

## Dispositivos de Proteção e Alívio de Pressão Disco de Ruptura e Pino de Ruptura

### 1. Proteção contra aumento de pressão em equipamentos e sistemas de tubulações

As instalações industriais sejam refinarias de petróleo, petroquímicas, termelétricas, siderúrgicas, fábricas de produtos químicos, farmacêuticos e alimentícios devem ter seus equipamentos (tanques, reatores, vasos, torres, permutadores de calor, filtros, silos, qualquer outro tipo de equipamento) e sistemas de tubulações, que trabalhem pressurizados, protegidos contra o evento descontrolado de excesso de pressão, que pode danificar ou destruir e mesmo causar graves acidentes às pessoas envolvidas com operação e manutenção dessas instalações.

Para essa proteção são utilizados dispositivos de segurança e alívio de pressão, que eliminam o excesso de pressão e, de modo similar, também é importante proteger essas instalações contra os riscos da pressão negativa ou vácuo.

Os dispositivos de segurança mais usados são as válvulas de alívio de pressão e os discos de ruptura, que, com características de construção e de funcionamento diferentes, conseguem alcançar o mesmo objetivo: impedir a elevação da pressão além do valor de projeto do equipamento ou tubulação.

A válvula de alívio de pressão, operada diretamente por mola e acionada pela pressão interna, é de fechamento automático, isto é, após a abertura de alívio da pressão torna a fechar hermeticamente. As válvulas de alívio de pressão são usadas para a proteção de vasos de pressão, conforme o código ASME Section VIII - Rules for Construction of Pressure Vessels, Regras para Construção de Vasos de Pressão. .

O ASME Section VIII também permite o uso de dispositivos, que não são de fechamento automático (“*non-reclosing devices*”), tais como disco de ruptura (em que um disco metálico mantém o dispositivo fechado) e pinos de ruptura (em que um pino metálico tensionado mantém o dispositivo fechado).

Válvulas de segurança, discos de ruptura e pinos de ruptura podem ser utilizados separadamente ou em conjunto, para a proteção do equipamento ou sistema de tubulação.

Já o código ASME Section I - Rules for Construction of Power Boilers, Regras para a Construção de Caldeiras de Vapor permite apenas o uso de válvulas de alívio de pressão, acionadas por ação direta de mola ou de operada por piloto. Porém, não podem ser utilizados os dispositivos de não fechamento automático, como discos e pinos de ruptura.

As principais características dos dois tipos de dispositivos são comparadas na seguinte tabela.

Característica	Válvula de alívio de pressão	Disco ou pino de ruptura
Tipo de dispositivo	Mecânico	Simple
Posição de montagem	Somente vertical	Qualquer posição
Comportamento após o alívio de excesso de pressão	Fecha após o alívio	Não fecha após o alívio e o disco ou pino deve ser substituído
Protege contra a sobrepressão	Sim	Sim
Protege contra vácuo	Não	Sim
Controle periódico da calibração	Necessário	Não necessário
Disponibilidade de diâmetros	Limitada	Elevada
Disponibilidade de materiais	Limitada	Elevada
Manutenção	Elevada	Mínima
Perdas por vazamentos em operação	Possível	Não

Tanto as válvulas de alívio de pressão quanto os dispositivos tipo disco de ruptura e pino de ruptura devem ter certificação da capacidade de vazão, conforme as regras do código ASME Section VIII Division 1.

**Nota:**

- a. Válvulas de alívio de pressão são dispositivos de segurança, contra o aumento excessivo da pressão interna em equipamentos e sistemas de tubulações.

De acordo com a aplicação e o fluido a aliviar, podem ser:

- Válvulas de alívio (“*Pressure Relief Valves*”) são utilizadas para o alívio de líquidos;
- Válvulas de segurança (“*Pressure Safety Valves*”) são usadas para o alívio de gases, vapores e ar;
- Válvulas de alívio e segurança (“*Pressure Safety and Relief Valves*”) são empregadas, indistintamente, para alívio de fluido líquido, gás, vapor e ar.

De modo geral, neste trabalho se está denominando estes tipos de válvulas de “válvula de alívio de pressão”.

- b. Disco de ruptura, também conhecido como disco de segurança de pressão, disco de explosão ou diafragma de explosão, é um dispositivo de alívio de pressão que não é religado, isto é, não fecha após a abertura.

Pode ser usado como único dispositivo de alívio da pressão, bem como em combinação com uma válvula alívio de pressão, em paralelo (como um dispositivo adicional ou de backup) ou em série.

## **2. Aplicação dos dispositivos de não fechamento automático do tipo disco de ruptura e pino de ruptura**

Um dispositivo de alívio de pressão do tipo de não fechamento automático ou “não fechável” é projetado para permanecer aberto após a abertura e a substituição requer que o equipamento ou sistema seja retirado de operação.

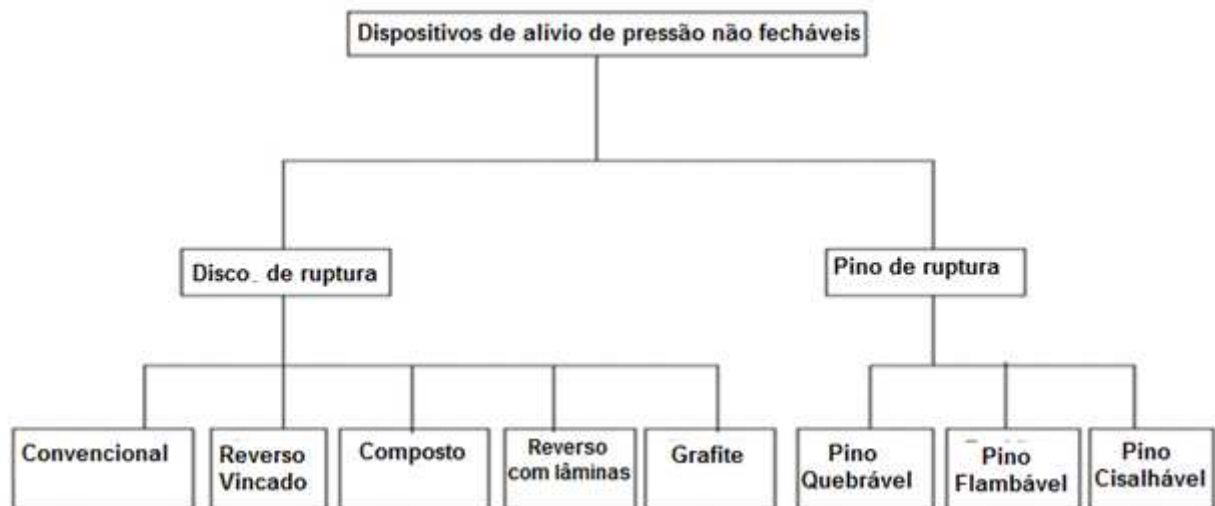
A pressão de abertura ou ruptura do dispositivo é denominada pressão de ajuste ou *set pressure*, que é a pressão na entrada em que o disco ou pino de ruptura é calibrado para romper, quando ocorre o aumento da pressão do equipamento ou sistema protegido. Essa pressão que leva à ruptura é função da temperatura de projeto do disco ou pino de ruptura

Tanto os pinos de ruptura quanto os discos de ruptura oferecem vantagens sobre as válvulas de alívio de pressão com mola ou de piloto operado, em aplicações onde há a possibilidade de uma rápida acumulação de pressão e o alívio instantâneo é requerido, por ex.:

- Em processos com reações endotérmicas ou exotérmicas;
- Para reações de combustão com deflagração ou com detonação;
- No caso de rompimento de tubos em feixes tubulares de permutadores de calor.

Pinos de ruptura e discos de ruptura sobressaem nessas aplicações, tendo em vista permitem abertura total em tempos de resposta de milissegundos.

Os tipos de dispositivos de alívio de pressão que não fecham após abertos são mostrados na figura a seguir.



**Figura: Tipos de dispositivos de alívio de pressão do tipo de não fechamento automático**

### 2.1. Esquemas do disco de ruptura e do pino de ruptura

Existem dois dispositivos básicos de fechamento não automático, para alívio de pressão, descritos na Seção VIII do código ASME: o pino de ruptura e o disco de ruptura.

Os mais frequentemente utilizados são os dispositivos do tipo disco de ruptura.

A principal ressalva sobre estes dispositivos de alívio é que, uma vez rompidos abertos, eles permanecem abertos, o que obriga a parada da instalação industrial, para a reposição. Eles não podem ser reutilizados até que o pino ou o disco seja substituído manualmente.

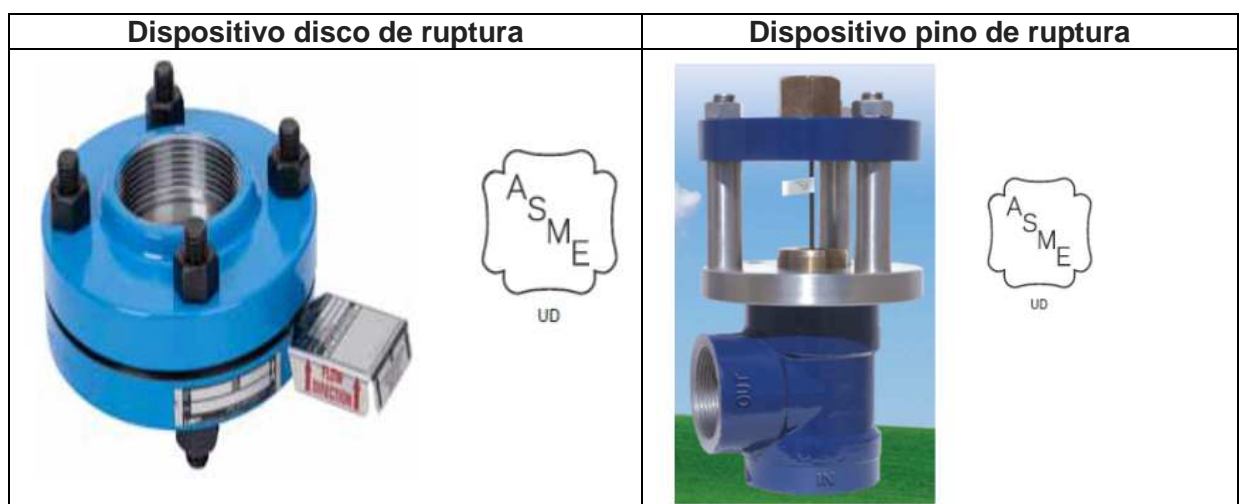
Os dispositivos de proteção contra excesso de pressão, que não fecham automaticamente após a abertura (*"non-reclosing devices"*), tipos disco de ruptura e pino de ruptura, podem ser utilizados em vasos de pressão, conforme código ASME Sction VIII, e em sistemas de tubulação, conforme norma ASME B31.3, porém não são aceitáveis para uso em caldeiras de vapor, conforme código ASME Section I.

A seguir são apresentados, esquematicamente, um dispositivo de disco de ruptura e um dispositivo de pino de ruptura.

No disco de ruptura, é o disco o elemento que falha estruturalmente ao ser submetido a uma pressão elevada, acima da sua pressão de ruptura.

No caso do dispositivo com pino de ruptura, é o pino que flamba ou se deforma ou quebra, aliviando a pressão.

Ambos devem ter a certificação da capacidade da vazão de alívio conforme estabelecido no código ASME Section VIII Division 1 e marcados com a Marca de Certificação ASME UD.



## 2.2. Utilização dos discos de ruptura

### 2.2.1. Introdução

Os discos de ruptura são utilizados onde é necessária a abertura instantânea e completa de um dispositivo de alívio de pressão. Estes dispositivos protegem equipamentos como vasos de pressão, tubulações e outros sistemas pressurizados contra pressão excessiva e/ou vácuo.

O disco de ruptura é um dispositivo de alívio de pressão, que não fecha após abrir-se, acionado pela pressão estática na entrada e projetado para funcionar pelo rompimento de um disco metálico ou não metálico, que sustenta a pressão.

Os requisitos para a utilização dos discos de ruptura, em vasos de pressão, estão contidos no código *ASME Section VIII Division 1*

#### *UG-127 NONRECLOSING PRESSURE RELIEF DEVICES*

##### *(a) Rupture Disk Devices*

##### *(3) Application of Rupture Disks*

*(a) A rupture disk device may be used as the sole pressure relieving device on a vessel.*

*(b) A rupture disk device may be installed between a pressure relief valve and the vessel*

*(4) the space between a rupture disk device and a pressure relief valve shall be provided with a pressure gage, a try cock, free vent, or suitable telltale indicator. This arrangement permits detection of disk rupture or leakage.*

*(c) A rupture disk device may be installed on the outlet side of a pressure relief valve which is opened by direct action of the pressure in the vessel.*

#### *UG-137 MINIMUM REQUIREMENTS FOR RUPTURE DISK DEVICES.*

O disco é o elemento sensível à pressão do dispositivo de disco de ruptura e o suporte do disco é o corpo ou envólucro que encerra e aperta o disco de ruptura na posição.

Os discos de ruptura podem ser projetados em várias configurações, como plano ("flat"), em domo ("prebulged") ou de ação reversa ("reverse acting"), e pode ser feito de material dúctil ou frágil.

O material de disco de ruptura não é obrigatório ser conforme uma especificação do código ASME Section II Materials, porém o material do corpo do disco de ruptura deve ser listado no ASME II.

Quando os dispositivos de disco de ruptura são usados, recomenda-se que a pressão de projeto do vaso seja acima da pressão de máxima de operação, para fornecer margem suficiente, entre pressão de operação e pressão de ruptura do disco, e assim evitar falhas prematuras do disco de ruptura devido à fadiga ou fluência ou choque dinâmico.

A aplicação de dispositivos de disco de ruptura ao serviço com líquido deve ser cuidadosamente avaliada para assegurar que o *design* do dispositivo e a energia dinâmica do sistema, no qual ele esteja instalado, resultarão em abertura suficiente do disco de ruptura.

A temperatura de rompimento do disco de ruptura, a ser especificada pelo fabricante, deve ser a temperatura do disco quando este deve explodir.

A área de fluxo mínimo é a área líquida que resulta após uma explosão completa do disco, com folga adequada para quaisquer membros estruturais, que possam reduzir a área através do disco de ruptura rompido. A área de fluxo para dimensionamento não deve exceder a área nominal do tubo onde está instalado o disco de ruptura.

O disco de ruptura, além de adaptar-se a qualquer tipo de exigência, revela-se especialmente adequado ou até mesmo indispensável para pressões muito baixas ou muito altas, ou na presença de fluidos tóxicos ou custosos, visto que não permite a perda por vazamento em operação, sendo confiável e sem problemas de manutenção.

Os discos de ruptura podem ser classificados ou subdivididos nos grupos:

### a. Metálicos

- **Convencionais**

Os discos metálicos convencionais apresentam uma superfície côncava, submetida à ação da pressão. A ruptura acontece quando a pressão/depressão vence a resistência mecânica do material, depois de ter progressivamente aumentado a curvatura do disco.

- **Inversos ou convexos**

Os discos metálicos inversos apresentam uma superfície convexa, submetida à ação da pressão. Neles, a forma geométrica do disco não se altera com o aumento da pressão e rompe quando a curvatura do disco se inverte, ao atingir o ponto de ruptura.

### b. Não metálicos de Grafite

Os discos de Grafite são indicados para fluidos agressivos e às altas temperaturas. O uso normalmente é limitado a pressões baixas.

A escolha do tipo adequado depende das condições de operação (tipo de fluido de processo, pressão e temperatura) a que o equipamento e a tubulação a serem protegidos são submetidos.

As pressões de ruptura mínimas e máximas alcançáveis são função de: modelo, espessura e material do disco.

E a temperatura de operação mínima e máxima é função do material do disco, como indicado, como referência, na seguinte tabela:

Material do disco de ruptura	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Aço Inoxidável AISI 304	280°C	-196°C
Aço Inoxidável AISI 304L	280°C	-196°C
Aço Inoxidável AISI 316	315°C	-196°C
Aço Inoxidável AISI 316L	315°C	-196°C
Aço Inoxidável AISI 321	315°C	-196°C
Níquel 200	400°C	-196°C
Monel 400	427°C	-196°C
Inconel 600	427°C	-196°C
Hastelloy C276	480°C	-196°C
Titânio	300°C	-60°C
Cobre	200°C	-10°C
Cobre ASTM B 569	200°C	-10°C
Grafite	200°C	-100°C

O disco de ruptura é projetado para se romper a uma pressão e temperatura predeterminadas. Se projetados e construídos de acordo com o Código ASME VIII de Vasos de Pressão, os discos de ruptura devem ser marcados com o designador de certificação ASME UD, que comprova a capacidade de vazão e a pressão de ruptura, na temperatura especificada.



A capacidade e o funcionamento da combinação específica de dispositivo de disco de ruptura e válvula de alívio de pressão devem ser estabelecidos e certificados por teste, de acordo com as regras do código ASME Section VIII.

### 2.2.2. Tipos de discos de ruptura

Até a década de 1930, o uso de discos de ruptura era limitado.

Eles consistiam em membranas metálicas: uma folha plana de metal, geralmente de Cobre, presa entre um par de flanges de tubulação. No entanto, a pressão de operação causava abaulamento e alongamento do metal, que resultavam em falhas prematuras de até 50% da pressão classificada como de ruptura do disco.

Na década de 1950, foram desenvolvidos os discos abaulados ou em forma de domo, feitos das ligas Monel, Inconel e de Aço Inoxidável, que rompem, em média, a 80% da pressão nominal de ruptura, mas apresentam o inconveniente de se fragmentar no rompimento.

Os discos de ruptura vincados ou com incisão foram introduzidos na década de 1960 e são projetados para não fragmentar, permitindo a operação até 90% da pressão nominal.

Na década de 1970, os discos de ruptura de ação reversa foram introduzidos.

Atualmente, discos de ruptura de ação reversa com lâminas em faca podem ser usados em até 95% da pressão nominal de ruptura.

Há, pois, muita variedade de discos de ruptura disponíveis, sendo classificados nas seguintes categorias:

- Discos de ruptura convencionais;
- Discos de ruptura de material composto;
- Discos de ruptura de ação reversa:
  - Disco de ruptura reverso com vincos ou vincado;
  - Disco de ruptura reverso com lâminas;
- Discos de ruptura de Grafite.

#### a. Disco de ruptura convencional ou simplesmente disco de ruptura

Um disco de ruptura convencional ou simplesmente disco de ruptura é um disco de metal sólido, fabricado em forma de abóbada ou domo, projetado para explodir quando sobrepresurizado no lado côncavo, porém, após o rompimento, o disco se fragmenta.

O disco de ruptura convencional é o disco de ruptura ainda escolhido em muitas aplicações.

O disco de ruptura convencional deve ser instalado com o fluido do processo agindo contra o lado côncavo do disco.

À medida que a pressão do fluido de processo aumenta, além da pressão operacional permitida, o disco de ruptura é submetido a forças de tração e começa a deformar, aumentando a curvatura. Essa deformação continua, enquanto a pressão aumenta, até que o limite de resistência à tração do material seja atingido e a ruptura ou explosão ocorra ("*burst or rupture pressure*").

Os discos convencionais regulam a pressão de ruptura através da resistência à tração do material, na temperatura em que são especificados.

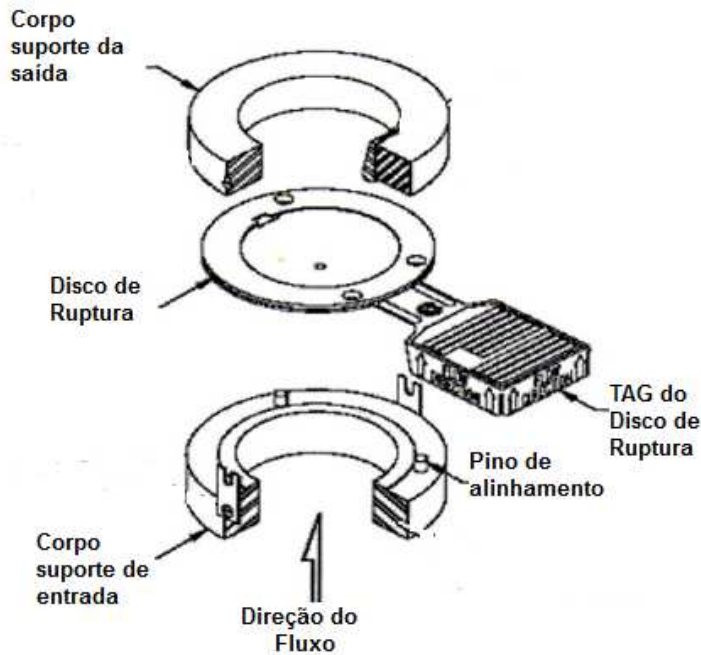
O princípio de funcionamento do disco de ruptura convencional é que ele não tem partes móveis, sendo um dispositivo simples, confiável, de abertura total e de ação mais rápida do que outros dispositivos de alívio de pressão, mas com o inconveniente de se fragmentar ao romper.

O conjunto do disco de ruptura é composto por duas partes:

- O disco, que é o diafragma metálico fino, abaulado a uma forma esférica, para proporcionar uma pressão de ruptura consistente, a determinada temperatura, dentro de uma tolerância previsível, e uma vida útil prolongada, e

- Um corpo ou suporte de disco de ruptura, que é um cilindro flangeado projetado para manter o disco de ruptura em posição.

O disco pode ter um assento plano ou um assento angular de 30°.



Este tipo de disco proporciona um serviço satisfatório se a pressão de operação for 80% ou menos da pressão de ruptura nominal e quando não houver ciclos severos de variação de pressão e/ou de temperatura.

As principais vantagens deste tipo de discos de ruptura convencionias são:

- Existe uma ampla gama de aplicações para gases e líquidos.
  - Estão disponíveis em vários tamanhos, pressões de ruptura, temperaturas e materiais.
- O inconveniente é a fragmentação durante o rompimento.

#### **b. Discos de ruptura de materiais compostos**

Um disco de ruptura de material composto é um disco de construção em forma de abóbada, multifolhas de materiais metálicos ou não metálicos e é projetado para explodir quando sobrepressurizado no lado côncavo.

As principais vantagens dos discos de ruptura compostos são:

- Os discos permitem o uso de materiais resistentes à corrosão em um serviço de pressão mais baixa.
- Eles são de tamanho menor que os discos metálicos sólidos.
- Geralmente, eles têm vantagens semelhantes às dos discos de ruptura convencionais.

O inconveniente é a fragmentação durante o rompimento.



#### **c. Discos de ruptura de ação inversa ou reversos**

O disco de ruptura de ação inversa ou reverso é um disco de metal sólido em forma de cúpula ou domo, tem a pressão do meio agindo no lado convexo do disco, colocando-o em compressão, e com a tendência de reverter, quando sobrepressurizado.

Os tipos de construção dos discos reversos são:

- Vincado com um padrão pré-determinado;
- Contato com lâminas em faca.

Ao contrário do disco convencional, o rompimento não se dá pelo tensionamento que leva à deformação até a ruptura. O disco reverso não afina quando a pressão se aproxima do ponto de rompimento. À medida que a pressão de ruptura é alcançada, o carregamento de compressão no disco de ruptura reverso faz com que ele reverta a geometria, atingindo a posição neutra e fazendo com que ele seja rompido seguindo um padrão de vincos ou incisões pré-determinado ou ao contato com lâminas em forma de faca.

Produzidos para não fragmentar quando de sua ruptura, os discos de ruptura reversos são recomendados para uso combinado com válvulas de alívio de pressão, isolando-as do fluido e das condições normais de processo, assegurando excelentes níveis de estanqueidade, baixo custo de manutenção da válvula, e permitindo utilizar os internos da válvula de material de menor custo.

As principais vantagens dos discos de ruptura de ação reversa são:

- Os discos podem ser operados a 95% da pressão de ruptura estampada.
- Não ocorre a fragmentação no rompimento.
- Eles têm uma vida útil mais longa em condições cíclicas ou pulsantes.
- Eles são construídos usando materiais mais espessos, proporcionando maior resistência à corrosão.
- Estão disponíveis em uma grande variedade de diâmetros, materiais, pressões e temperaturas.



O inconveniente é que os discos reversos não são adequados para uso em sistemas que trabalham com fluidos líquidos, porque como os líquidos são incompressíveis, a reversão do disco não vai ser suficientemente rápida, para o alívio imediato da pressão.

- **Disco de ruptura reverso com vincos ou vincado**

Os discos reversos vincados são discos em forma de domo que, propositalmente, são fabricados menos resistentes através de vincos (sulcos ou incisões) feitos na superfície, de acordo com um padrão definido.

Os discos de ruptura vincados têm a pressão do meio agindo no lado convexo do disco.

O mecanismo de atuação deste dispositivo consiste na tendência do disco em reverter sua geometria, situação em que os sulcos não conseguem suportar a ação combinada da compressão e da força de reversão, e o disco se rompe ao longo das linhas vincadas.

São aplicáveis em baixas pressões de ruptura, pois, rompem com mais facilidade e rapidez, assim que a pressão de ruptura é atingida. A ruptura é controlada pela espessura do metal na linha dos sulcos e a reversão é definida pela geometria do domo.

Estes discos oferecem benefícios como dispensar o uso de suportes para vácuo e possibilidade de operar até 90 % da pressão de ruptura.

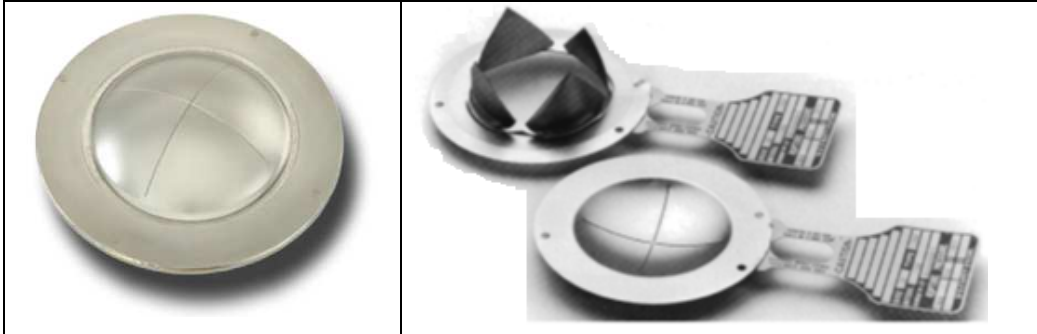
Da mesma maneira que outros discos reversos, estes também não são adequados para uso em sistemas que trabalham com líquidos.



A possibilidade de fragmentação é eliminada, permitindo o uso na proteção de válvulas de alívio de pressão.

As principais vantagens dos discos de ruptura vincados são:

- Eles não são fragmentados.
- O suporte a vácuo não é necessário.
- Existe uma ampla gama de aplicações.
- Estão disponíveis em vários diâmetros, pressões de ruptura, temperaturas e materiais.



- **Disco de ruptura reverso com lâminas em faca**

Os discos de ruptura reversos com lâminas representam o que há de melhor em tecnologia atual de discos de ruptura.

Os discos de ruptura reversos com lâminas têm a pressão do meio agindo no lado convexo do disco, colocando-o em compressão e com tendência de reverter a sua geometria.

O disco rompe sem deformar-se, pois o rompimento ocorre quando o disco ao reverter entra em contato com lâminas em faca.

Quando a pressão de ruptura do disco é alcançada, uma carga de compressão no disco de ruptura faz com que haja a inversão da geometria do disco, na direção de menor pressão.

Quando isto acontece, as facas que estão à jusante penetram e cortam o disco em três ou mais pétalas, em uma abertura completa sem fragmentação.

O disco de ruptura reverso com lâminas, quando pressurizado, é capaz de resistir a pressões de operação de até 95% a 100% da pressão nominal de ruptura, mesmo quando expostos à pressões cíclicas ou condições pulsantes.

A pressão de abertura do disco reverso com lâminas em facas não depende da espessura do material e é quase exclusivamente função da geometria do domo e das características das facas. Desse modo, o disco reverso pode ser feito com espessura suficiente para não necessitar de suportes contra vácuo, e pode ser usado para pressões de operação elevadas.

Como estes discos não fragmentam, são regularmente usados na proteção de válvulas de segurança e alívio .



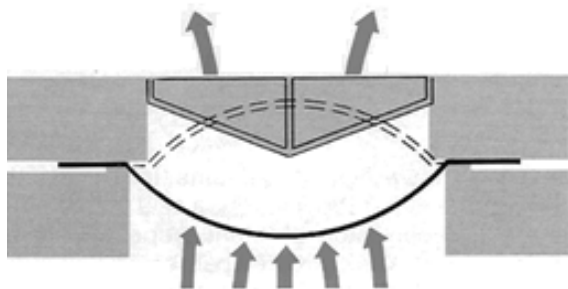
Os discos reversos com lâminas tipo facas são fabricados nos materiais normalmente utilizados em discos convencionais, atendendo a temperaturas de até 560°C. E podem ser fornecidos também com pintura ou revestimento para melhorar o desempenho em serviço corrosivo.

É importante evitar danos nas facas (corrosão, perda de corte por reutilização, etc.) que vão resultar em mau funcionamento do disco, e também que não sejam instalados ao contrário, isto é, com a pressão agindo sobre o lado côncavo, porque devido à maior espessura o disco só vai romper a uma pressão 3 a 4 vezes acima do especificado.

As principais vantagens dos discos de ruptura com lâminas são:

- Eles não são fragmentados.
- O suporte a vácuo não é necessário.
- Existe uma ampla gama de aplicações.
- Estão disponíveis em vários tamanhos, pressões de ruptura, temperaturas e materiais.

Discos reversos de lâminas não podem ser usados em sistemas contendo líquido, porque como os líquidos são incompressíveis, a reversão do disco não vai ser rápida; assim, o disco vai assentar sobre as facas, sem romper ou mesmo furar, e a pressão necessária para empurrar o disco contra as facas será muito alta, cerca de 3 a 4 vezes a pressão especificada para o rompimento.



#### d. Discos de ruptura de Grafite

O disco de ruptura de Grafite é fabricado a partir de um bloco puro e sólido de Grafite impregnado com material aglutinante.

Ele é projetado para estourar por flexão ou cisalhamento.

Os discos de ruptura de Grafite são resistentes à maioria dos ácidos, álcalis e solventes orgânicos, sendo um produto que pode suportar praticamente qualquer ataque químico agressivo.

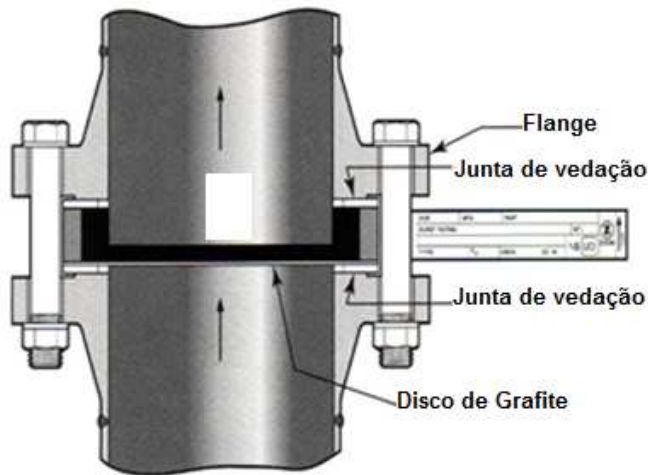
Discos de Grafite são especialmente recomendados para aplicações de baixa pressão.

Os discos de ruptura de Grafite são classificados como disco monobloco, duplex, invertido e de dois sentidos.

Discos tipo monobloco atendem à grande parte das aplicações, onde o disco de grafite é requerido.

Características do disco ruptura de Grafite tipo monobloco:

- Suporte para vácuo é requerido para discos com pressões de ruptura baixas.
- Faixa de temperatura de -73°C a 205°C (-100°F a 400°F).
- Blindagem é recomendada para todos os discos de grafite para aumento da segurança, facilidade na instalação e eliminação do risco de quebra durante a instalação.
- A blindagem reduz a possibilidade de ruptura prematura causada por aperto insuficiente ou por aperto excessivo dos estojos dos flanges de processo.
- Os discos são guiados pelos estojos de fechamento dos flanges.



- a. Disco de peça única com juntas de vedação que simplificam a instalação e reduz o tempo de parada.
- b. Temperatura de uso de até 205°C (400°F).

As principais vantagens dos discos de ruptura de Grafite são:

- Eles oferecem configurações de pressão ultra-baixas (0.017 a 70 bar).
- Eles podem ser usados para fluidos altamente corrosivos.
- Eles são fáceis de instalar e manter.

### 2.3. Utilização dos pinos de ruptura

#### 2.3.1. Introdução

Um segundo tipo de dispositivo de alívio de pressão, que não fecha automaticamente após a abertura (*non-reclosing device*), é o dispositivo de pino de ruptura, que funciona de forma semelhante ao disco de ruptura.

O dispositivo de pino de ruptura é um dispositivo de alívio de pressão, que não fecha após a abertura, acionado pela pressão estática na entrada e projetado para funcionar pela ativação da seção de um pino, de forma circular ou não, que suporta um membro ou pistão contendo pressão.

A tecnologia do Pino de Ruptura *Rupture Pin* foi desenvolvida em 1986, na Europa, para resolver problemas em discos de ruptura.

Nos Estados Unidos, a tecnologia de pino de ruptura foi introduzida em 1990.

Em maio de 1990, o código ASME aprovou o uso do pino de ruptura sob o Code Case N° 2091-3, permitindo o uso de dispositivos de pinos projetados, construídos e certificados conforme o Código ASME Section VIII.

Atualmente, os requisitos para a utilização dos dispositivos pino de ruptura estão contidos no código *ASME Section VIII Division 1*:

#### *UG-127 NONRECLOSING PRESSURE RELIEF DEVICES*

##### *(b) Pin Device*

##### *(3) Application of Pin Devices*

*(a) A pin device may be used as the sole pressure relieving device on a vessel.*

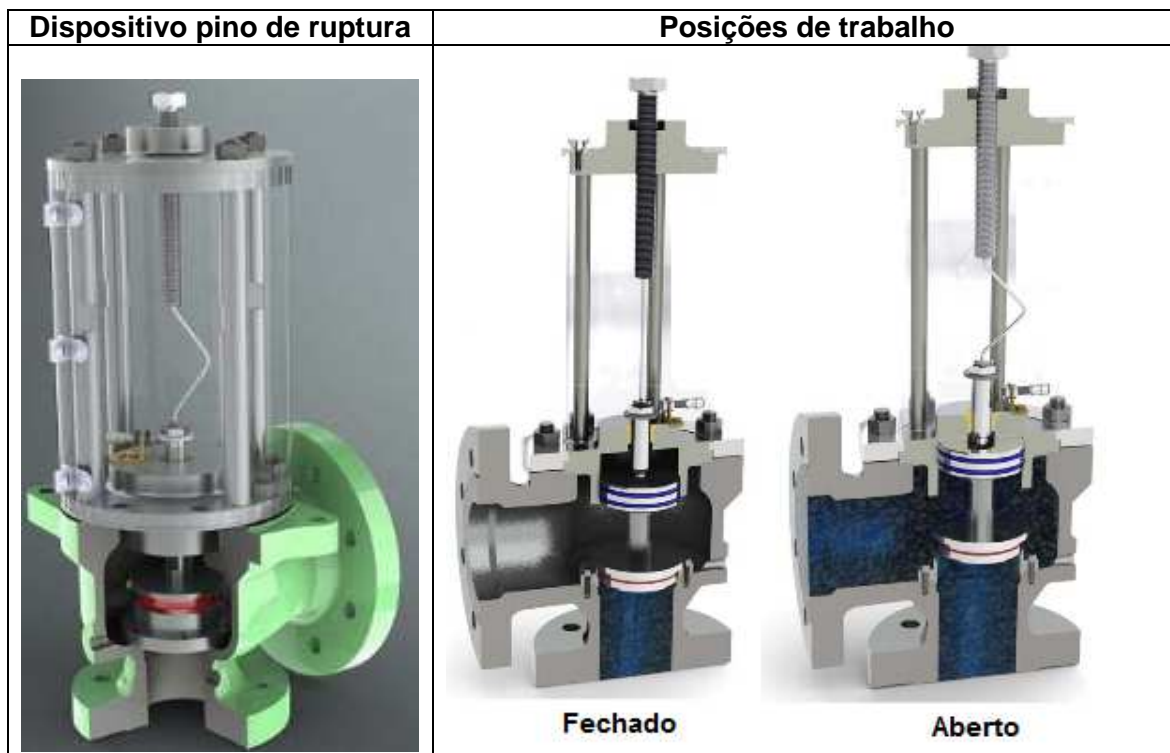
*(b) A pin device may be installed between a pressure relief valve and the vessel.*

*(3) The space between a pin device and a pressure relief valve shall be provided with a pressure gage, a try cock, free vent, or suitable telltale indicator.*

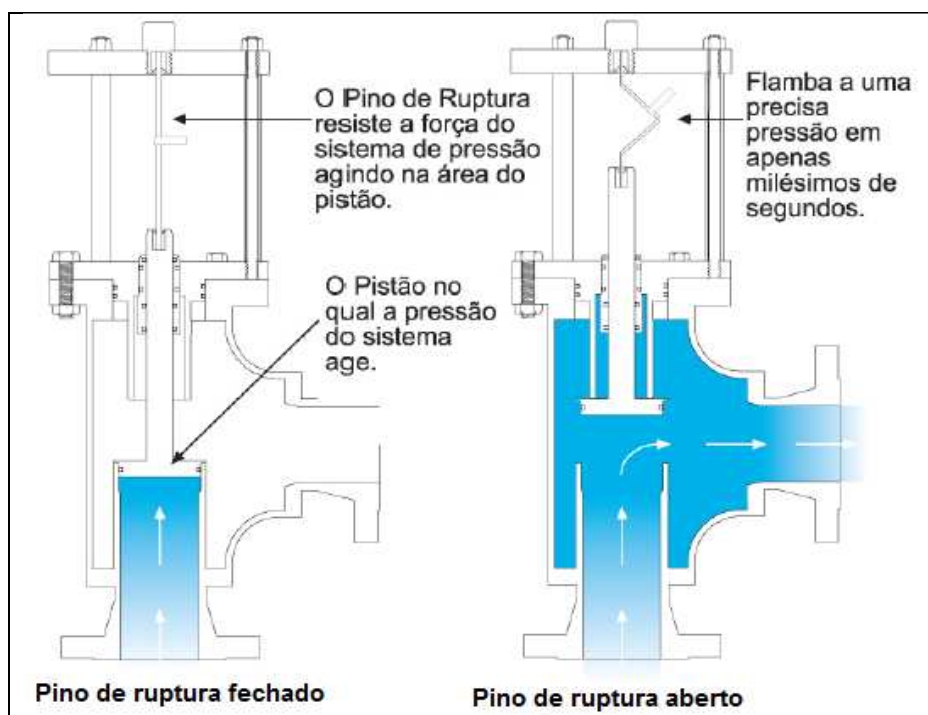
*(5) The set pressure of the pin device is equal to or greater than 90% of the set pressure of the pressure relief valve.*

*(c) A pin device shall not be installed on the outlet side of a pressure relief valve that is opened by direct action of the pressure in the vessel.*

#### *UG-138 MINIMUM REQUIREMENTS FOR PIN DEVICES*



Cortesia de BS&B Safety Systems



Os dispositivos de pino de ruptura são frequentemente utilizados em aplicações em que os discos de ruptura devem ser substituídos por falhas frequentes.

A substituição de disco de ruptura por dispositivo com pino de ruptura permite que a pressão de abertura funcione ligeiramente mais próxima da pressão de operação, o que pode significar um aumento de capacidade do equipamento.

O envólucro ou corpo do dispositivo de pino é a estrutura que inclui o membro ou pistão que suporta a pressão.

A temperatura especificada, fornecida pelo fabricante do dispositivo, deve ser a temperatura do pino em que ele deve ser ativado.

Se projetado e construído de acordo com o código ASME Section VIII, todo dispositivo tipo pino de ruptura deve ser gravado com a marca de certificação UD do ASME Section VIII Division 1, após testado e aprovado nos testes que garantem a pressão de rompimento calculada e a capacidade ou vazão de fluxo requerida, na temperatura especificada.



Um dispositivo de pino pode ser instalado entre uma válvula de alívio de pressão e o equipamento ou sistema. O dispositivo de pino não deve ser instalado na saída de uma válvula de alívio de pressão.

O espaço entre um dispositivo de pino de ruptura e uma válvula de alívio de pressão deve ser fornecido com um medidor de pressão, ou outro indicador adequado.

A abertura fornecida através do dispositivo com pino, após a ativação, deve ser suficiente para permitir o fluxo igual à capacidade da válvula de alívio de pressão e não deve existir possibilidade de interferência com o bom funcionamento da válvula; mas em nenhum caso essa área será menor do que a área do tubo de entrada da válvula.

A capacidade e o funcionamento da combinação específica de dispositivo de pino e válvula de alívio de pressão devem ser estabelecidos e certificados por teste, de acordo com as regras do código ASME Section VIII Division 1.

### 2.3.2. Dispositivo pino de ruptura por flambagem

Há vários tipos de dispositivos de pino de ruptura disponíveis no mercado, mas o tipo mais comumente utilizado é o pino de ruptura por flambagem *buckling pin*.

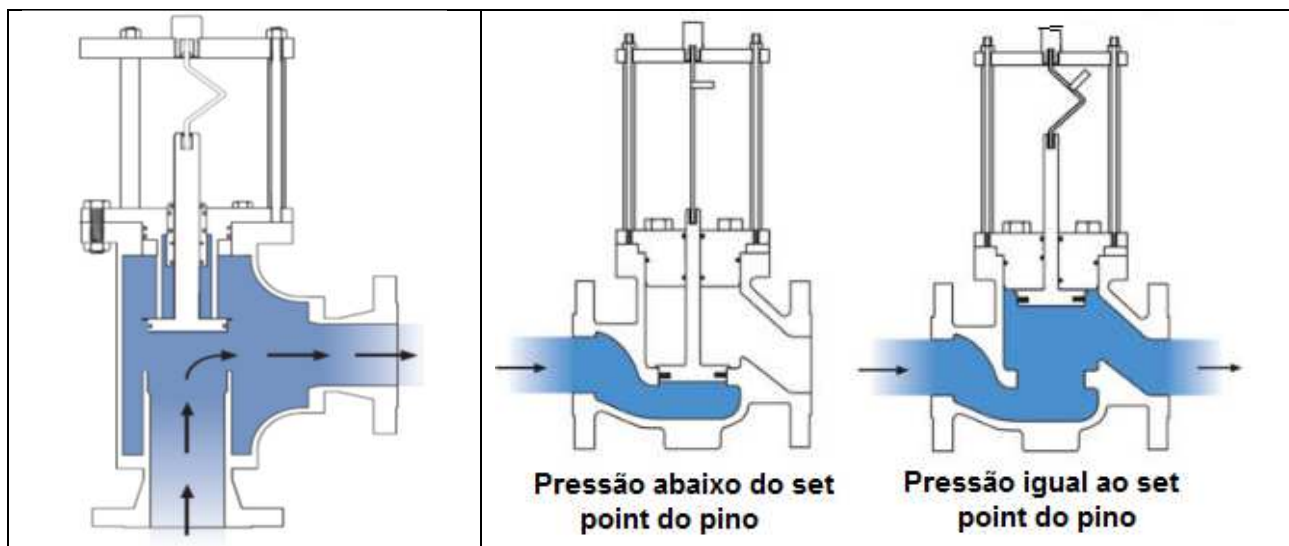
O dispositivo de pino de ruptura por flambagem é atuado por pressão estática à entrada e é projetado para funcionar, pela flambagem da seção reta de um pino que suporta um membro ou pistão contendo pressão. Um anel de vedação O-ring no pistão é usado para fazer a vedação estanque.

As principais vantagens dos pinos de ruptura são:

- Não são submetidos a falhas prematuras devido à fadiga.
- Eles são adequados para operar mais próximos do ponto de ajuste.
- Eles são adequados para operar tão baixo quanto 0.1 psig.
- O dispositivo pode ter uma pressão ajustada de 0,1 a 35,000 psig.
- Quando instalado sob uma válvula de alívio de pressão, o pino de ruptura pode ser substituído sem necessidade de remover a válvula de alívio de pressão.

<b>Pino de ruptura para uso isolado</b>	<b>Pino de ruptura para uso à montante de válvula de alívio de pressão</b>
---	--





O princípio de funcionamento do dispositivo de pino de ruptura geralmente consiste em um pistão assentado sobre uma sede, impedido de se movimentar para a posição aberta por um pino redondo delgado.

Quando uma carga externa, devido à ação da pressão sobre a área do pistão, é aplicada ao pino cilíndrico linear, ele fica submetido à sua carga limite de flambagem.

O pino cede e flete por flambagem quando a força axial de compressão, causada pela pressão do sistema, que atua na área do pistão, atinge o ponto de ajuste.

O ponto de flambagem do pino é determinado pelo comprimento reto do pino, pelo diâmetro do pino e pelo módulo de elasticidade do material do pino.

O dimensionamento do pino é baseado na Lei de Euler de coluna em compressão, assim ao se determinar o diâmetro, o comprimento e o material do pino, o ponto de ajuste ou flambagem é previsto com precisão. O módulo de elasticidade do material do pino é a única variável devido à temperatura. O uso de materiais que têm uma mudança mínima do módulo de elasticidade, na faixa de temperaturas do fluido de alívio, garante a precisão do *set pressure* do pino de ruptura.

As dimensões dos pinos devem ser precisas; com tolerância de no mínimo 5 casas decimais no diâmetro e 4 casas decimais no comprimento, para se garantir o controle de qualidade necessário e a repetibilidade do ponto de ajuste.

Como o pino está em compressão, a pulsação não é um fator de falha do pino por fadiga.

Uma vez que o pino é externo ao sistema, a corrosão do pino não é uma preocupação.

Um ambiente corrosivo externo não é problema, pois o pino é feito de um material resistente à corrosão.

As principais vantagens dos dispositivos de pinos de flambagem são:

- A pressão de ajuste não é afetada pela pressão de ciclagem ou pulsação.
- Eles podem ser usados até 100% da pressão de ajuste.

### 3. Aplicações dos dispositivos de disco ruptura e pino de ruptura, de acordo com as regras da Seção VIII Divisão I do código ASME

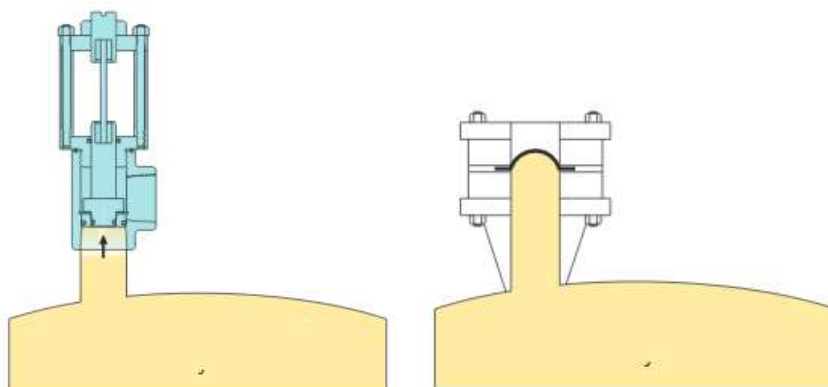
Os dispositivos de proteção contra excesso de pressão que não fecham automaticamente, após a abertura (*"non-reclosing devices"*), tipo disco de ruptura e pino de ruptura, podem ser utilizados em vasos de pressão, conforme código ASME Section VIII, e em sistemas de tubulação, conforme norma ASME B31.3, porém não são aceitáveis para uso em caldeiras de vapor, conforme código ASME Section I.

O disco ou o pino de ruptura constitui um dispositivo de segurança que pode ser utilizado sozinho, em paralelo ou em série com uma válvula de alívio de pressão.

#### 3.1. Uso como dispositivo único de alívio de pressão

O uso de dispositivos de disco ou pino de ruptura, como dispositivo único de alívio de pressão, é recomendável quando podem ocorrer taxas muito rápidas de aumento de pressão.

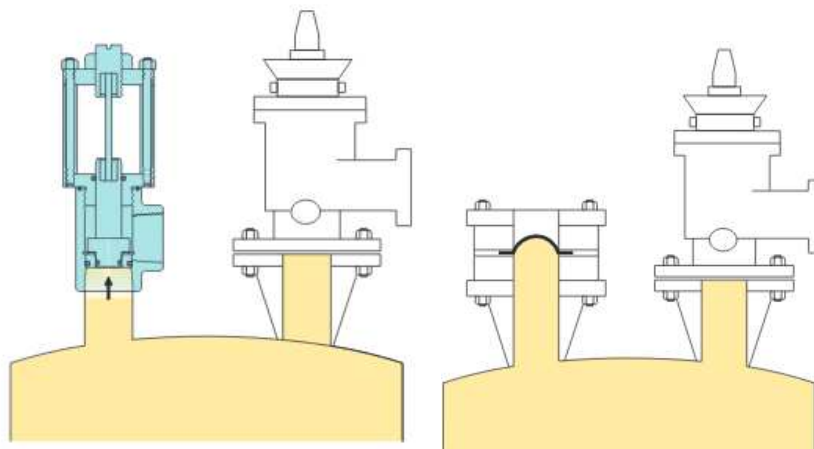
Quando os dispositivos de disco ou pino de ruptura são usados, recomenda-se que a pressão de projeto do vaso seja suficientemente acima da pressão de operação, para prever margem suficiente entre a pressão de operação e a pressão de ruptura do disco, e assim evitar falhas prematuras do disco de ruptura, devido à fadiga ou fluência.



**Figura: Pino de ruptura ou disco de ruptura usado como dispositivo de alívio de pressão único ou primário**

### **3.2. Uso como proteção adicional ou secundária ou reserva em equipamentos e sistemas críticos**

A válvula de alívio de pressão da proteção principal ou primária é concebida para conservar o fluido durante pequenas excursões de pressão. O dispositivo secundário pino ou disco de ruptura visa proteger o equipamento ou o sistema contra eventos improváveis, mas expressivos, que causam emergências operacionais e requerem maior capacidade e rapidez de alívio.



**Figura: Pino de ruptura ou disco de ruptura usado para alívio de pressão adicional ou secundário ou de reserva *backup***

### **3.3. Uso combinado com uma válvula de alívio de pressão, instalado à montante da válvula**

Uma vez que o disco ou pino de ruptura rompe, o fluxo do fluido contido, no equipamento ou sistema, continuará até que a pressão atinja a pressão ambiente.

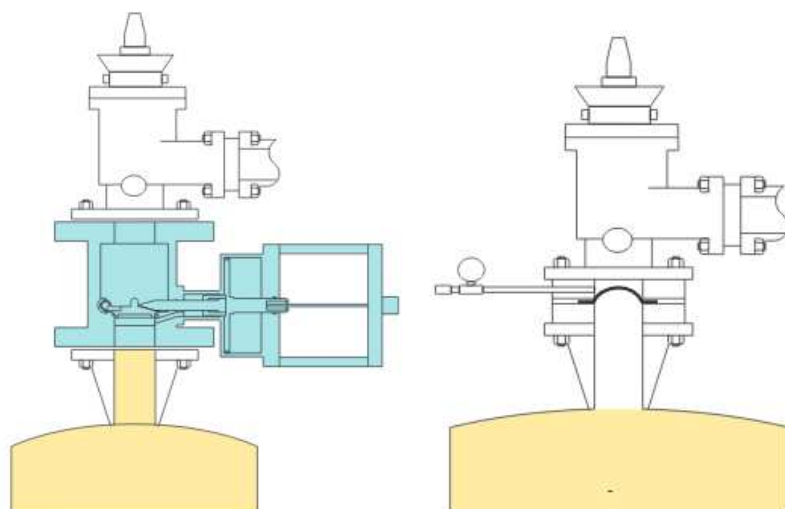
A combinação de válvulas de alívio de pressão e o disco de ruptura oferece o potencial para minimizar a descarga do fluido, em caso de excesso de pressão, pois, a válvula de alívio pode fechar, interrompendo a descarga, quando a pressão do recipiente retorna ao normal.

Nessas aplicações um pino de ruptura ou um disco de ruptura é instalado em série, entre o equipamento ou sistema a ser protegido e a entrada de uma válvula de alívio de pressão. Isso protege a válvula de alívio de estar constantemente exposta ao fluido de processo, eliminando a possibilidade de obstrução e/ou de corrosão e prevenindo potencial vazamento através da válvula de alívio.

O uso de disco ou pino de ruptura, em série com a válvula de alívio de pressão, também é aconselhável em vasos de pressão que contenham substâncias, onde a perda de produto valioso por vazamento na válvula deve ser prevenida e/ou quando a contaminação da atmosfera por vazamento de fluidos nocivos ou perigosos deve ser evitada.

O disco ou pino de ruptura adiciona resistência ao fluxo de alívio do fluido pressurizado, por isso, um dispositivo de disco ou pino de ruptura somente pode ser instalado entre uma válvula de alívio de pressão e o equipamento ou sistema a ser protegido, se a combinação da válvula de alívio de pressão e dispositivo garantir ampla capacidade de vazão de alívio, para atender aos requisitos da proteção. O código ASME Section VIII Division 1 contém os requisitos para os testes de certificação da capacidade de alívio da combinação válvula de alívio de pressão e disco ou pino de ruptura.

Esta combinação de disco ou pino de ruptura e válvula de alívio de pressão é cada vez mais comum em aplicações de óleo e gás, químicas e petroquímicas.



**Figura: Pino ruptura ou disco de ruptura usado à montante da válvula de alívio de pressão**

Ao se utilizar disco de ruptura para isolar a válvula de alívio de pressão, empregar o disco de ruptura reverso, que não tem risco de fragmentação. Além disso, este disco pode ser pressurizado nas duas direções, permitindo assim que a válvula seja testada em campo, no local em que ela está instalada. Também evita a necessidade de suporte para vácuo, em casos de vácuo no processo.

Esta combinação disco ou pino de ruptura e válvula de segurança, a princípio pode ser considerado como um fator de aumento de custo. Entretanto, esse arranjo é bem aceito, pois acarreta economia pelos cinco motivos que se seguem:

- Eliminação das perdas causadas pela corrosão ou sujeira depositada na sede da válvula (muito importante em caso de fluidos perigosos), logo Vazamento Zero do processo para a atmosfera.
- Redução dos custos de manutenção da válvula (limpeza e calibração) e períodos mais longos entre manutenções.
- Válvulas podem ser testadas no local em que estão instaladas sem remover a válvula.
- Proteção da válvula contra a ação de fluidos corrosivos e/ou incrustantes, sendo possível usar materiais dos internos mais econômicos e reduzir o custo da válvula.
- Vida útil da válvula pode ser estendida ao se isolar os internos da válvula do contato de fluidos corrosivos.

#### ▪ **Vantagem 1**

##### **Vazamento Zero do processo para a atmosfera**

O motivo mais importante para se isolar válvulas de segurança com disco ou pino de ruptura é a prevenção de vazamentos do processo para a atmosfera.



Nas válvulas de alívio de pressão convencionais, de sede metálica, a Norma API STD 527 Seat Tightness of Pressure Relief Valves admite vazamento, daí o disco ou pino de ruptura usado na entrada da válvula atua como uma barreira sólida e estanque entre o processo e válvula. Isto evita a poluição do ar e o prejuízo com a perda de produto. Assim, ao se utilizar a combinação do disco ou pino de ruptura à montante da válvula de alívio de pressão cessam os vazamentos, a poluição ambiental e o desperdício de produtos caros.

- **Vantagem 2**

**Intervalos mais longos entre paradas para manutenção**

Devido aos internos da válvula não estarem expostos às contaminações do processo eles são preservados, não se deteriorando, permitindo intervalos mais longos entre manutenções.

- **Vantagem 3**

**Permite que as válvulas de alívio de pressão sejam testadas no local em que estão instaladas**

Quando um disco de ruptura é usado para isolar uma válvula de segurança, a válvula pode ser testada em campo, no local em que está instalada, com uma fonte portátil de pressão. Isso é conseguido, empregando-se um Disco de Ruptura Reverso na entrada da válvula.

Para se realizar este teste, sem a necessidade de se remover a válvula de alívio do processo (para se comprovar a condição de uso), ar comprimido ou um gás inerte, tal como Nitrogênio de uma fonte externa, é injetado dentro da câmara formada entre o disco de ruptura e a entrada da válvula de alívio, quando esta manobra for segura, isto é, com a parada fora de operação da instalação. A pressão então é aumentada até que se ouça o ruído característico da atuação de abertura da válvula.

A pressão do gás utilizado para o teste não deve superar 110% da pressão de ajuste do disco de ruptura (gravada em sua plaqueta de identificação).

- **Vantagem 4**

**Materiais mais econômicos podem ser utilizados na válvula**

O alto custo inicial de uma válvula de alívio de pressão pode ser reduzido ao se especificar válvulas fabricadas com materiais mais econômicos e as isolando com disco ou pino de ruptura.

Por exemplo, se uma válvula em material nobre como o Hastelloy<sup>(1)</sup> é requerida, é possível utilizar uma válvula em aço Carbono com internos em Hastelloy, gerando uma alta economia, mais que o suficiente para pagar o custo do disco ou pino de ruptura.

<sup>(1)</sup> Hastelloy é o nome de marca registrada da Haynes International, Inc.

- **Vantagem 5**

**Aumento da vida útil da válvula de alívio de pressão**

O aumento da vida útil da válvula é uma grande vantagem do uso combinado de disco ou pino de ruptura com válvula de alívio de pressão.

O disco ou pino de ruptura atua como uma barreira estanque entre a válvula e o fluido do processo.

Dessa forma, o disco ou pino de ruptura evita que o fluido de processo se acumule e agregue nos componentes internos mecânicos da válvula, evitando que o desempenho da atuação da válvula seja afetado e preservando a segurança do processo.

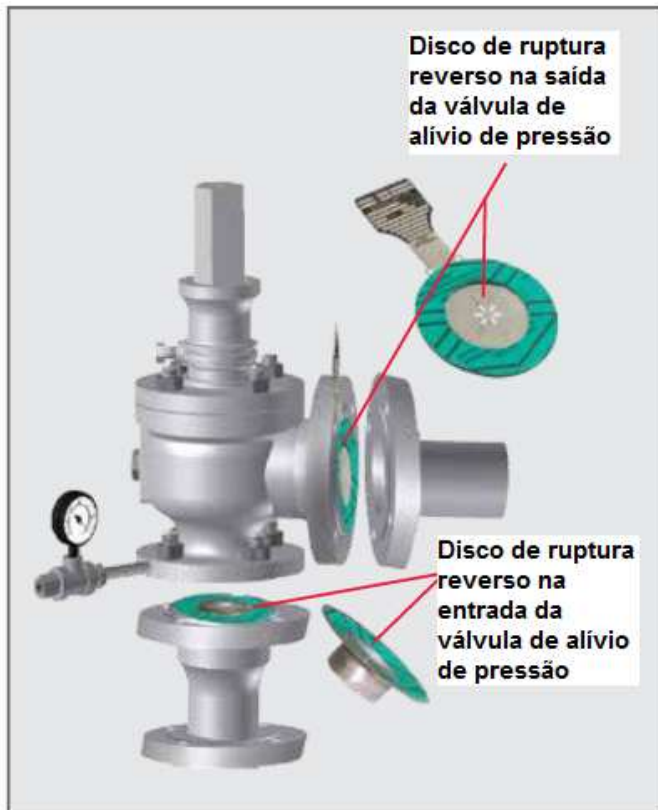
Uma vez que o fluido de processo não terá contato com os internos da válvula, esta se manterá intacta até que seja solicitada para o alívio de pressão.

### **3.4. Requisitos para uso de disco de ruptura ou pino de ruptura combinado com válvula de alívio de pressão**

O código para vasos de pressão ASME Section VIII Division 1 estabelece as diretrizes para o uso de discos ou pino de ruptura em série com válvulas de alívio de pressão.

Os discos de ruptura podem ser utilizados tanto à entrada como à saída da válvula de alívio de pressão, porém os pinos de ruptura só podem ser instalados na entrada e nunca na saída.

Enquanto a instalação do disco de ruptura à montante da válvula de alívio de pressão é a disposição mais comum para a combinação de disco de ruptura e válvula de alívio de pressão em série, o disco de ruptura é permitido também à jusante da válvula de alívio de pressão.



Cortesia de BS&B Safety Systems

#### **3.4.1. Instalação à montante da válvula de alívio de pressão**

Esta solução consente juntar os lados positivos de ambos os dispositivos: a aderência hermética do disco e o fechamento automático da válvula de alívio de pressão. Além disso, o disco protege a válvula, isolando-a de produtos corrosivos e incrustantes e reduz a necessidade de manutenção da válvula mais onerosa e delicada.

Recomenda-se o uso de um disco ou pino de ruptura à montante da válvula de alívio nas seguintes situações:

- ✓ O fluido contido no vaso de pressão é muito corrosivo e uma válvula de alívio de pressão de material resistente pode não estar disponível, ou pode ser extremamente dispendiosa. O disco ou pino de ruptura atua como uma barreira de proteção entre o material corrosivo e a válvula de alívio.
- ✓ O fluido contido no vaso de pressão contém sólidos que podem entupir os internos da válvula de alívio de pressão, resultando na falha de abertura da válvula de alívio, quando necessário.
- ✓ O fluido contido no vaso é propenso a formar polímeros pela reação química de vapores ou de líquido condensado a partir dos vapores.
- ✓ As regulamentações ambientais podem exigir monitoramento de emissões fugitivas na saída da válvula de alívio de pressão. Nesse caso um disco ou pino de ruptura à montante da válvula de alívio pode eliminar a necessidade do monitoramento das emissões fugitivas.

Para cada combinação de válvula de alívio de pressão com disco ou pino de ruptura, o fabricante da válvula de alívio de pressão deve ter a capacidade ou vazão de alívio da combinação testada e certificada conforme as regras do código ASME Section VIII Division 1.

O disco ou pino de ruptura em série com uma válvula de alívio de pressão é normalmente calibrado para abrir a uma pressão levemente superior à da válvula, em vasos de pressão ou sistemas de tubulação.

O uso de um dispositivo de disco ou pino de ruptura, em combinação com uma válvula de alívio de pressão, deve ser cuidadosamente avaliado para garantir que o fluido de processo, sendo manipulado, e as características operacionais da válvula de alívio resultam em ação de abertura instantânea *pop* da válvula, coincidente com o rompimento do disco ou pino de ruptura. A área da abertura fornecida através do dispositivo disco ou pino de ruptura, após o rompimento, deve ser suficiente para permitir um fluxo igual à capacidade da válvula e não existir possibilidade de interferência com o bom funcionamento da válvula; mas em nenhum caso essa área será menor do que a área do tubo de entrada da válvula.

A abertura fornecida através do dispositivo de disco ou pino de ruptura após o rompimento deve ser suficiente para permitir um fluxo igual à capacidade nominal da válvula de alívio de pressão, sem exceder a pressão ajustada; e qualquer trecho de tubulação após o disco de ruptura não pode ser obstruído por fragmentos da ruptura do disco.

Os usuários são avisados de que um disco ou pino de ruptura não vai romper em sua pressão de projeto, se houver contrapressão acumulada no espaço entre o disco ou pino e a válvula de alívio de pressão, devido a um vazamento, ocasionado por corrosão ou a outro dano do disco ou pistão do pino de ruptura.

Da mesma forma, uma válvula de alívio de pressão não vai abrir na sua pressão de ajuste, se a contrapressão se acumular no espaço entre a válvula e o disco ou pino de ruptura.

Se não for projetado corretamente, essa combinação, disco de ruptura e válvula de alívio de pressão, pode resultar em quase duplicar a pressão na qual o alívio será ativado.

Como isso pode acontecer? Considere o que acontece se houver um pequeno vazamento por trinca, fissura ou furo no disco de ruptura ou pistão do pino de ruptura. O pequeno vazamento provoca um aumento de pressão no tubo entre a válvula de alívio e o disco ou pino de ruptura. A pressão ali aumenta até que seja igual à pressão do equipamento ou sistema. Esta pressão permanece na tubulação entre o disco ou pino de ruptura e a válvula de alívio porque a pressão ajustada da válvula de alívio não foi excedida, de modo que a válvula de alívio não se abre.

Da mesma forma, o disco ou pino de ruptura, que é um dispositivo de pressão diferencial, só vai romper quando a diferença de pressão entre o lado à montante (isto é, a pressão do equipamento ou sistema) e o lado à jusante (isto é, no tubo entre a válvula de alívio e o disco ou pino de ruptura) exceder a pressão de ruptura especificada. Assim, no pior dos casos, a pressão no equipamento ou sistema aumenta para quase o dobro da pressão de ajuste original, antes do sistema de segurança ser ativado.

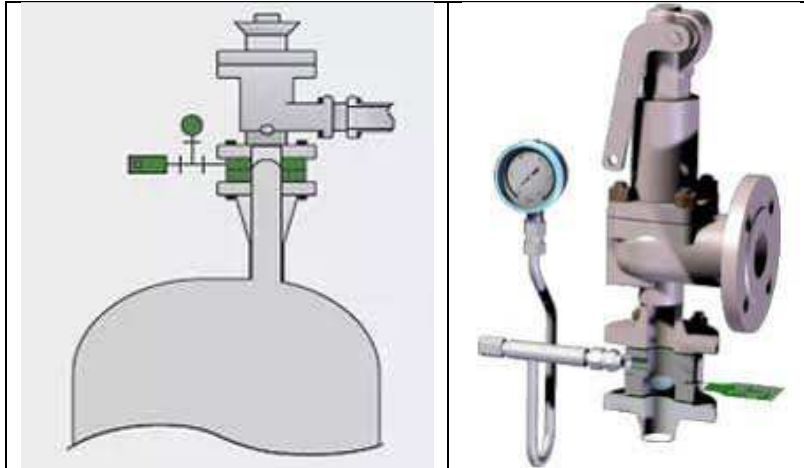
Existem duas maneiras de lidar com esse problema:

- Prover um pequeno orifício, ventilado para um local seguro à pressão atmosférica, no tubo entre o disco ou pino de ruptura e a válvula de alívio para evitar a acumulação de pressão.
- Monitorar a pressão no tubo entre o disco ou pino de ruptura e a válvula de alívio, com um manômetro periodicamente verificado ou com um sensor de pressão com um alarme de pressão alta.

Ambas as alternativas são reconhecidas como opções aceitáveis pela norma API STD 520 e pelo código de vaso de pressão ASME Section VIII e exigem um sistema de gerenciamento, para garantir que as características de proteção não sejam comprometidas por falha de instrumento ou alarme. Também é essencial que as pessoas envolvidas na operação e na manutenção conheçam e compreendam o motivo desse esquema de proteção, para pronta atuação em caso de alarme ou observação de pressão alta, entre o disco ou pino de ruptura e a válvula de alívio de pressão, e para que essa proteção não seja removida ou alterada.

Normalmente o disco ou pino de ruptura é calibrado com a mesma pressão da válvula de alívio de pressão; o acúmulo de pressão entre o disco e a válvula deve ser evitado e o espaço entre os dois dispositivos deve ser controlado e drenável.

O código ASME Section VIII exige que haja um método para monitorar a pressão no espaço entre os dois dispositivos. Assim, estabelece que no espaço entre o disco ou pino de ruptura e a válvula de alívio de pressão deve existir uma tomada para um manômetro e válvula de retenção ou outro dispositivo de alerta adequado, para a indicação de abertura do disco ou pino de ruptura. Este arranjo permite a detecção de ruptura ou vazamento do disco ou pino.



### 3.4.2. Instalação à jusante da válvula de alívio de pressão

Com normas ambientais cada vez mais restritivas, o que obriga que as descargas das válvulas de alívio de pressão, ao invés de descartarem para a atmosfera, sejam interligadas a *manifolds* ou coletores de retorno, torna-se importante isolar a saída da válvula de alívio de pressão, com um disco de ruptura.

**Nota:** O pino de ruptura não pode nem deve ser instalado na saída da válvula de alívio de pressão.

Portanto o disco de ruptura pode ser instalado no lado da saída de uma válvula de alívio de pressão, para isso, é fundamental selecionar um disco de ruptura de baixa pressão, de 1 a 15 psig e ruptura na mesma pressão em ambos os sentidos.

Os requisitos detalhados para o uso de um disco de ruptura na saída de uma válvula de alívio de pressão podem ser encontrados nas seguintes normas:

- API Standard 520 - Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices, Part I - Sizing and Selection.
- ASME Section VIII Division 1 - Rules for Construction of Pressure Vessels

Os motivos para instalar um disco de ruptura à jusante de uma válvula de alívio de pressão podem incluir:

- a. Proteger os internos da válvula de alívio contra corrosão, contaminação, incrustação, obstrução ou aderência que podem ser causados pelos fluidos corrosivos presentes em um *header* ou coletor de alívio comum.
- b. Permitir o uso de uma válvula de alívio de pressão do tipo convencional, em instalações em que ela possa estar exposta a uma contrapressão variável significativa, oriunda de um coletor de alívio comum, porque o uso de válvula de alívio de pressão do tipo balanceada com fole ou do tipo piloto-operada não é conveniente.
- c. Detectar possíveis vazamentos de válvula de alívio que podem ser uma indicação de transtorno do processo que poderia levar à abertura da válvula de alívio do excesso de pressão.

Este uso de um dispositivo de disco de ruptura após a válvula alívio de pressão é permitido para minimizar a perda por vazamento através da válvula de materiais valiosos ou nocivos ou de outra forma perigosos, e onde o disco de ruptura sozinho ou o disco localizado no lado de entrada da válvula é impraticável, ou para evitar que gases corrosivos de uma linha de descarga comum atinjam os componentes internos da válvula.

O disco de ruptura a ser instalado à saída de válvula de alívio de pressão deve atender aos seguintes requisitos do ASME Section VIII Division 1:

UG-127 Nonreclosing Pressure Relief Devices

- : (a) Dispositivos de disco de ruptura  
(3) Aplicação de discos de ruptura

(c) Um dispositivo de disco de ruptura pode ser instalado no lado de saída de uma válvula de alívio de pressão que é aberta pela ação direta da pressão no vaso de pressão, desde que:

(1) a válvula de alívio de pressão não deixe de abrir em sua pressão de ajuste adequada, independentemente de qualquer contrapressão que possa se acumular entre a válvula de alívio de pressão e o disco de ruptura. O espaço entre a válvula de alívio de pressão e o disco de ruptura deve ser ventilado ou drenado, para evitar a acumulação de pressão, ou devem ser fornecidos meios adequados para garantir que uma acumulação de pressão não afete o funcionamento correto da válvula de alívio de pressão.

(2) a válvula de alívio de pressão tem ampla capacidade para atender aos requisitos do parágrafo UG-125 (c) Overpressure Protection

(3) a pressão de ruptura marcada do disco de ruptura, na temperatura especificada do disco, mais qualquer pressão na tubulação de saída não deve exceder a pressão de projeto do trecho de saída da válvula de alívio de pressão e qualquer tubo ou acessório entre a válvula e o dispositivo disco de ruptura.

No entanto, em nenhum caso a pressão de ruptura marcada do disco de ruptura, na temperatura especificada do disco, mais qualquer pressão na tubulação de saída, excederá a máxima permitida pressão de trabalho do vaso de pressão ou a pressão de ajuste da válvula de alívio de pressão.

(4) a abertura proporcionada pela ruptura do dispositivo de disco de ruptura é suficiente para permitir um fluxo igual à capacidade nominal da válvula de alívio de pressão conectada sem exceder a pressão de ajuste.

(5) qualquer trecho de tubulação após o disco de ruptura não pode ser obstruído por fragmentos do próprio disco de ruptura.

(6) o sistema é projetado para considerar possíveis efeitos adversos de qualquer vazamento através da válvula de alívio de pressão ou através do dispositivo de disco de ruptura, para garantir o desempenho e a confiabilidade da instalação.

(7) o castelo de uma válvula de alívio de pressão do tipo fole de balanceamento ou diafragma deve ser ventilado para evitar o acúmulo de pressão no castelo.

Adicionalmente, a boa prática indica as seguintes recomendações:

- ✓ A área líquida mínima de fluxo do disco de ruptura deve ser igual ou maior que a área de saída da válvula de alívio de pressão; o fabricante do disco de ruptura deve ser consultado sobre o diâmetro nominal do disco a ser instalado.
- ✓ A pressão de ruptura do disco deve ser ajustada o mais baixo possível e o espaço entre a saída da válvula de alívio de pressão e o disco deve ser ventilado, drenado e monitorizado por pressão, para evitar o acúmulo de pressão que possa afetar a operação da válvula de alívio de pressão à montante.
- ✓ A linha de saída da válvula de alívio de pressão deve ser projetada para que a queda de pressão através do disco de ruptura e acessórios não afete negativamente o desempenho da válvula de alívio de pressão. O fabricante do disco de ruptura deve ser consultado quanto ao valor certificado de resistência ao fluxo do disco a ser instalado.
- ✓ O tipo de disco de ruptura selecionado deve ser capaz de suportar a contrapressão variável no *header* ou coletor do descarte da válvula de alívio de pressão.

### 3.4.3. Resumo

Para melhor entender as vantagens do uso de discos ou pinos de ruptura para isolar válvulas de alívio de pressão, segue comparação das vantagens e desvantagens de cada um.

Válvula de alívio de pressão	Disco ou pino de ruptura	Combinação disco de ruptura e válvula de segurança
1. Válvulas com sede metálica vazam para a atmosfera, desperdiçando produto e poluindo o meio ambiente. 2. Alto custo. 3. Necessidade de manutenção frequente, pois uma vez que o fluido do processo tem contato com o interno da válvula, esta	1. Estanque. 2. Baixo custo. 3. Mínima manutenção. 4. Pressão de rompimento fixa. 5. Não fecha após a abertura, logo não é reutilizável. 6. Descartável – deve ser	1. Estanque. 2. Custo intermediário. 3. Requer manutenção pouco frequente. 4. Pressão de abertura ajustável. 5. Torna a se fechar após ter aliviado a pressão excedente.

<p>deve ser verificada, periodicamente, para assegurar seu correto funcionamento. Para isso o processo deve ser paralisado.</p> <p>4. Pressão de abertura ajustável.</p> <p>5. Torna a se fechar após ter aliviado a pressão excedente, permitindo o reuso.</p>	<p>substituído após cada atuação.</p>	<p>6. Válvula é reutilizável, o disco não.</p>
---	---------------------------------------	--

a- Casos de uso de disco de ruptura e pino de ruptura:

- Como elemento de proteção contra sobrepressão:

Nesta situação o disco ou pino de ruptura deve ter os mesmos cuidados de controle de uma válvula de alívio de pressão, ou seja, “TAG” específico (alinhado com o “TAG” do equipamento protegido) e relacionado no prontuário dos dispositivos de alívio e segurança.

- Instalado à montante da válvula de alívio de pressão, com as seguintes finalidades:
  - Proteção da sede contra fluido corrosivo;
  - Proteção contra entupimento da sede por polimerização do fluido;
  - Evitar o vazamento pela válvula de alívio de pressão;
  - Permitir a manutenção da válvula de alívio de pressão, com histórico de passagem.

Nesta situação o disco ou pino de ruptura deve ter os mesmos cuidados de controle de uma válvula de alívio de pressão, ou seja, “TAG” específico (alinhado com o “TAG” do equipamento protegido) e relacionado no prontuário dos dispositivos de alívio e segurança.

Com esse arranjo, disco ou pino de ruptura + válvula de alívio de pressão, é obrigatória a instalação de um manômetro com alarme, entre o disco ou pino e a válvula, para permitir identificar a falha do disco ou pino.

A capacidade e o funcionamento da combinação específica de dispositivo de disco ou pino de ruptura e válvula de alívio de pressão devem ser estabelecidos e certificados por teste, de acordo com as regras do código ASME Section VIII Division 1.

b.- Não usar o disco de ruptura convencional pois fragmenta e obstrui a sede da válvula de alívio de pressão, especificar os discos de ruptura do tipo reverso.

c.- Quando instalados em conjunto, a área de passagem da válvula de alívio de pressão tem que ser no mínimo 10% maior que a do disco de ruptura.

d.- O disco de ruptura tem um erro de abertura superior ao da válvula de alívio de pressão, que deve ser analisado para a segurança da instalação.

e- Na ocorrência de golpe de aríete o disco ou pino de ruptura se rompe, não mais exercendo sua finalidade.

f- Em serviços de muita flutuação de pressão e/ou temperatura, que leva à fadiga do disco, ou nos casos de pressão de ajuste muito próxima da pressão de operação, o disco de ruptura pode romper durante a operação normal, isto é, sem aumento significativo de pressão, ou até mesmo no início da operação.

g. O código ASME requer que o espaço, entre um dispositivo de disco ou pino de ruptura e uma válvula de alívio de pressão, seja fornecido com um manômetro ou outro sensor de pressão adequado e com alarme de pressão alta.

## Referências

1. Valve magazine  
Back to Basics: Pressure Relief Devices  
<http://www.valvemagazine.com/>  
*Mohammad A. Malek, PhD, PE is pressure systems manager with Stanford University – SLAC. Dr. Malek is the author of the book Pressure Relief Devices published by McGraw-Hill.*
2. Apostila sobre válvulas de alívio de pressão e segurança e discos de ruptura  
Engº Fernando Gazini – aposentado da Petrobras
3. Rupture pin or rupture disk: which is the clear choice for pressure relief?  
[http://www.valve-world.net/pdf/RPT\\_rupture\\_pin\\_versus\\_disc.pdf](http://www.valve-world.net/pdf/RPT_rupture_pin_versus_disc.pdf)  
By Julian Taylor, Rupture Pin Technology. Oklahoma, USA.
4. ASME Boiler & Pressure Vessel Code VIII Division 1  
RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS
5. Rupture Pin Technology  
<http://www.rupturepin.com/products/>
6. BS&B Safety Systems  
<http://www.bsbbrasil.com/>
7. BS&B Safety Systems  
Rupture Disk (Bursting Disc) and Safety Relief Valve Combination  
[http://www.bsbsystems.com/Rupture\\_Disks/Reverse\\_Buckling\\_Disks/Safety\\_relief\\_valves-77-1006.html](http://www.bsbsystems.com/Rupture_Disks/Reverse_Buckling_Disks/Safety_relief_valves-77-1006.html)
8. Inglenook Engineering, Inc.  
Rupture Disk on Pressure Relief Valve Outlet  
[http://www.inglenookeng.com/blog/fireside\\_chats/post/rd-on-prv-outlet/](http://www.inglenookeng.com/blog/fireside_chats/post/rd-on-prv-outlet/)
9. Risk Assessment: Rupture Disk and PSV in Series  
[www.processoperations.com/HazIDRA/HZ\\_Chp04a.htm](http://www.processoperations.com/HazIDRA/HZ_Chp04a.htm)
10. ASME Code Case 2091-2

### CASES OF ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE

Approval Date: December 8, 1997  
See Numeric Index for expiration  
and any reaffirmation dates.

**CASE**  
**2091-2**

**Case 2091-2**  
**Nonreclosing Pressure Relief Devices**  
**Section VIII, Division 1**

*Inquiry:* Para. UG-127 of Section VIII, Division 1, permits the use of rupture discs, breaking pins, and spring loaded nonreclosing pressure relief devices as nonreclosing pressure relief devices. Under what conditions and limitations may buckling pin nonreclosing pressure relief devices be used to satisfy the requirements of para. UG-125?

*Reply:* It is the opinion of the Committee that buckling pin nonreclosing pressure relief devices may be used to satisfy the requirements of para. UG-125 provided the following requirements and limitations are met.

- (a) The device shall fully open at the set pressure.
- (b) The set pressure tolerance shall not exceed  $\pm 5\%$ .
- (c) The buckling pin device shall not be used when the ambient temperature at the pin is below  $-100^{\circ}\text{F}$  or above  $400^{\circ}\text{F}$ .
- (d) The design of the buckling pin device is such that if the actuating means fails, the device will achieve full opening at or below its set pressure.
- (e) Each buckling pin shall have a rated pressure and temperature at which the pin will buckle identified to a lot number. Each buckling pin shall also have identification marking which is traceable to a correlative marking on the device housing or nameplate.

(f) At least two sample buckling pins from each lot (maximum of 50 pins per lot) of buckling pins made from the same material and of the same size as those to be used, shall be buckled to verify that the buckling pressure (set pressure), falls within the set pressure tolerance. The tests shall be made in a device of the same form and pressure dimensions as that in which the buckling pin is to be used.

(g) The calculated capacity rating of the buckling pin nonreclosing pressure relief device shall not exceed a value based on the applicable theoretical formula (para. UG-131) for the various media, multiplied by:

$$K = \text{coefficient} = 0.62$$

The area A (square inches) in the theoretical formula shall be the flow area through the minimum opening of the nonreclosing pressure relief device.

In lieu of the method of capacity rating above, a manufacturer may have the capacity of a buckling pin nonreclosing pressure relief device design determined in accordance with the procedures of para. UG-131, as applicable.

(h) Buckling pin nonreclosing pressure relief devices shall be marked in accordance with para. UG-129 except that the Code Symbol Stamp shall be applied only when the capacity has been established and certified in accordance with para. UG-131, and all other requirements of para. UG-130 have been met.

This Case number shall be on a plate permanently attached to the device.