 pol ²
6" x 8"	Q	11,05 pol ²
6" x 8"	R	16 pol ²
8" x 10"	T	26 pol ²

Materiais de Construção (Corpo, Castelo, Componentes Internos)

As válvulas de segurança e/ou alívio estão sujeitas a operarem com fluidos nos quais são corrosivos por natureza. Estes fluidos podem ter reações químicas que podem afetar: as superfícies de vedação devido à corrosão causando vazamentos mesmo abaixo da pressão normal de operação; o ciclo operacional correto da válvula devido à corrosão e posterior travamento do sistema de guia; redução no valor da pressão de ajuste devido à corrosão na superfície do fio da mola. O usuário, na cotação ao fornecedor, pode especificar todos os materiais de construção, principalmente quando ele já tem outra válvula instalada para aplicação semelhante ou quando é para substituir uma válvula já existente. Se for para uma nova aplicação o usuário precisa apenas informar todos os dados do processo (fluido, incluindo todas suas propriedades físico-químicas, e instalação da válvula) e o fornecedor irá especificar os materiais mais adequados.

Os componentes internos de uma válvula são responsáveis por sua operação correta, mas, são também vulneráveis à corrosão devido aos efeitos químicos do fluido sobre os materiais de construção daqueles componentes.

Em aplicações sujeitas à corrosão devido a um fluido específico, os materiais dos componentes internos, principalmente, devem ser analisados minuciosamente antes de sua especificação. Sempre que a aplicação exigir para o material do corpo e castelo o aço inox 316 (ASTM A 351 Gr. CF8M), o material do disco e bocal também deve ser (no mínimo) em aço inox 316. Os materiais de construção do corpo e

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

castelo toleram mais corrosão do que os componentes internos (disco, bocal, suporte do disco, guia, haste, mola, suportes da mola e parafuso de ajuste) e continuam a exercer suas funções satisfatoriamente.

Os fabricantes não podem garantir a precisão de um guia específico para seleção de materiais e nem assumir a responsabilidade para o uso do material selecionado. O usuário deve testar antes o material que pretende utilizar numa válvula de segurança e/ou alívio sempre que ele não tiver certeza de sua aplicação.

Há materiais que podem ser aplicados para fluidos corrosivos devido às experiências anteriores e comprovadamente eficazes. Já outros materiais podem ser utilizados dependendo das condições operacionais e de aplicação tais como concentração e temperatura, por exemplo. Testes são recomendados antes de sua especificação. Também há materiais que não são recomendados, além de materiais que necessitam de maiores informações do processo para sua especificação.

Para fluidos corrosivos o usuário não deve pensar em materiais mais econômicos e sim materiais eficazes àquelas condições de processo.

Os materiais de construção mais utilizados para corpo e castelo de válvulas de segurança e/ou alívio são descritos a seguir:

ASTM A 126 (Ferro Fundido Cinzento)

ASTM B 62 (Bronze Fundido)

ASTM A 216 Gr. WCB (Aço Carbono Fundido) - Este material pode ser especificado para a maioria das aplicações tais como água, ar comprimido e vapor d'água **saturado** até 300 °C e para quaisquer classes de pressão.

ASTM A 217 Gr. WC6 (Aço Liga Fundido) – Este material deve ser especificado para vapor d'água **superaquecido** em temperaturas até 480°C e em que a válvula é instalada em ambientes protegidos das intempéries.

ASTM A 217 Gr. WC9 (Aço Liga Fundido) – Este material também deve ser especificado para vapor d'água **superaquecido** em temperaturas até 538°C e em que a válvula é instalada em ambientes externos e não protegidos das intempéries.

ASTM A 351 Gr. CF8M (Aço Inoxidável 316 Fundido) – Fluidos corrosivos.

Os materiais de construção para disco e bocal podem ser iguais ou diferentes quando a vedação for metálica. Quando diferentes o material do disco deve ter dureza maior que a do bocal. Por exemplo, ASTM A 351 Gr. CF8M (aço inox 316) para o bocal e AISI 17.4 PH (aço inox endurecido por precipitação) ou o AISI 422, temperado e revenido, para o disco. Outras combinações existem e podem ser consultadas com o fornecedor. Os materiais de construção e o diferencial de dureza podem ficar a critério do fornecedor se este julgar necessário para a aplicação do usuário.

Os materiais de construção de uma válvula de segurança e/ou alívio devem ser especificados de acordo com o código ASME Seção II e ASTM.

A responsabilidade na especificação dos materiais de construção de uma válvula de segurança e/ou alívio é do usuário, através dos dados físicos e químicos do fluido.

Instalação com Múltiplas Válvulas de Segurança e/ou Alívio: O usuário pode optar por especificar somente uma válvula para proteger um vaso de pressão ou também pode instalar duas ou mais válvulas. Quando duas ou mais válvulas são instaladas a pressão de ajuste de cada válvula tem seu valor escalonado, com isto a capacidade de vazão requerida pelo equipamento protegido é dividida de acordo com cada área do bocal. Instalações com múltiplas válvulas são recomendadas quando há variações na demanda de fluxo vinda do equipamento a ser protegido ou quando a válvula calculada e selecionada resulta num orifício maior que “P” (6,38 pol²). Isto resulta num custo menor para a instalação e para o

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

processo, pois se podem utilizar válvulas menores e o desperdício de fluido será bem menor quando uma das válvulas precisar atuar. O ajuste escalonado permite o mínimo desperdício de fluido, com isto a segunda válvula só descarrega por insuficiência da primeira válvula e assim sucessivamente com as demais, caso exista mais de duas válvulas instaladas. O usuário deve especificar as válvulas com a pressão de ajuste da primeira válvula limitada ao valor da PMTA do equipamento protegido ou abaixo desta, enquanto a segunda ou última válvula (se houver mais que duas) poderá ser ajustada, no máximo, até 5% acima da PMTA. Para caldeiras construídas conforme o código ASME Seção I, a válvula de menor pressão de ajuste no tubulão de vapor deve ser ajustada no mesmo valor da PMTA e a segunda ou última válvula (se houver mais que duas) deverá ser ajustada, no máximo, até 3% acima da PMTA. A válvula de segurança do superaquecedor deve sempre ser ajustada num valor abaixo da PMTA da caldeira e de acordo com a queda de pressão entre o tubulão de vapor e a saída do superaquecedor especificada em seu projeto original.

Sistema de descarga aberto: Quando a válvula de segurança e/ou alívio descarrega diretamente para a atmosfera.

Sistema de descarga fechado: Quando a válvula de segurança e/ou alívio descarrega diretamente para dentro de um coletor, podendo a válvula estar sujeita à contrapressão superimposta constante ou variável.

Tolerâncias da Pressão de Ajuste: Após receber a válvula de segurança e/ou alívio do fornecedor e a instalar no processo, ela deverá abrir dentro das tolerâncias definidas pelo código ASME. Este código em suas seções I e VIII define os valores de tolerâncias da pressão de ajuste original marcada na plaqueta da válvula em relação à pressão que ela abre no processo. Essas tolerâncias são dadas em unidades de pressão ou em porcentagem da pressão de ajuste, de acordo com determinadas faixas de pressão. A válvula cujo valor da pressão de ajuste é o mesmo da PMTA ou da pressão de ajuste requerida para o equipamento protegido deve atuar dentro da tolerância da norma para aquela faixa de pressão. Por exemplo, se a válvula está protegendo o tubulão de vapor de uma caldeira construída conforme o código ASME Seção I, tem a pressão de ajuste marcada em sua plaqueta num valor de 740 psig (52,0 kgf/cm²) ela deverá atuar no processo num valor entre 730 psig (51,3 kgf/cm²) e 750 psig (52,73 kgf/cm²) para estar dentro da tolerância permitida pelo código de construção daquele equipamento que para esta pressão são 10 psi (0,703 kgf/cm²). Desde que ela abra dentro da tolerância permitida para aquela faixa de ajuste, o valor marcado na plaqueta da válvula é totalmente confiável.

A seguir são mostrados os valores de tolerância de acordo com cada código de construção e faixa de pressão de ajuste da válvula:

Pressão de Ajuste – ASME Seção I

Até 70 psig + - 2 psi

71 a 300 psig + - 3%

301 a 1000 psig + - 10 psi

Acima de 1000 psig + - 1%

Pressão de Ajuste – ASME Seção VIII

Até 70 psig = + ou - 2 psi

Acima de 70 psig = + ou - 3%

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

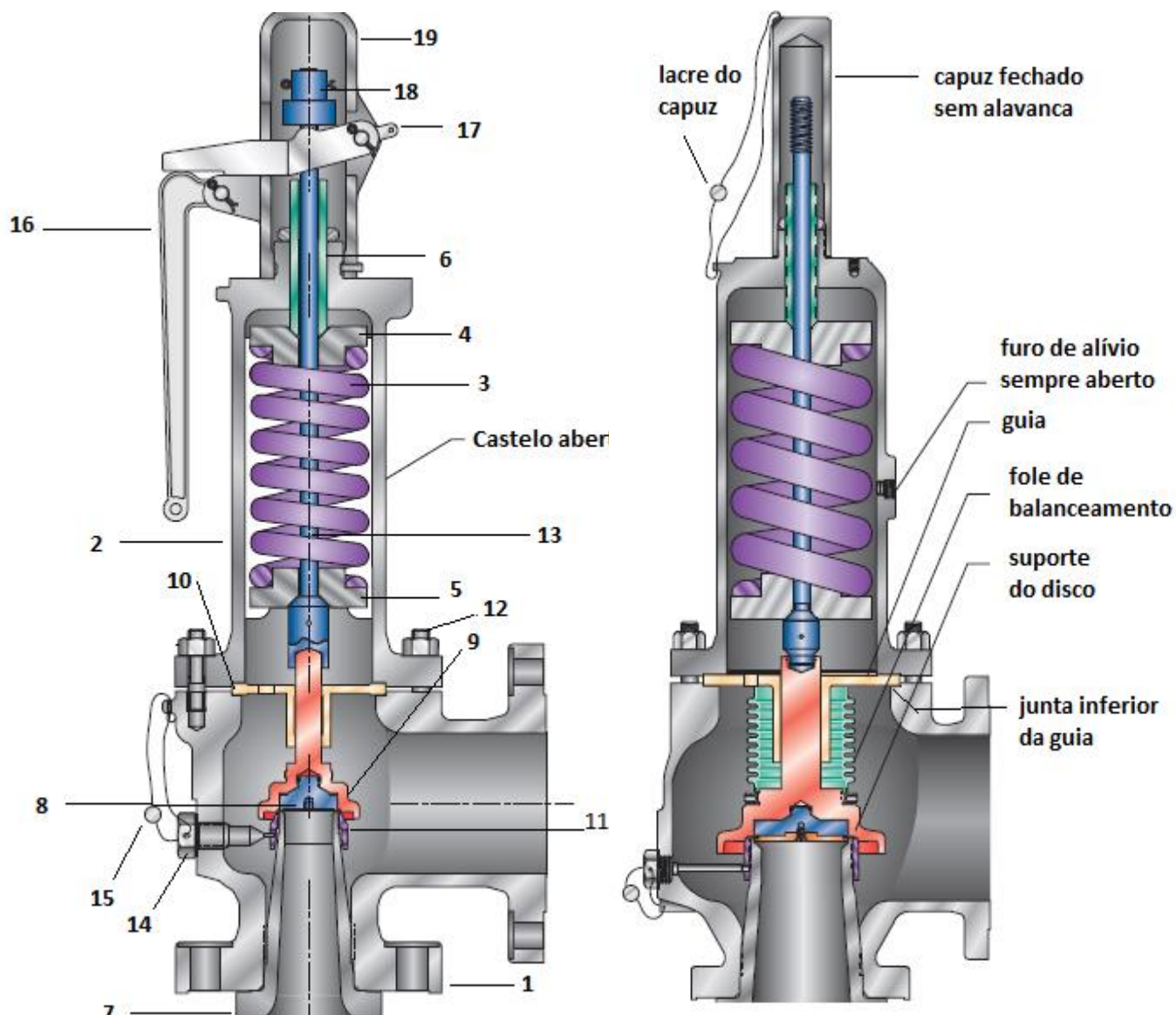
Observação: Para situações de proteção contra exposição ao fogo (incêndio) a tolerância é de - 0 % a + 10% da pressão de ajuste.

Normas de Construção: O usuário pode informar ao fornecedor as normas aplicadas na construção de sua válvula. Por exemplo, para as válvulas de segurança e/ou alívio flangeadas (somente para vasos de pressão e não caldeiras), tem seus materiais de construção, limites de pressão de ajuste e contrapressão, dimensões de centro a face, padronizados pelo API Std. 526 de acordo com a temperatura do fluido na pressão de ajuste requerida pelo usuário. Com este padrão de face a face o usuário pode substituir uma válvula instalada de um determinado fabricante pela válvula de outro fabricante sem precisar alterar a instalação para receber a nova válvula, principalmente quando a tubulação de descarga é fixa. O usuário também pode informar a norma de construção dos flanges, por exemplo, ASME B 16.5. A norma de aceitação de vazamentos pela sede, por exemplo, API Std. 527, entre outras.

As figuras abaixo mostram duas válvulas de segurança e/ou alívio em corte. Sendo que a válvula da figura à esquerda é uma válvula de segurança e alívio balanceada com fole e que deve ser especificada para aplicações sujeitas a contrapressão superimposta **variável** com água ou condensado e cuja temperatura do fluido seja igual ou inferior a 60°C, ou quando o fluido é muito viscoso ou possível de, quando resfriá-lo, cristalizar. A válvula da figura à esquerda só pode ser especificada para vapor d'água saturado ou superaquecido ou ar comprimido e água quente, esta última acima de 60°C, se for solicitado na compra uma alavanca de acionamento manual.

Na figura à direita (válvula de segurança e alívio convencional com castelo do tipo aberto), para aplicações com vapor d'água saturado ou superaquecido, além de ar comprimido, condensado e água quando a descarga ocorre direto para a atmosfera, ou seja, para um **sistema de descarga aberto**.

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio



O usuário pode especificar para o corpo, castelo e componentes internos, os materiais descritos na tabela abaixo:

Observação: Para aplicações extremamente corrosivas, por exemplo, processos que operam com ácido sulfídrico (H_2S), o usuário deve recorrer à Norma NACE 0175, ou ele pode consultar os fabricantes.

As tabelas abaixo podem ser utilizadas como referência para aplicações tais como, água, vapor d'água saturado, condensado, ar comprimido e gás natural.

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

Número	Denominação da Peça	Material de Construção
1	Corpo	ASTM A 216 Gr. WCB
2	Castelo	ASTM A 216 Gr. WCB
3	Mola	Aço Carbono AISI 5160
4	Apoio Superior da Mola	Aço Carbono 1020
5	Apoio Inferior da Mola	Aço carbono 1020
6	Parafuso de Ajuste da Mola	AISI 410
7	Bocal	ASTM A 351 Gr. CF8
8	Disco	AISI 304
9	Suporte do Disco	ASTM A 351 Gr. CF8
10	Guia do Suporte do Disco	ASTM A 351 Gr. CF8 ou A 297 Gr. HE
11	Anel do Bocal	ASTM A 351 Gr. CF8
12	Estojos	ASTM A 193 Gr. B7
13	Haste	AISI 410
14	Parafuso-Trava do Anel do bocal	AISI 304
15	Lacre	Chumbo ou Plástico
16	Alavanca Manual	Ferro Fundido Nodular
17	Garfo	Ferro Fundido Nodular
18	Porca da Haste	Aço Carbono
19	Capuz	Ferro Fundido Nodular

Na próxima tabela são mostrados os materiais de construção do corpo, castelo e componentes internos quando a aplicação envolve fluidos corrosivos nos quais o aço inox 316 pode ser recomendado:

Número	Denominação da Peça	Material de Construção
1	Corpo	ASTM A 351 Gr. CF8M
2	Castelo	ASTM A 351 Gr. CF8M
3	Mola	Aço Carbono AISI 316
4	Apoio Superior da Mola	Aço Inox 316
5	Apoio Inferior da Mola	Aço Inox 316
6	Parafuso de Ajuste da Mola	AISI 316
7	Bocal	ASTM A 351 Gr. CF8M
8	Disco	AISI 316
9	Suporte do Disco	ASTM A 351 Gr. CF8M
10	Fole de Balanceamento	AISI 316 L ou Inconel X 625
11	Guia	ASTM A 351 Gr. CF8M
12	Anel do Bocal	ASTM A 351 Gr. CF8M
13	Parafuso-Trava do Anel do bocal	AISI 316
14	Haste	AISI 316
15	Lacre	Chumbo ou Plástico
16	Capuz	Ferro Fundido Nodular*
17	Alavanca	Ferro Fundido Nodular*
18	Estojos	ASTM A 193 Gr. B7**
	Porcas	ASTM A 194 Gr. 2H**

Guia de Especificação para a Compra de Válvulas de Segurança e/ou Alívio

Observação*: Os materiais marcados com asterisco podem ser substituídos por aço inox 316 caso o ambiente ao qual a válvula está instalada seja agressivo.

Observação: materiais marcados com ** podem ser substituídos por ASTM A 193 Gr. B8M (para estojos) e ASTM A 194 Gr. B8 para as porcas, também caso o ambiente ao qual a válvula está instalada seja agressivo.

Referências: Livro: Válvulas Industriais, Segurança e Controle (2ª edição – ARTLIBER Editora)

Norma ASME B16.34 (Edição 2009); API Std 526

Imagens: Catálogos CROSBY

Dúvidas e/ou comentários podem ser enviados ao email do autor:

dinizmathias@uol.com.br