

COMO ESPECIFICAR UM REGULADOR DE PRESSÃO PARA GASES ESPECIAIS

Uma vez que o componente primário de um sistema de distribuição de gases é o regulador de pressão, é de suma importância a definição dos critérios para sua seleção. Para selecionar de forma adequada um regulador de pressão para gases especiais, primeiro é necessário entender como funciona um regulador de pressão e como os vários componentes internos podem afetar a pureza dos gases.

FUNÇÃO DO REGULADOR DE PRESSÃO

A função básica de um regulador de pressão é receber um gás a alta pressão, de um cilindro ou de uma rede de tubulação, e reduzir a sua pressão a um nível seguro, que seja adequado à aplicação específica.

Ao selecionar um regulador para aplicações em gases especiais, o principal objetivo é manter a qualidade do gás de forma que ela tenha o mesmo nível de pureza, tanto na entrada como na saída do regulador.

Os critérios de seleção devem considerar o seguinte:

- O gás não deve ser contaminado de nenhuma forma, pelos materiais com que tenha tido contato.
- Nenhuma partícula de ar ambiente pode contaminar o fluxo de gases da tubulação.
- Nenhuma partícula do gás pode vazar para o exterior ou ser absorvida no interior do regulador.

Uma vez que há inúmeras diferenças entre um regulador para uso industrial e um de uso com gases especiais, uma breve revisão da teoria de operação, assim como uma análise dos fatores que influenciam a seleção e aplicação, é bastante útil no entendimento de como um regulador de gases especiais deveria ser selecionado para atingir uma ótima performance de utilização do equipamento.

Um regulador típico é construído com 2 câmaras: um "corpo", que é exposto a alta pressão, e um alojamento para mola ou "capa", que é exposto a pressão atmosférica. O diafragma separa as 2 câmaras.

A parte do corpo de um regulador mono estágio contém uma câmara de entrada de alta pressão, uma câmara de saída de baixa pressão e alojamento da sede principal. A sede principal separa as câmaras de entrada e saída e controla o fluxo de gases entre elas.

A "capa" da mola contém a mola de ajuste e o volante de ajuste. A "capa" da mola não fica em contato com o gás, sob condições normais, e o seu material de construção não tem influência na manutenção da pureza do gás. Todavia, a capa pode conter importantes características dos reguladores, tais como dispositivo para montagem em painel ou saída para direcionamento de escape em caso de ruptura do diafragma, que podem ser requeridas pela aplicação específica.

OPERAÇÃO DO REGULADOR

O gás a alta pressão entra no regulador através do orifício de entrada, na parte inferior da válvula principal (assento). Uma combinação de forças, fornecida pela mola secundária (do assento) e a pressão de entrada do gás, atuam sobre a sede (força de entrada) para manter a sede fechada. À medida que o volante de ajuste é girado no sentido horário, a mola de ajuste é comprimida e uma força é aplicada ao diafragma.

O diafragma se move para baixo, para abrir a válvula principal (sede), e o gás flui a partir da câmara de entrada para a câmara de saída.

A pressão do gás na câmara de saída aplica uma força para cima, sobre o diafragma. À medida em que as forças combinadas da pressão de saída, mola marginal e força de entrada são iguais à força da mola de ajuste, o diafragma se move para cima permitindo que a sede seja fechada.

O gás passando pelo sistema diminui a pressão abaixo do diafragma, e o ciclo se repete para manter uma pressão constante na saída do regulador.

A pressão de saída se mantém constante enquanto a pressão de entrada se mantiver constante. Todavia, durante a operação normal do cilindro, sua pressão interna se reduz até se esvaziar totalmente.

A redução da pressão de entrada reduz a força de entrada sobre a sede e há um correspondente aumento na pressão de saída. O aumento na pressão de saída à medida que a pressão de entrada diminui é conhecido como característica de decaimento de entrada, que na maioria dos reguladores de simples estágio é de 5 a 7 PSI. Isto significa que o aumento na pressão de saída de um regulador ao longo da vida do cilindro será de 10-14 PSI, se a pressão de saída não for corrigida.

Os reguladores de duplo estágio minimizam os efeitos de característica de decaimento de entrada. Um regulador de duplo estágio é essencialmente 2 reguladores em um só corpo. O primeiro estágio é pré-ajustado a uma pressão intermediária, normalmente da ordem de 500 PSI ou um pouco menor. Essa pressão atua como a pressão de entrada do segundo estágio. O segundo estágio é ajustável e reduz a pressão intermediária para a pressão de trabalho desejada. Uma vez que o segundo estágio está sujeito somente a pequenas variações na pressão de entrada a partir do primeiro estágio, a pressão de saída irá permanecer constante através da vida do cilindro.

FATORES QUE AFETAM A ESCOLHA DE UM REGULADOR

Vários fatores influenciam a escolha de um regulador, incluindo material de construção, aplicação e tipo gás a ser utilizado.

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

A próxima consideração para escolha de um regulador para uso com gases especiais, é assegurar que todas as partes em contato sejam compatíveis com o gás para o qual se destina a aplicação. É também importante selecionar um regulador que tenha um menor número de peças em contato, particularmente materiais como plásticos ou elastômeros.

O corpo de um regulador tem a maior área superficial exposta ao gás. Os quatro materiais mais comumente usados para o corpo de um regulador de gases especiais são latão forjado, latão usinado, alumínio usinado e aço Inox 316L usinado. Para aplicações altamente corrosivas, materiais como latão niquelado, Hastelloy ou Monel, podem ser utilizados.

LATÃO FORJADO

Este tipo de corpo é o mais econômico para se produzir, uma vez que as cavidades do corpo são formadas pelo processo de forjamento e pouca usinagem é requerida.

Todavia, um corpo forjado tem grandes cavidades internas que são mais difíceis de serem purgadas durante a troca do cilindro. Além disso, a superfície de um corpo forjado é mais rugosa e pode ter áreas que retenham contaminantes, como umidade, oxigênio ou material particulado, que podem contribuir para a contaminação de um gás de alta pureza.

Reguladores em latão forjado são uma excelente escolha para **gases não corrosivos, de média pureza de gás, da ordem de 99,995% ou menor.**

LATÃO USINADO

Os corpos de reguladores feitos de latão em barras são totalmente usinados. Suas cavidades são normalmente projetadas para minimizar a área interna e permitir uma completa purga do volume interno. Além disso, as superfícies usinadas são mais polidas que as de corpos forjados.

Enquanto que um corpo usinado requer um custo maior de usinagem e conseqüentemente é mais caro, os benefícios de um corpo usinado compensam a diferença no custo quando são aplicados para **gases não corrosivos ultrapuros, de 99,999% pureza ou menor.**

ALUMÍNIO USINADO

O alumínio é mais resistente à corrosão que o latão, ao mesmo tempo que é mais barato que um regulador de Inox ou outro material exótico.

Os corpos de alumínio são recomendados para aplicações que envolvem **gases moderadamente corrosivos, tais como Amônia, H₂S e SO₂.**

AÇO INOX EM BARRAS

O material preferido para gases corrosivos é o aço Inox. Os tipos 316 ou 316L proporcionam o mais elevado nível de compatibilidade com uma ampla gama de gases especiais e raros.

Os reguladores em **aço Inox 316 são recomendados para uso com gases corrosivos, assim como os de alta pureza.**

DIAFRAGMA

O material mais comum usado como diafragma de um regulador é o Neoprene ou outro material de borracha. Os diafragmas de Neoprene são baseados em Hidrocarbonetos e permitirão a migração de hidrocarbonetos para a corrente de gás. São também permeáveis e permitirão a entrada de contaminante do ambiente (oxigênio e umidade) para a corrente de gás.

O material preferido para o diafragma de um regulador de alta pureza é o aço Inox 316, pois não são permeáveis e são resistentes a corrosão.

A vedação entre o corpo do regulador e o diafragma é muito importante para manter a pureza do gás. Uma vedação deficiente cria um ponto de vazamento através do qual os contaminantes podem entrar para o sistema. Uma vedação metal-metal (metal do corpo – metal do diafragma) é a mais confiável vedação. Uma vedação com elastômero pode degradar com o tempo, comprometendo a integridade da vedação. Alguns projetos de reguladores incorporam um diafragma de Inox com vedação por anel de Teflon. Embora o diafragma seja de Inox, a vedação se faz entre o corpo do regulador e o anel de Teflon, mas ela não é tão confiável quanto uma vedação metal-metal.

SEDE PRINCIPAL.

Esta é a parte mais importante do regulador, e é o único componente mais susceptível a falha se o regulador não for projetado corretamente.

O assento de um regulador deve ser macio o suficiente para vedar, mas resistente para manter a integridade sob as altas forças geradas pela pressão de entrada.

Além disso, o material do assento deve ser resistente a ataque químico de uma ampla gama de gases, sem se romper ou absorver qualquer um desses gases componentes. O Teflon é o material ideal para o assento de um regulador. O Teflon é completamente inerte e proporciona uma vedação adequada no regulador.

A causa primária de falhas em um regulador é quando partículas se alojam entre a sede e o obturador da sede, restringindo o fechamento adequado, permitindo que a corrente de alta pressão passe para o lado de baixa pressão. Se esta passagem não for interrompida, o resultado será o diafragma rompido ou o manômetro de saída quebrado. Por esta razão, uma filtragem adequada é extremamente importante.

Existem 2 fontes de particulados: a corrente de gás e a montagem do regulador. Se a corrente de gás for a única fonte de particulado, um filtro colocado em qualquer ponto no sistema, (p.ex. na conexão do cilindro) poderia ser suficiente. Todavia, uma vez que ao apertar as roscas de manômetros e conexões durante a montagem do regulador, também geram-se partículas, o filtro deve ser colocado diretamente antes da sede, para prevenir os danos provenientes de todas as fontes de particulados. Por essa razão, um filtro sinterizado de 10 microns na sede, é o local ideal para evitar danos na mesma.

APLICAÇÕES

Ao especificar um regulador, 4 parâmetros devem ser considerados:

- Tipo de gás
- Pressão de entrada
- Pressão de saída
- Vazão

TIPOS DE GASES

Os gases especiais e raros podem ser separados em categorias, baseados em suas propriedades. Cada uma das categorias representam diferentes características para o processo de escolha do regulador.

GASES INERTES

Os gases inertes são os mais simples de se classificar. São não corrosivos e compatíveis com a maioria dos materiais. Como resultado desta ampla compatibilidade, esses reguladores são freqüentemente subdimensionados.

Todavia, muitas das aplicações para gases, tais como **N₂, Argônio e Hélio**, envolvem instrumentos de calibração, assim como de purga. Estes procedimentos são sensíveis aos tipos de contaminações que podem resultar do uso de reguladores de baixo custo, do tipo industrial.

Os reguladores **para gases de alta pureza (usinados ou forjados)** são geralmente adequados para uso com gases inertes. Aplicações com gases de pureza mais elevada (maior que 99,999%) requerem reguladores de aço Inox.

GASES CORROSIVOS

Os gases corrosivos apresentam desafios especiais na seleção do regulador.

Com gases corrosivos a questão não é se o regulador irá falhar, mas quando irá falhar. A maioria dos gases classificados como corrosivos (**cloro, HCl, e H₂S**) são corrosivos somente em presença de umidade. Portanto é extremamente importante que os gases sejam mantidos secos e que a umidade seja excluída do sistema. Mesmo uma pequena quantidade de umidade contida na conexão do cilindro e na entrada do regulador pode promover uma rápida corrosão do regulador e dos equipamentos corrente abaixo.

Por essa razão, é extremamente recomendado que um **sistema de purga seja instalado entre o cilindro e o regulador**, para remover o ar e umidade do sistema durante a troca do cilindro.

Quando se trata de **gases corrosivos com umidade, pode ser necessário especificar reguladores fabricados com materiais mais exóticos tais como Monel ou Hastelloy.**

GASES TÓXICOS

Os gases tóxicos apresentam um potencial risco de segurança no local de trabalho e um cuidado especial deve ser tomado para prevenir a liberação na atmosfera. Assim, é extremamente importante que o regulador especificado para gases tóxicos seja equipado com sistemas de captação de vazamentos pelo diafragma, que possam ser canalizados para fora do ambiente de trabalho, para tratamento adequado, protegendo os usuários.

Existem 2 aspectos de segurança em uso com gases tóxicos. O primeiro é o **dispositivo de escape na capa do regulador e o segundo é a válvula de segurança com dispositivo para canalização**.

Na hipótese de falha do diafragma, o dispositivo de escape na capa do regulador irá canalizar os gases para um local externo seguro, para neutralização e exaustão.

Todos os reguladores devem ser protegidos por uma válvula de segurança para proteger os componentes de baixa pressão do regulador, tais como os manômetros de saída e o diafragma. Normalmente, a válvula de segurança é ajustada para aliviar a pressão para a atmosfera, mas quando gases tóxicos estão envolvidos, a válvula de segurança deve ser canalizada para um local seguro.

PRESSÃO DE ENTRADA

A pressão normal de entrada de um regulador é de 3000 PSI. Porém, existem cilindros de alta pressão, de 3500, 5500 e 6000 PSI. Uma atenção especial deve ser dada a reguladores para esses cilindros, para garantir um uso com segurança.

Além disso, muitos gases especiais são liquefeitos ou são armazenados a baixa pressão. A escolha de um regulador com um manômetro de baixa pressão irá permitir ao usuário monitorar a pressão do cilindro.

Todavia, deve ser assegurado que o regulador nunca seja utilizado em um cilindro com pressão interna maior que a do manômetro do regulador ou mesmo que a pressão máxima do regulador.

PRESSÃO DE SAÍDA

Os reguladores são projetados com diferentes molas de ajuste na capa do regulador, para atingir uma faixa de pressão específica. A faixa de menor pressão normalmente é 0-15 PSI. O limite máximo da pressão de trabalho de um regulador tipo diafragma é 500 PSI. A escolha da faixa adequada para a aplicação irá assegurar que o regulador opere em sua ótima condição de projeto. Para pressões de saída maiores que 500 PSI, são usados reguladores tipo pistão, onde o diafragma é substituído por um pistão que pode suportar forças mais elevadas, geradas pela pressão de saída dos gases.

VAZÃO

Os requisitos de vazão na maioria dos gases especiais são, em geral, baixos e são expressos em litros/min (lpm) ou metros cúbicos por hora (m^3/h).

Todo fabricante de regulador de pressão deve fornecer as curvas de performance como parte de seu catálogo de produto.

CONCLUSÕES

Ao prestar atenção nos fatores que afetam a pureza dos gases, a seleção adequada de um regulador para aplicações com gases de alta pureza se torna fácil e pode significar uma considerável redução de custos, pois uma especificação inadequada de reguladores pode ter conseqüências imprevisíveis, inclusive para a segurança dos usuários.

Bibliografia

Selection of Pressure Regulators, de autoria de David Durkin, gerente de desenvolvimento de produtos, Controls Corporation of América

Autor

Ricardo Katsumi Kudo, Engenheiro de Materiais, diretor da Gasart Tecnologia Ltda.