Conselhos de Segurança.
18 – Manuseamento de gases sob pressão.

Introdução

Os gases industriais são normalmente cheios, transportados, armazenados e utilizados sob pressão. Por isso, são denominados gases comprimidos. O equipamento técnico para o manuseamento de gases comprimidos constituem os sistemas de gás.

Os sistemas de gás são concebidos para que a resistência (pressão de rutura) seja superior à pressão de teste. Esta última é normalmente 1,5 vezes a pressão de funcionamento máxima permitida. Isto significa que o sistema de gás está protegido de forma fiável contra a rutura mediante condições de funcionamento normais. Contudo, se um sistema de gás for fabricado ou operado de forma incorreta, pode rebentar ou partes do mesmo podem separar-se e serem projetadas.

Para evitar estes riscos, o fabrico e a operação de sistemas de gás são regulados por diferentes regras nacionais e europeias. Estes Conselhos de Segurança não pretendem substituir estas regras, apenas complementá-las. Incluem conhecimentos obtidos a partir de casos em que se verificaram danos e que podem evitar a sua repetição.

Perigos provocados pela pressão de gases comprimidos

Os gases que não condensam a temperaturas normais (por exemplo, azoto, oxigénio, hidrogénio, argon e hélio) são comprimidos no estado gasoso com pressões até 300 bar e são cheios em garrafas. As bombas ou compressores utilizados para o enchimento são tornados seguros de modo a não ser possível a ocorrência de rutura devido ao enchimento excessivo. A pressão de enchimento máxima permitida é definida de modo a que até um possível aumento de pressão provocado pela luz solar intensa não consiga provocar a rutura da garrafa. Contudo, isto poderá acontecer caso o gás na garrafa seja aquecido por uma origem de fogo externa. Por conseguinte, as garrafas de gás deverão ser protegidas do fogo.

A resistência das garrafas de gás pode ser reduzida devido à corrosão. Por exemplo, se contiverem água, as garrafas de oxigénio podem corroer até ao ponto de rebentarem à pressão de funcionamento. Para evitar a entrada de contaminantes na garrafa, esta nunca deverá ser esvaziada abaixo de uma determinada pressão. Além disso, a válvula da garrafa deverá estar fechada sempre que possível.

Aviso relativo à pressão

Os perigos aumentam se for permitida a entrada de um gás num sistema concebido para uma pressão mais baixa. Deverão ser respeitadas as seguintes medidas de segurança:

- Os gases comprimidos deverão ser extraídos do contentor de armazenamento por meio de redutores de pressão. A contrapressão definida no redutor de pressão não deverá ser superior à pressão de funcionamento do sistema de gás a jusante. Como, em caso de falha no redutor de pressão, a pressão de admissão alta pode estender-se ao intervalo de contrapressão, deverá ser instalada uma válvula de segurança adequada no redutor de pressão ou imediatamente atrás deste.

- Só são permitidas ligações entre as secções do sistema com diferentes pressões de funcionamento se for utilizado um redutor de pressão. As válvulas de corte ou de retenção não são, por si só, um dispositivo de segurança suficiente.

- As garrafas de gás com gases comprimidos não deverão, em circunstâncias normais, ser ligadas a garrafas de gás com gases liquefeitos, uma vez que as respetivas pressões de funcionamento são diferentes. Caso isto ocorra em casos excecionais (por exemplo, para produzir uma mistura), deverá ser ligado um redutor de pressão entre elas.

- Mesmo que sejam ligadas corretamente apenas garrafas de gás vazias a um sistema de gás (por exemplo, para purga ou evacuação das garrafas), o sistema deverá ser protegido por uma válvula de segurança já que poderá ser igualmente ligada acidentalmente uma garrafa de gás cheia.

- Só poderão ser realizados testes de pressão e de fugas com gases comprimidos em secções do sistema que sejam adequadas para a pressão de teste a utilizar. A ligação a outras secções do sistema deverá ser cortada em segurança, por exemplo utilizando uma flange cega.

Perigos provocados pela pressão de gases liquefeitos sob pressão

Os gases que podem ser liquefeitos através da compressão a uma temperatura normal

(por exemplo, propano, dióxido de carbono, amoníaco, óxido nitroso) são colocados nas garrafas com pressões até 60 bar.

Um contentor com um gás liquefeito à pressão pode entrar em rutura caso seja moderadamente sobrecarregado e ligeiramente aquecido ou caso seja enchido normalmente, mas aquecido de forma significativa. Em ambos os casos, o aquecimento provoca a expansão do líquido até este encher o contentor completamente e a pressão do líquido incompressível provocar a rutura do contentor.

Para evitar o enchimento excessivo, o rácio de enchimento estipulado para cada gás (kg líquido por litro de volume do contentor) deverá ser respeitado. A tara das garrafas vazias e o peso total das garrafas cheias deverão ser verificados por pesagem para este efeito. Isto também se aplica caso o gás liquefeito seja transferido a partir de uma garrafa de grandes dimensões para uma mais pequena (ver Conselhos de Segurança Linde Nº 8 "(Re-) enchimento de gases" e 14 "Manuseamento de gás de petróleo liquefeito").

As garrafas com gases liquefeitos só poderão ser aquecidas até um máximo de 50 °C para aumentar a pressão do vapor, por exemplo, utilizando água quente. Em circunstância alguma deverá ser utilizada chama desprotegida para esta finalidade.

As garrafas de propano estão protegidas contra o risco de rutura por meio de uma válvula de segurança integrada na válvula da garrafa. A maioria das garrafas de dióxido de carbono, bem como as garrafas de óxido nitroso, dispõem de um diafragma de rebentamento na válvula da garrafa (disco de rutura) para a mesma finalidade. Estes dispositivos de segurança não poderão ser alterados de forma alguma.

Quando combinado com a água ("ácido carbónico"), o dióxido de carbono pode corroer o material da garrafa. Por vezes, isto pode provocar o rebentamento do CO_2 nas garrafas. No passado, isto acontecia sobretudo com garrafas de CO_2 utilizadas para a distribuição de bebidas que eram, por isso, "contaminadas" com um líquido aquoso. Esta falha pode ser evitada com a utilização de um dispositivo antirrefluxo entre o contentor do líquido e a garrafa de CO_2. A penetração de água da chuva é prevenida pelo facto das garrafas de CO_2 não serem esvaziadas completamente e serem armazenadas e transportadas com a válvula fechada.

Quando a pressão é reduzida até abaixo de 5,2 bar, o dióxido de carbono líquido retoma parcialmente o estado gasoso e parcialmente ao seu estado sólido agregado ("neve carbónica"). Por exemplo, se a pressão numa mangueira através da qual o dióxido de carbono líquido seja transportado for aliviada, a neve de CO_2 pode bloquear a mangueira, o que provoca uma acumulação da pressão. Quando a mangueira é desligada do sistema de gás e o bloqueio é desobstruído, a pressão acumulada é aliviada e a mangueira poderá ser projetada de forma perigosa. A formação deste tipo de bloqueio pode ser evitada em grande medida pelo alívio da mangueira no ponto mais baixo. As extremidades das mangueiras deverão ser fixadas com um cabo de fixação ("cabo de segurança") que só é removido após o acoplamento da mangueira ter sido libertado e após ser concluído o alívio da pressão.

Perigos provocados pela pressão de gases criogénicos

Estes incluem gases que são liquefeitos a temperaturas muito baixas, como o oxigénio (LOX), o azoto (LIN), o argon (LAR), o hélio (LHe), o hidrogénio (LH_2) e o gás natural (GNL). São armazenados em tanques criogénicos. Para que estes tanques não sejam enchidos excessivamente quando é utilizada uma bomba criogénica, deverão dispor de dispositivos de segurança que desligam a bomba de enchimento e desligam a linha de enchimento quando é atingida a pressão de enchimento permitida.

Os perigos provocados pela pressão de gases criogénicos são provocados principalmente por secções do sistema que não estão isoladas como, por exemplo, a canalização. É aqui que o líquido vaporiza como resultado do calor absorvido do ambiente. Se a secção do sistema estiver fechada em ambas as extremidades, é originada uma pressão alta inadmissível. Para evitar a rutura, as secções não isoladas do sistema deverão ter capacidade para libertar a pressão seja para o interior (por exemplo, para o tanque) ou para o exterior (válvula de segurança, diafragma de rebentamento).

A porta de enchimento do tanque criogénico é normalmente fechada por meio de uma tampa fictícia. Esta deverá ter um orifício aberto para aliviar, em segurança, o aumento da pressão na linha de enchimento como resultado da vaporização do líquido.

A canalização para gases criogénicos apresenta por vezes um isolamento térmico com uma membrana de lã mineral. Se ocorrerem fugas na canalização (por exemplo, na ligação flangeada), o líquido em fuga provoca uma acumulação de pressão na membrana de isolamento, o que pode resultar na sua rutura. Por isso, no que toca à canalização para gases criogénicos, deverá ser dada preferência a ligações insolúveis, sobretudo em áreas inacessíveis.

O azoto criogénico é utilizado, entre outras coisas, para tornar o material quebradiço para a rebarbagem e desbaste. O produto de grão fino resultante deste processo pode bloquear a abertura através da qual o azoto gasoso deve ser aliviado. Caso exista esta possibilidade, deverá ser instalada uma válvula de segurança para evitar uma acumulação de pressão perigosa.

Medidas de segurança durante o trabalho em sistemas de gás

Aliviar sistemas de gás

As reparações efetuadas em sistemas de gás – por exemplo, a reparação de uma fuga, um desentupimento ou a substituição de um componente – só poderão ser realizadas por pessoal devidamente qualificado e num estado de ausência de pressão. Antes do iniciar os trabalhos de reparação, deverá garantir que o sistema de gás está totalmente despressurizado. Neste aspeto, não é permitido depender exclusivamente

de pressupostos ou testes pouco claros, uma vez que isto poderá revelar-se um erro fatal.

Para aliviar o sistema de gás, deverá responder ao questionário que se segue recorrendo ao diagrama da canalização e/ou da instalação:

- Em que locais deverá ser aliviado o sistema de gás?
- Em que locais deverão ser acionadas válvulas, a canalização desligada ou as flanges cegas posicionadas de modo a evitar que o gás comprimido entre no sistema aliviado?
- De que forma é possível monitorizar o estado não comprimido?

  (Um método de teste fiável pode ser, por exemplo, purgar o sistema: Se um gás comprimido for conduzido do ponto A a partir do exterior e fluir para o ponto B, a secção A – B está devidamente descomprimido.)
  As características que se seguem não indicam, de forma fiável, se o sistema está ou não comprimido:

- Uma válvula de alívio ou um componente parcialmente separado. (A válvula ou a canalização podem estar bloqueadas a montante do componente).
- Um manómetro a apresentar uma leitura de "zero". (O manómetro pode estar avariado ou bloqueado ou o respetivo intervalo de medição pode ser tão grande que uma ligeira pressão residual poderá não ser indicada).
- Uma válvula fechada ou uma válvula antirretorno que deveria isolar a secção aliviada do sistema do gás comprimido. (As válvulas e as válvulas antirretorno podem estar avariadas).

Desligar componentes no sistema de gás aliviado

- Ao desligar um componente de um sistema de gás, deverá situar-se lateralmente face à direção na qual o componente possa ser projetado.
- Ao desligar uma tampa de flange aparafusada num sistema de gás, só deverá começar por aliviar o aperto dos parafusos de modo a que a tampa continue fixa no local. Em seguida, a tampa da flange deverá ser levantada da face vedante a título de teste. Só quando não ocorrer a saída de gás ao levantar a tampa é que poderá desapertar completamente os parafusos.
- Este teste poderá não ser fiável se, por exemplo, for removida uma válvula deslizante que esteja fechada e na qual ainda exista pressão num dos lados. Portanto, as válvulas só poderão ser desligadas caso se tenha confirmado que o sistema de gás foi descomprimido em ambos os lados da válvula.

- Quando desapertar uma ligação roscada, comece por desapertá-la apenas algumas voltas. Em seguida, movendo o componente solto, determine se existe libertação de gás. Só depois poderá desapertar completamente o componente.
- Um componente solto só poderá ser removido do sistema manualmente ou com a ajuda de uma ferramenta. O componente nunca deverá, em caso algum, ser removido "pneumaticamente" (isto é, utilizando pressão de gás ou pressão de ar).
- Não utilize a força durante os trabalhos de desmontagem em sistemas de gás. Não atinja o sistema com um martelo.

Componentes de sistemas de gás

Só poderão ser instalados num sistema de gás componentes sobre os quais se saiba garantidamente que a pressão nominal é, pelo menos, igual à pressão de funcionamento prevista. A comprovação da pressão nominal pode ser obtida por meio de um certificado do fabricante, da identificação no componente, através de cálculo ou de um teste de pressão.

As medidas provisórias, ou os compromissos durante a instalação de um componente num sistema de gás, podem ser potencialmente fatais.

- Os manómetros já provaram que, por vezes, podem ser o ponto mais fraco nos sistemas de gás. Assim sendo, os manómetros deverão ser ligados ou distribuídos de modo a não poderem provocar ferimentos caso ocorra uma fuga ou rutura do manómetro. Como norma, deverão ser utilizados manómetros de segurança.
- Ao substituir um manómetro, certifique-se de que o instrumento é o adequado para o gás em questão (existem manómetros com identificação especial para o oxigénio e o acetileno). Para além disso, deverá ser selecionado o intervalo de medição correto. As unidades de medição "bar" e "mbar" não deverão ser confundidas. Não deverão ser utilizados manómetros com unidades de medida desconhecidas ou nos quais a unidade de medida não seja apresentada ou que tenha deixado de estar identificável.

Mangueiras em sistemas de gás

Condições de instalação:

- As mangueiras deverão estar marcadas com a pressão nominal e só poderão ser utilizadas se esta for, pelo menos, igual à pressão de funcionamento prevista. Não deverão ser utilizadas mangueiras que não estejam marcadas com a respetiva pressão nominal caso aparentem ter outras características (formato da rosca de ligação, cor) particulares de uma determinada pressão nominal.
- As mangueiras deverão ser ligadas em segurança ao sistema de gás, por exemplo, mediante uma ligação roscada para mangueiras ou um conector de ligação. Só poderão ser utilizados adaptadores caso a respetiva pressão nominal seja, pelo menos, igual à pressão de funcionamento prevista. Uma mangueira ligada a um conector de tubo deverá ser fixada com grampos para mangueiras.
- As mangueiras não deverão ter dobras quando ligadas. Sobretudo as mangueiras de metal podem abrir fendas quando

sujeitas a tensões de dobragem.

- As mangueiras não deverão apresentar fugas nem quaisquer sinais reconhecíveis de danos exteriores.

Funcionamento:

- Só poderá ser aplicada pressão a uma mangueira caso esteja devidamente ligada ao sistema de gás em ambas as extremidades.

- Enquanto apenas uma das extremidades da mangueira estiver ligada a um sistema de gás, a extremidade livre da mangueira deverá ser aparafusada a uma ligação fictícia ou tapada com uma tampa fictícia. Isto previne o perigoso efeito de chicote caso a mangueira seja acidentalmente pressurizada.

- Só poderá ser possível desligar uma mangueira do sistema de gás se a pressão for aliviada e desligada.

Válvulas de segurança em sistemas de gás

As válvulas de segurança deverão aliviar os sistemas de gás no momento caso se verifique um aumento inadmissível da pressão. As válvulas de segurança são testadas no que diz respeito ao seu tipo e normalmente têm um funcionamento fiável. Contudo, em casos excecionais, o seu funcionamento pode ter falhas, por exemplo:

- A linha de descarga pode estar bloqueada por fatores "naturais" (ninhos de pássaros ou de insetos) ou pelo gelo.

- O movimento das peças móveis de uma válvula de segurança pode ser prejudicado pela ferrugem, por corpos estranhos, pelo gelo ou pela fricção excessiva.

Para identificar e solucionar atempadamente estes problemas, as válvulas de segurança deverão ser inspecionadas regularmente, por exemplo, durante a manutenção programada.

Considerações finais

A configuração e operação de sistemas de gás requerem experiência, conhecimentos e cuidado. Se estas condições forem satisfeitas, os gases comprimidos executam a sua função e a pressão não terá efeitos negativos. Os nossos especialistas em gás podem ajudá-lo a fazer isso.

Linde Portugal, Lda.
Av. Infante D. Henrique, Lt. 21/24, 1800-217 Lisboa
Tel +351 808 500 087, Fax +351 808 500 089
www.linde.pt, comercial.pt@linde.com