



Detecção de gás no setor de Gases industriais, medicinais, especiais e refrigerantes

Relatório por
Stephen B. Harrison
sbh4 consulting
20 de Julho de 2020

Gases inflamáveis, tóxicos e asfixiantes são processados 24 horas por dia nas várias áreas da indústria de gases como: industrial, medicinal, especiais e refrigerantes. Uma infinidade de processos preventivos, como HAZOP e avaliações de riscos, são realizados para minimizar o risco operacional. Além disso, técnicas de monitoramento em tempo real, como detecção de gás, são usadas para soar o alarme se ocorrer um vazamento de gás. Sistemas fixos podem proteger equipamentos, unidades de uso pessoal podem proteger o indivíduo, unidades portáteis podem suportar atividades de manutenção. A combinação mais adequada de equipamento de detecção de gás em uma produção ou no local do usuário final será amplamente influenciada pelos riscos potenciais dos gases em uso e presentes no site.

Segurança em primeiro lugar – a prevenção é uma mindset lucrativo.

Em todas as operações de gases industriais tais como: Tonnage, enchimento de cilindros e as aplicações nos clientes, a detecção de gás tem um papel vital a desempenhar na proteção de pessoas e ativos. E com a continuidade dos negócios em mente, a detecção de gás também pode desempenhar um papel importante na proteção dos lucros. Investir na prevenção é frequentemente dinheiro sabiamente gasto. A identificação de possíveis problemas e

a ação proativa reduz o risco de forma efetiva, mais desejável do que reagir a uma crise. Esses são os argumentos fundamentais por trás de muitas práticas de segurança proativas. Investir em segurança é um mindset que pode assumir a forma de risco baixo, a seleção de processos, especificação confiável de equipamentos e incentivo às melhores práticas comportamentais ou culturais. A instalação de instrumentos de detecção de gás para acionarem o alarme antes que uma situação atinja um nível perigoso também pode desempenhar um papel essencial em uma combinação de estratégias de mitigação e prevenção. Os elos entre o equipamento de detecção de gás e as respostas automatizadas ou o comportamento humano também são essenciais para o trabalho. Frequentemente, é adotada uma abordagem crescente de alarmes. Por exemplo, uma leitura de detecção de gás de baixo nível pode resultar em um alarme audível e visível de advertência e acionar automaticamente um aumento na ventilação. Isso poderia dar aos operadores a chance de investigar e corrigir a situação. Para um nível mais alto de detecção de vazamento de gás, um desligamento automático do processo pode ser a resposta apropriada.

Detecção de gás e seus sensores

François Ampe, gerente na França da linha de produtos para EMEA da Teledyne Gas and Flame Detection, possui uma profunda experiência no design de sistemas de gases e sistemas de detecção. Ele diz que



“existe um grande abismo entre um detector para um só gás de uso pessoal, e um para deficiência de oxigênio, e um sistema de detecção de gás e chama totalmente integrado. Na minha carreira, trabalhei com esses dois extremos e com muitas soluções no meio. Existe um vínculo comum entre um dispositivo portátil, que pode custar apenas algumas centenas de euros e um sistema fixo de detecção de gás montado em um ambiente com certificação ATEX que custa alguns milhares de euros, e esse vínculo é o sensor de gás: toda unidade de detecção de gás, grande ou pequena, terá um sensor de gás.

Dependendo dos gases que estão sendo detectados, esse sensor será uma peça eletroquímica muito inteligente, são componentes eletrônicos modernos em estado sólido ou um dispositivo óptico altamente sensível. Em cada caso, a tecnologia é compactada em um espaço minúsculo, do tamanho de algumas moedas empilhadas, umas sobre as outras. O sensor é o ‘nariz’ do detector de gás, pois fareja continuamente a atmosfera.

Oxigênio é geralmente detectado usando uma célula combustível eletrônica. Ampe diz que “a medição do enriquecimento e da deficiência de oxigênio é obtida usando o mesmo sensor, portanto, um vazamento de oxigênio que causa enriquecimento de oxigênio ou vazamento de nitrogênio ou argônio poderia causar deficiência de oxigênio, ambos pode ser detectados usando dispositivos semelhantes”. Oxigênio, nitrogênio e argônio são três dos principais gases perigosos processados em uma ASU.

Seleção de sensores que podem ser incorporados aos equipamentos de detecção de gás. Copyright Teledyne Gas & Flame Detection



Motores, compressores de gases e tubulações - uma sala de máquinas da ASU apresenta muitos riscos em potencial

Um coquetel no sistema de detecção de gases é o melhor remédio

Os sistemas portáteis de detecção de gás usados pelos operadores, à medida que se movimentam entre os vários locais, podem ser eficazes para alertar as pessoas a evitar áreas onde se acumulam gases tóxicos, inflamáveis ou inertes. Os sistemas fixos, por outro lado, são projetados para detectar vazamentos de gás à medida que ocorrem ou logo após. No entanto, sejam eles fixos ou portáteis, os sistemas de detecção de gás baseados em tecnologias de sensores químicos limitam-se a monitorar gases próximos ao local em que estão localizados. Sistemas de detecção de gás de circuito aberto e de chama, por outro lado, pode detectar gases inflamáveis ou incêndio na linha de visão em que estão instalados e pode cobrir uma vasta gama.

Para áreas extensas, um sistema de detecção de gás de circuito aberto pode ser ideal para cobrir as longas distâncias envolvidas. Por outro lado, em uma área complexa da planta ou sala de máquinas onde colunas de destilação, motores, compressores, vasos de reação e tubulações estão obstruindo a linha de visão, o sistema de circuito aberto pode não ter o ambiente ideal para operar em seu completo potencial. Para um local que foi avaliado como uma área de vazamento de alto risco durante

um estudo HAZOP, como um compressor de gás, um detector de gás de local fixo pode ser mais adequado.

Dadas as diferenças existentes, há algum sistema de detecção de gás certo ou errado? Ou será que cada um tem seu objetivo e uma combinação de estratégias é a solução mais eficaz? O consenso é que um conjunto integrado de equipamentos de detecção de gás de circuito aberto e chama, sistemas fixos de detecção de gás, detectores de gás portáteis e de uso pessoal é a solução mais eficaz.



Detecção de vazamento de gás e chama

Detecção de gás no ar e em torno de uma ASU

Bilhões de dólares em investimentos no setor de gases industriais estão alocados nas unidades de separação do ar (ASUs) e reformadores de metano a vapor (SMRs). Eles produzem oxigênio, nitrogênio, hidrogênio e monóxido de carbono para suprimento de gás por tubulação em Tonnage Somente nesses dois processos, os vazamentos de gases têm o potencial de causar: enriquecimento de oxigênio a partir de vazamentos de oxigênio; deficiência de oxigênio devido a vazamentos de nitrogênio; incêndios e explosões por vazamentos de metano ou hidrogênio e envenenamento por vazamentos tóxicos de monóxido de carbono.

Shin Tsushima, vice-presidente de engenharia de ASUs na Matheson Tri-Gas, no Texas, resume a situação da detecção de gás em uma ASU: “ao implementar um sistema de detecção de gás em uma ASU, o essencial é considerar a segurança do pessoal e a proteção do equipamento. Para requisitos de proteção de plantas, os sistemas mais comuns são detectores fixos de gás, localizados de acordo com os resultados de uma avaliação de risco robusta. Se esses detectores fixos identificam um vazamento, o desligamento seguro do equipamento é relevante e é a primeira e a melhor escolha”.

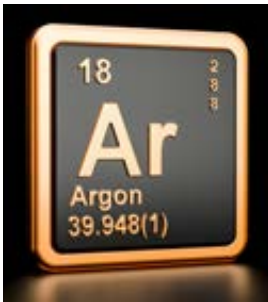
Tsushima acrescenta que: “detectores de gás portáteis para oxigênio, gases tóxicos e gases inflamáveis também são essenciais para proteger o pessoal enquanto elas se deslocam pelo site.



Planta ASU para a produção de oxigênio liquefeito, nitrogênio e argônio. Copyright Matheson Tri Gas. Inc

Quando um detector pessoal dispara, sair de um espaço fechado, caminhar na direção do vento, enviar um rádio à sala de controle para obter ajuda ou usar um aparelho de respiração são ações que salvam vidas. Além disso, a preparação e o treinamento de um plano de evacuação adequado que pode ser executado no caso de um alarme de detector de gás é um dos procedimentos de emergência mais importantes do site.”

O herói desconhecido com alguns riscos ocultos – a Unidade de Purificação de Argônio



A Unidade de Purificação de Argônio é o herói desconhecido dos gases industriais. A ,ASU' está frequentemente em destaque e o acrônimo é usado regularmente, mas com que frequência ouvimos falar sobre a pequena ,APU'?

Quando se trata do lucro operacional, a APU pode fazer ou não o P&L. E quando se trata de operações seguras, a APU é digna do mesmo nível de respeito que os itens maiores da planta no site.

Para considerar os requisitos de detecção de gás na APU, o processo é igual a todas as outras unidades de processo - considere os riscos que são apresentados pelos gases que estão sendo processados. Obviamente, nós temos argônio. Às vezes, nos referimos ao nitrogênio como o ,assassino silencioso' porque pode causar deficiência de oxigênio e anóxia, e o mesmo título seria igualmente válido para o argônio. Ele é igualmente inerte, e um vazamento de gás argônio pode deslocar o oxigênio da atmosfera, o que pode ser muito perigoso, especialmente se o vazamento ocorrer em um espaço confinado com ventilação inadequada. Esse risco pode ser melhor detectado com vários detectores de gases fixos que estão constantemente detectando a falta de oxigênio.

Pensando além da presença óbvia do argônio, precisamos nos aprofundar no funcionamento da

APU para identificar outros perigos em potencial. A alimentação bruta de argônio para a APU contém oxigênio e nitrogênio. A principal função da APU é remover o nitrogênio e o oxigênio para produzir argônio de alta pureza.

O processo de destilação na ASU executou o máximo possível do trabalho de separação de oxigênio e argônio e agora precisamos recorrer a outras tecnologias para eliminar os gases residuais.



A técnica mais comum é usar uma unidade ,deoxo': um reator alimentado com gás hidrogênio. O reator deoxo é preenchido com um catalisador de paládio que desencadeia a reação do oxigênio e do hidrogênio. Essa reação libera calor e a temperatura na saída será de cerca de 150°C. O fluxo de hidrogênio para o reator deoxo é controlado de modo que um pequeno excesso de hidrogênio (cerca de 1%) esteja presente na corrente do gás de saída. A mistura resultante de argônio, nitrogênio e hidrogênio é destilada para produzir argônio de alta pureza e a mistura residual de hidrogênio e nitrogênio é geralmente queimada no flare.

Nesse cenário, temos: uma fonte de hidrogênio puro (talvez uma linha de gás ou uma bateria de cilindros de alta pressão de hidrogênio); a presença de calor; uma reação de combustão que ocorre no reator deoxo e um flare aberto. Juntando essas coisas, torna-se óbvio que um vazamento de hidrogênio perto da APU pode ser muito perigoso. Portanto, é necessário um ou mais detectores de gás fixo detectando hidrogênio.

Exemplo de requisitos de detecção de gases a serem considerados nas instalações de produção de gases do ar

Gases do Ar	Enriquecimento/ deficiência de oxigênio	Gases inflamáveis	Tóxicos e outros gases perigosos
Unidade de Separação de gases do Ar (ASU) e produção de outros gases criogênicos do ar	Ambos	H ₂ para a sala do analisador ⁷	Potencialmente CO ₂ ou NH ₃ como refrigerantes
Unidade de Purificação de Argônio (APU)	Deficiência	H ₂ para a unidade deoxo	
Unidade de liquefação de nitrogênio (NLU)	Deficiência	Potencialmente hidrocarbonetos refrigerantes	Potencialmente CO ₂ ou NH ₃ como refrigerantes
Unidades PSA ou VSA para produção de gases no ar no local	Ambos		



Segurança com Gases Especiais

Enquanto ASUs e SMRs são ativos de alto valor, eles também são altamente automatizados e relativamente poucas pessoas estão em contato com o equipamento do processo durante a operação normal. No entanto, muitas das pessoas empregadas no setor de gases industriais trabalham em instalações de enchimento de cilindros. Geralmente, são operações altamente manuais, nas quais a força de trabalho passa grande parte do dia na proximidade de gases potencialmente perigosos. Os riscos são semelhantes às operações da ASU e do SMR: o oxigênio é essencial para os gases em cilindros medicinais; hidrogênio e nitrogênio são usados em gases em cilindros industriais; e o monóxido de carbono é comumente usado em sites de enchimento de cilindros de gases especiais, onde também pode ser processada uma infinidade de outros gases tóxicos, inflamáveis e pirofóricos.

Jorge Duarte Guimarães, consultor de gases industriais e especiais em São Paulo, Brasil, que trabalha há mais de 30 anos no setor na maior parte do tempo na AGA e na Linde, afirma que: “ao implementar um sistema de detecção de gás em uma planta GE, os pontos críticos são aqueles relacionados às características toxicológicas e aos riscos associados a qualquer vazamento dos produtos que serão produzidos e manipulados no site. Oxigênio e gases inertes, como nitrogênio, hélio e argônio, apesar

de serem quase 99,9% do ar ao nosso redor, quando puro, apresentam altos riscos. Por exemplo: a liberação de oxigênio pode aumentar a combustão ou até levar à perda de consciência do indivíduo. Portanto, detectores de oxigênio fixos são requisitados em instalações de enchimento de cilindros de gases especiais e cilindros medicinais”.



Jorge Duarte Guimarães

Ele continua dizendo que “gases inflamáveis como o hidrogênio e o metano exigem atenção específica devido ao perigo de incêndio e explosão. Explosímetros e sistemas de detecção de chamas devem ser considerados nas áreas onde esses produtos são manuseados. Deve-se prestar atenção especial às salas de mistura de gases, onde diferentes cilindros e linhas de gases são manipulados, envolvendo uma gama de produtos com uma mistura de riscos, tais como: oxidantes, inertes, tóxicos e inflamáveis.

Nestes casos, é necessário um sistema com detectores multigases”.

O uso de detectores portáteis multigases também é comum em plantas de gases especiais, pois muitas áreas da planta, como: laboratórios, estações de enchimento, salas de compressores e depósitos, são espaços confinados. Duarte continua: “detectores de gases fixos e portáteis requerem recalibração ocasional usando misturas de gases de alta precisão. Eles também devem passar por testes de resposta (“bump tests”) com frequência - antes e após cada turno, de acordo com os procedimentos operacionais padrão em algumas indústrias”.

Mistura de gases para teste de resposta e calibração de detectores de gases

Os requisitos de qualidade para as misturas funcionais de teste de resposta de uso diário (gases de “bump test”) geralmente não são tão altos quanto as misturas de gases usadas para a calibração do detector e do sensor. Para o gás de teste de resposta, um certificado de análise simples pode ser apropriado. Como alternativa, uma mistura de gases de alta qualidade com ensaio acreditado pela ISO 17025 pode ser especificada.

Para a calibração trimestral, semestral ou anual do detector de gás, geralmente é necessário o uso

PS200 Detector Multi Gases portátil – Copyright Teledyne Gas & Flame Detection



de uma mistura de gases de calibração rastreável e acreditada. Para os mais altos níveis de confiança, uma mistura de gases de calibração como material de referência certificado pela ISO 17034 deve ser selecionado. Steve Abbott, gerente nacional de operações da Coregas Pty Ltd, na Austrália, comenta sua experiência com misturas de gases especiais acreditadas. “Nossa jornada de acreditação de gases especiais começou em 1997, quando alcançamos a certificação ISO 17025 como laboratório de calibração para misturas de gases. Posteriormente, em 2002 a Coregas alcançou a certificação ISO Guide 34, que nos tornou o primeiro produtor de material de referência de gases credenciados na Austrália. Além disso, a versão atualizada da ISO Guide 34, que é chamada ISO 17034, foi implementada em 2018 e alcançamos a acreditação para esse novo padrão em dezembro de 2018. Um dos principais objetivos dessas acreditações é demonstrar a rastreabilidade dos materiais de referência em uso pela Coregas, que são rastreáveis às normas nacionais australianas de pesos, portanto, ao Sistema Internacional de Unidades (SI)”.





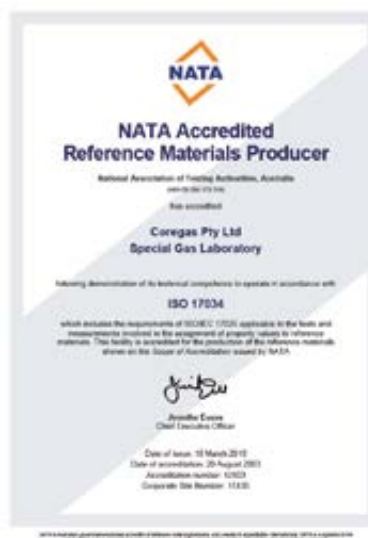
Enchimento e análises de misturas de gases da Coregas

A autoridade de acreditação responsável pelas operações de produção e teste de Coregas é o NATA, a Associação Nacional de Autoridades de Testes da Austrália, que é o único organismo de acreditação na Austrália. Sua reputação é global e atualmente eles detêm o secretariado da Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratórios (ILAC).

No que diz respeito ao enchimento de misturas de gases, é possível preparar misturas de calibração de gases especiais certificadas (não acreditadas) em pequenos lotes de forma rápida e econômica. No entanto, a maioria das misturas do ISO 17034 devem ser preparadas como cilindros únicos, o que envolve mais trabalho por cilindro e resulta em maiores custos de produção. Voltando a Steve Abbott da Coregas, “existem quatro membros da nossa equipe de laboratório de Gases Especiais que são signatários da NATA para os nossos certificados ISO 17034 acreditados. Entre eles, têm alguns com 40 anos de experiência como signatários do NATA para a produção de material de referência.”

Para uma compreensão mais profunda dessas considerações de qualidade, deve-se observar que, sobre o uso e a interpretação corretos do padrão ISO 17034 para produtores de materiais de referência, cada cilindro individual deve ser preparado e validado para garantir estabilidade e homogeneidade. A Coregas oferece cilindros de capacidade

de 2,0 a 48 litros que foram analisados individualmente de acordo a certificação ISO 17034. Quando cheios a 150 bar, eles contêm de 0,42 a 6,7 metros cúbicos de mistura de gases de calibração. Abbott diz que “nosso maior cilindro, o tamanho G é popular em laboratórios onde os equipamentos de detecção de gases são fabricados e recertificados. O menor cilindro, nosso novo tamanho C, é fácil de transportar para aplicações de calibração ou teste de resposta em serviços externos. Isso é especialmente útil para a manutenção de detectores de gás localizados em diversos locais nas instalações de produção de gases industriais ou nos sites dos clientes onde estão sendo usados gases industriais”.



Certificado ISO 17034 do NATA da Coregas

A portabilidade é essencial para muitas aplicações de detecção de gases, mas há um limite para o tamanho do cilindro que pode ser usado para misturas de gases de alta qualidade. A produção de misturas acreditadas ISO 17034 em cilindros descartáveis de baixa pressão muito pequenos não é possível por razões técnicas e de qualidade. O problema é que não há conteúdo suficiente para realizar várias análises de verificação após o enchimento para garantir a homogeneidade e estabilidade da mistura gasosa. Esses testes são necessários para estar em conformidade com a norma ISO17034.

Abbott conclui: “na Coregas, nossa especialização cresceu ao atender clientes na Austrália. Nos últimos anos, nossa reputação e nossos cilindros de gases especiais têm viajado para o exterior. Por exemplo, temos orgulho de ser fornecedores de muitos fabricantes multinacionais de dispositivos de detecção de gás e empresas locais de manutenção de equipamentos de detecção de gás no Brasil.”



Cilindros de misturas de gases especiais para detector de gases em teste de resposta e calibração

Causa e efeito: avaliação do processo de enchimento de cilindros, detecção de gases e mitigação

“O uso de uma matriz de causa e efeito é realmente poderoso”, diz Robert Lee, diretor administrativo da iGAS Technology Solutions no Reino Unido.

“Quando projetamos plantas de enchimento de cilindros industriais, especiais e de gases medicinais para empresas do setor gases, elas desejam que forneçamos uma solução abrangente. Por isso, contratamos empresas especializadas em detecção



Operação de cilindros de gases

de gases para selecionar a tecnologia certa para detectar os gases que estão sendo usados no processo. Trabalhamos juntos para identificar os perigos e escopo do sistema de detecção de gás mais econômico”.

“Além do design e construção do hardware, o que minha equipe pode oferecer é a experiência em engenharia e a visão operacional para criar sistemas de gerenciamento de segurança que vinculem os alarmes de detecção de gás com as causas prováveis do vazamento e a mitigação apropriada. Para alguns alarmes de gás, basta uma intervenção simples, como fechar uma válvula de controle de fluxo para eliminar o risco. No outro extremo, seria necessário um desligamento de emergência de todo o processo e evacuação da área na planta. É aqui que entra em ação o processo de trabalhar com a ,matriz de causa e efeito.’”

Detecção de gases inflamáveis e tóxicos no SMR

Gases energéticos inflamáveis, como o hidrogênio e o metano, exigem atenção específica devido ao perigo de incêndio e explosão. Para um vazamento no ar, o hidrogênio tem um limite inferior de explosividade de 4% e um limite superior de explosividade superior de 75% - que é uma faixa extremamente ampla. E a ignição por faísca de componentes elétricos ou atividades de manutenção é sempre um risco presente. A combinação desses perigos resulta em uma situação de alto risco e a neces-



Unidade de controle da Teledyne MX43 para Detecção de Gás e Chama



Reformador de metano a vapor (SMR), cluster de hidrogênio em Lima, Ohio – copyright Matheson Tri-Gas

sidade de explosímetros e sistemas de detecção de chama fica clara em áreas onde o hidrogênio é processado. O SMR também produz monóxido de carbono, que é inflamável e tóxico. Portanto, o uso de um sistema com detectores multigás incluindo sensores específicos para monóxido de carbono pode ser apropriado. Detectores de gás pessoais como parte do EPI diário do operador também seriam uma prática comum em torno de usinas de hidrogênio. Isso ocorre em parte porque as instalações da fábrica, como: laboratórios, estação de enchimento e salas de compressores, geralmente ficam em prédios com espaços confinados. Esses locais fechados também podem apresentar o risco de deficiência de oxigênio, se o nitrogênio for usado como gás inerte para acionar sistemas de controle por processo pneumático. A ventilação, além da detecção de gás, é uma mitigação apropriada.

Para muitos gases inflamáveis com um átomo de carbono na molécula, como o metano, que é uma matéria-prima comum para SMRs e o propano que pode ser usado como gás refrigerante, pode ser usado um sensor infravermelho. François Ampe, da Teledyne Gas and Flame Detection, explica que “o hidrogênio também é um gás inflamável, mas, diferentemente dos gases de hidrocarbonetos, a molécula de hidrogênio não contém átomos de carbono e, portanto, não é ativa no infravermelho. Assim, para a detecção de gás hidrogênio deve-se usar um sensor catalítico. Esse é o tipo de conhecimento essencial que oferecemos aos nossos clientes quando os ajudamos a selecionar o sistema de detecção de gás mais adequado”.

Exemplo de requisitos de detecção de gás a serem considerados em instalações de gases energéticos

Gases de hidrogênio energéticos	Enriquecimento / deficiência de oxigênio	Gases inflamáveis	outros gases perigosos
Reformador de metano a vapor (SMR) para produção de hidrogênio	Talvez ¹	CO, H ₂ & CH ₄	CO ₂ or NH ₃ as refrigerants
Produção eletrolítica de hidrogênio ou oxigênio	Potencial enriquecimento ⁹	H ₂	
Enchimento de cilindros de GLP e GNV	Talvez ¹	CH ₄ , propano	Potentially CO ₂ or NH ₃ as refrigerants
Distribuição de Gás Natural Liquefeito ³	Talvez ¹	CH ₄	
Biogás/biometano com produção de CO ₂	Talvez ^{1,2}	CH ₄	CO ₂

A detecção de chamas também é aconselhável ao manusear gases inflamáveis. Ampe diz que “no setor de gases industriais, a detecção de chamas pode ser usada como uma segunda linha de defesa, em combinação com os detectores de gás. Um exemplo pode ser um compressor de metano de alta pressão em um sistema de enchimento de carretas de GNV. Usando vários dispositivos de detecção de gás e detectores de chamas, o operador pode usar um sistema com opções para alternar entre um alarme visual, um alarme sonoro e um desligamento automático do sistema, de acordo com o número de detectores de gás e chamas que forem ativados. Isso pode ajudar a minimizar „falsos alarmes“ perturbadores e, simultaneamente, garante que uma situação verdadeiramente perigosa seja sinalizada o mais rápido possível - para proteger vidas e ativos da planta“.

A detecção de gás funciona muito bem em edificações fechadas, onde não há vento para dispersar um vazamento de gás. Mas em espaços abertos

ao ar livre, um vazamento pode ser diluído a um nível indetectável por uma forte corrente de vento. Ampe explica como os detectores de chamas podem ajudar nessas situações: “em um reformador de metano a vapor, geralmente há um gasoduto que alimenta a planta com gás natural e o hidrogênio produzido é levado por outro gasoduto da planta. Estamos cercados por gases inflamáveis. Flanges e válvulas na tubulação são possíveis pontos de vazamento de gás e a avaliação de risco da planta pode determinar que cada uma delas deve estar equipadas com um detector de gás próximo. No entanto, as condições atmosféricas prevalentes podem significar que o vazamento de gás metano ou de hidrogênio é levado para longe do detector de gás e nenhum alarme é registrado - isso pode acontecer. É aqui que um detector de chamas pode detectar o problema antes que ele se transforme em uma grande explosão. Em francês, chamamos essa abordagem complementar de „ceinture et bretelles“. Eu acho que em português é algo como ‚cinto e suspensórios‘”.



Detecção de gás em eletrolisador de hidrogênio

Ao longo da história, houve alguns incidentes de segurança famosos relacionados ao hidrogênio. O acidente do dirigível Hindenburg em 1937 é um exemplo frequentemente citado de como esse gás tem o potencial de ser extremamente perigoso. E a recente explosão na usina de hidrogênio OneH2 na Carolina do Norte em 7 de abril de 2020 é um lembrete pertinente de que os riscos associados a esse gás não diminuíram com o tempo. Porém, com bons sistemas de gerenciamento de segurança, podemos fazer muitas coisas para minimizar os riscos dos perigos inerentes à produção e distribuição de hidrogênio.

Os reformadores de metano a vapor são a tecnologia padrão para a produção de hidrogênio em grande escala há várias décadas. No entanto, os eletrolisadores estão agora ampliando e fazendo incursões nesse espaço. Essas plantas têm um conjunto específico de considerações de detecção de gás. Christopher Braatz, da McPhy na Alemanha, diz que “os eletrolisadores de hidrogênio geralmente estão localizados dentro de prédios em espaço fechado. Isso torna especialmente importante uma combinação de medidas passivas, como ventilação e sistemas ativos, como detecção de gás”.



Painel de gás hidrogênio. Direitos autorais TÜV SÜD.



Eletrolisador de hidrogênio da McPhy para 0,5 MW, 200 metros cúbicos por hora. Copyright RAG & Karin Lohberger Photography.

Existem várias normas técnicas internacionais que seguimos ao considerar a segurança de nossas instalações de eletrolisadores, por exemplo, a ISO 22734-1: Geradores de hidrogênio usando o processo de eletrólise da água - aplicações industriais, comerciais e residenciais. No tópico detecção de gás para segurança, na seção 4.2, estipula que: „Os geradores de hidrogênio devem ser projetados e fabricados de modo que, quando ocorrer uma liberação de gás inflamável durante a operação normal, a formação de uma atmosfera inflamável seja impedida, minimizada, detectada, e/ou controlado“. Na seção 4.4.1.9, continua a especificar as normas nas quais os detectores de gases devem ser fabricados, instalados e mantidos. O requisito para avaliar a confiabilidade do sistema de detecção de gases é estipulado. Também especifica que: „O(s) detector(es) de gás hidrogênio devem ser instalados no(s) local(is) ideal(is) para fornecer uma detecção mais antecipada possível do gás hidrogênio, de modo que sua função protetora possa ser comprovada“.

Braatz acrescenta que „usamos essas normas internacionais em combinação com uma avaliação de risco detalhada que nossos engenheiros realizam com o operador do eletrolisador. As primeiras linhas de defesa são: implementar boa ventilação e instalar um detector de gás hidrogênio. Podemos até ir além, considerando a detecção de gás oxigênio. Além disso, sistemas de controle de segurança automatizados em nossas instalações invocam as ações apropriadas no caso de um alarme de vazamento de gás. Por exemplo, um alarme grave acionaria um desligamento de emergência do eletrolisador. Esse desligamento segue o mesmo

procedimento que também seria usado para tornar o eletrolisador seguro para manutenção de rotina. Simplesmente, a fonte de alimentação elétrica é isolada e o gás inerte nitrogênio é usado para limpar o espaço interno do eletrolisador. Os gases nitrogênio, oxigênio e hidrogênio são ventados para um local seguro.”

Certificação de equipamentos e instalações de eletrolisadores de hidrogênio

Muitos tipos de eletrolisador de hidrogênio operam a pressões elevadas da ordem de 20 bar. Isso tem o benefício de reduzir a área ocupada e aumentar a densidade da corrente elétrica para produzir mais hidrogênio a partir de uma unidade menor. Como tal, esse tipo de eletrolisador é abrangido pelo escopo da Diretiva Europeia de Equipamentos de Pressão (PED) 2014/68/EU. Uma das conseqüências disso é que eles devem ser certificados por um organismo certificador antes de serem vendidos do fabricante ao operador.

Fundada em 1866 como uma associação de inspeção de caldeiras a vapor, o TÜV SÜD é um excelente exemplo de um Órgão Certificador, com um histórico de longa data em inspeção e certificação de vasos de pressão. Através de rigorosos procedimentos internos de gerenciamento e treinamento

de qualificação, um organismo certificador como o TÜV SÜD empregará vários especialistas competentes para realizar as inspeções e certificações de acordo com o PED. Guntram Schnotz, do TÜV SÜD Industrie Service em Filderstadt, Alemanha, é uma dessas pessoas.



De acordo com Schnotz, a certificação do equipamento deve ser seguida de uma revisão da instalação no site do operador. Ele diz que “a TÜV SÜD é aprovada pela União Europeia para certificar equipamentos sob o PED, que deve ser colocado em serviço em qualquer lugar da UE. A próxima etapa do processo se torna nacional. Como entidade alemã, estamos autorizados a realizar a inspeção e certificação da instalação final pela qual o operador é responsável, se estiver instalado na Alemanha”.



Instalação de eletrolisador de hidrogênio. Copyright TÜV SÜD.



Usina de biogás com unidades de upgrade de biometano e CHP

O elo crítico na cadeia entre a produção de um eletrolisador de hidrogênio e seu uso será a documentação de entrega, que incluirá um manual do usuário. Schnotz acrescenta que “muitos dos casos de gerenciamento de segurança serão implementados no design do equipamento. No entanto, alguns riscos residuais existirão e devem ser identificados no manual de operação para que o usuário do equipamento possa implementar a mitigação apropriada. A mitigação de riscos de vazamento de gás é um exemplo. É provável que o manual de operação se refira ao requisito de ventilação e detecção de gás. Quando estamos inspecionando uma instalação antes da certificação, revisamos a documentação de entrega e verificamos se todas as precauções necessárias foram incorporadas corretamente na instalação final. Nosso objetivo é garantir que nada seja deixado ao acaso, porque sabemos como o hidrogênio pode ser perigoso”.

Confiando em nossos sentidos – detecção biológica de gases

A purificação e distribuição da produção de biometano a partir de upgrades de biogás está sendo considerado cada vez mais dentro do escopo dos gases industriais. Os digestores anaeróbicos de

lodo processam águas residuais domésticas ou uma matéria-prima de biomassa, como grama ou milho, para produzir biogás. O biogás é uma mistura de gás bruto que contém dióxido de carbono, metano e uma variedade de outros gases em pequenas quantidades. O minúsculo neurônio cpA no nariz de um mosquito pode detectar um nível elevado de dióxido de carbono no ar que resulta da respiração humana a mais de 20 metros de distância. Os seres humanos, por outro lado, não têm percepção sensorial do dióxido de carbono e o mesmo pode ser dito para outros gases incolores e inodoros, como o metano.

O primeiro passo no upgrade do biogás será remover essas impurezas, que podem incluir gases tóxicos ou corrosivos, como o sulfeto de hidrogênio. O próximo passo é separar o metano, que é o vetor alvo de energia. Algumas plantas vão mais adiante e purificam o dióxido de carbono para uso em aplicações de soldagem, tratamento de água, carbonatação de bebidas ou processamento de alimentos. Quando se trata de detecção de gás, há uma série de perigos com inflamabilidade e toxicidade e outros a serem considerados.

O envolvimento do biometano traz gases industriais diretamente para o coração da rede de distri-

buição de gás natural. Por muitos anos, o grid de gasodutos adicionou concentrações muito baixas de odorizantes ao gás. Estes são geralmente mercaptanas: hidrocarbonetos que contêm enxofre. O Metil mercaptana pode ser detectado pelo nariz humano em níveis da ordem de 2 partes por bilhão (ppb). Nossos narizes são mais sensíveis ainda ao etanotiol, ou etil mercaptana, que pode ser detectada em apenas 0,36 ppb. Portanto, apenas uma concentração extremamente baixa precisa ser adicionada ao gás natural para permitir que um vazamento de gás seja detectado por pessoas que possam estar usando gás natural em suas casas ou equipes de manutenção que trabalham na rede de gás. Pode ser uma surpresa que a detecção moderna de gás tenha suas origens na biologia de mosquitos e seres humanos!

Segurança no site do cliente

As áreas de armazenamento de gases em cilindros e liquefeitos a granel nas instalações dos clientes por exemplo: estoque de cilindros de gases especiais em universidades, gabinetes de gases tóxicos em produtores de semicondutores ou estoque de gases medicinais em cilindros em um hospital também podem exigir equipamento de detecção de gás. O pessoal de serviço de campo de gases industriais, como equipes de serviços de engenharia de clientes que trabalham na manutenção de tanques ou motoristas que fazem entregas a granel de produtos liquefeitos, também precisarão de equipamento de detecção de gás. Entregas de grandes volumes de dióxido de carbono a uma fábrica de engarrafamento de cerveja ou refrigerantes, podem



Sistema da evaporadores de refrigeração com amônia



Vaporizadores para nitrogênio líquido a granel

garantir o uso de um detector de CO₂. O fornecimento de oxigênio líquido aos tanques de armazenamento a granel de um hospital pode exigir o uso de um detector para o gás oxigênio. E, especialistas em aplicações que visitam o fornecedor de gases industriais para otimização do processo provavelmente terão um detector pessoal de gás apropriado como parte de seu kit de EPIs.

Como exemplo de uma aplicação no cliente, as fábricas de congelamento de alimentos que usam líquidos criogênicos como o nitrogênio líquido ou dióxido de carbono líquido também exigirão equipamentos de detecção de gás. Uma combinação de detectores instalados perto do equipamento de processamento e de dispositivos pessoais é frequentemente usada. Além desses líquidos criogênicos, os gases para uso em sistemas de refrigeração mecânica também são fornecidos por muitas empresas industriais de gás. O uso de hidrocarbonetos como gases refrigerantes nessa indústria está se tornando cada vez mais popular devido ao baixo impacto ambiental e ao excelente desempenho termodinâmico. Sua aplicação se estende da fábricas de processamento de alimentos a pequenos refrigeradores domésticos, refrigeradores para alimentos em supermercados e sistemas de liquefação de gás natural em escala mundial.

O principal risco introduzido com gases hidrocarbonetos refrigerantes, como isobutano, propano, propileno e etileno, em comparação com gases refrigerantes alternativos à base de flúor, é a inflamabilidade. Falando sobre esse assunto em seu papel como Gerente Global de Produtos e Gases e Equipamentos Especiais do Grupo Linde na Alemanha, Roberto Parola diz que “os riscos de fogo e explosões devem ser adequadamente avaliados - tanto para novos sistemas, quanto para hidrocarbonetos que são usados no retrofit nos sistemas dos equipamento de refrigeração já existentes. A implementação de medidas adequadas, incluindo um sistema adequado de detecção de gás, ventilação, sinalização de segurança e a designação de áreas à prova de explosão deve ser considerada como resultados importantes da avaliação de riscos”.

Gases refrigerantes típicos, como dióxido de carbono e amônia, também devem ser usados com as devidas precauções. Parola acrescenta que “a amônia é usada extensivamente em equipamentos de refri-



Cilindro de gás de amônia com vazamento

geração comercial e industrial em larga escala. Seu potencial de aquecimento global é zero, o que é uma das principais razões para sua seleção. No entanto, o gás é tóxico e inflamável. Um vazamento de amônia pode ser detectado através do nosso olfato, mas não devemos confiar exclusivamente em nosso nariz como um sistema de alerta: o equipamento de detecção de gás também deve ser considerado”.



Dióxido de carbono para bebidas carbonatadas

Manutenção – são necessárias considerações especiais

As questões de segurança mencionadas nesse relatório não são simplesmente teóricas; eles são muito reais. Como exemplo dos perigos envolvidos, considere que, em 5 de novembro de 2005 na Refinaria da Cidade de Delaware, nos EUA, dois empreiteiros de manutenção morreram por asfixia. Eles estavam içando um tubo para um reator que estava inerte com nitrogênio. Um dos técnicos desmaiou e caiu no reator; a segunda vítima também foi asfixiada ao tentar salvar seu colega. Embora este estudo de caso seja do setor de petróleo e gás, o nitrogênio também está presente extensivamente nas plantas de gases industriais durante a operação, construção e manutenção normais.

Pode-se perguntar se essas fatalidades poderiam ter sido evitadas, e se os trabalhadores da manutenção tivessem sido melhor informados sobre os riscos e tivessem recebido um detector de gás portátil ou detectores de gás de uso pessoal que poderiam estar detectando oxigênio e fazendo soar um alarme sonoro no caso de deficiência de oxigênio.



Monitores BM 25 multigás e BM25 transportáveis sem fio para detecção de gases em área e o controlador sem fio MX40 – Copyright Teledyne Gas & Flame Detection



A entrada em espaços confinados pode ser extremamente perigosa

Os exemplos neste relatório geralmente se referem ao processo normal do operação. As atividades de construção, partida (por exemplo, com nitrogênio em um SMR), desativação, purga e manutenção devem estar sujeitas a avaliações de risco específicas e a detecção de gás provavelmente será especificada sob uma ‘permissão de trabalho’ apropriada. Esta permissão pode especificar o uso de equipamentos portáteis ou de uso pessoal de detecção de gases.

Detecção de gases para entrada em espaço confinado

Detectores de gases fixos são ideais para monitorar vazamentos de unidades de processo, como compressores de gases. No entanto, a detecção de gases durante a manutenção deve ser móvel. Kevin O’Donnell, gerente de desenvolvimento de negócios da EMEA da Teledyne Gas and Flame detection explica: “a detecção de gases é proteger pessoas, além dos ativos da planta. A manutenção pode ocorrer em praticamente qualquer local da fábrica e geralmente envolve pessoas – a segurança deles deve ser protegida”.

Os detectores de gases da área, como o BM 25 da Teledyne Gas & Flame, podem ser transportados para o local de manutenção para fornecer monitoramento localizado de gases perigosos. Indo um passo adiante, o monitor de gases de área sem fio BM 25 pode se comunicar com o controlador MX 40 para implementar várias mitigações de segurança, como o fechamento automático de uma válvula comandada.

A entrada em espaços confinados apresenta um risco adicional devido à ventilação reduzida e ao potencial de acúmulo de gases perigosos. Kevin O'Donnell diz que „usar um detector de gás portátil como parte de seu EPI é rotina para muitas equipes de manutenção em plantas de gases industriais. Um dos benefícios do nosso PS200 é que ele pode ser configurado para incluir uma bomba de amostragem interna. Isso significa que uma amostra de gás pode ser coletada com segurança de até 30 metros, usando tubos flexíveis de conexão rápida. Isso elimina a necessidade de descer o detector para um poço ou tanque vazio antes da entrada, e é uma maneira muito melhor de monitorar a atmosfera dentro do tanque“. Se o tanque tiver sido purgado com nitrogênio, será essencial ventilar o tanque com ar antes da entrada. O PS200 pode validar que foi alcançada uma concentração segura de oxigênio no tanque para evitar asfixia da equipe de manutenção.

Gases criogênicos apresentam riscos adicionais. Em alguns gases, pode haver um dique ou poço em torno de um tanque de armazenamento de oxigênio líquido, argônio líquido ou nitrogênio líquido. Se forem liberados gases liquefeitos ou vapores frios, eles afundarão no fundo do poço e a entrada poderá ser extremamente perigosa. “Os operadores certamente vão querer esperar antes de entrar em um poço que tenha sido preenchido com vapores frios de oxigênio, argônio ou nitrogênio - mas eles não vão querer esperar indefinidamente. O sensor de oxigênio no detector de gás PS200 pode medir as concentrações de oxigênio elevadas e reduzidas, o que pode ajudá-los a tomar uma decisão informada sobre quando será seguro retomar o trabalho nessa área”, conclui O'Donnell.

Exemplo de requisitos de detecção de gases a serem considerados em instalações de gases medicinais, especiais e de gases refrigerantes

Enchimento de cilindros de gases medicinais e gases especiais	Enriquecimento/deficiência de oxigênio	Gases inflamáveis (por exemplo, H₂, CH₄)	Gases tóxicos e outros gases perigosos, por exemplo CO₂, CO, H₂S
Enchimento de cilindros de gases especiais e eletrônicos	Ambos	Vasta gama de gases	Vasta gama de gases
Enchimento do cilindros de gases refrigerantes	Deficiência ⁵	Talvez ⁶ , potencialmente: pentane, propane, R32	Talvez ⁶ , potencialmente CO ₂ e NH ₃
Estação de transferência de hélio líquido e enchimento de cilindros	Deficiência		
Enchimento de cilindros de gases medicinais	Ambos ⁴		N ₂ O ⁴
Produção de óxido nitroso	Talvez ⁸		N ₂ O
Enchimento de cilindros de gases industriais	Ambos	Potencialmente CO, H ₂	Potencialmente CO, CO ₂
Produção de acetileno e enchimento de cilindros	Talvez ¹	Acetylene	
Enchimento de cilindros de gases para posto mix de bebidas (CO ₂ / N ₂)	Deficiência		CO ₂
Produção de gelo zeco	Talvez ²		CO ₂ e potencialmente NH ₃ como gás refrigerante

Leituras adicionais

Algumas partes desse documento também serão publicados na gasworld e no H2 View durante 2020.

Este documento é um resumo de alto nível com alguns exemplos de considerações sobre detecção de gases. Para informações mais detalhadas, os seguintes documentos podem ser úteis.

- Práticas de detecção e resposta de vazamento de gases da planta HYCO – Doc 215/18 (EIGA)/CGA H-14-2018
- Guia de práticas seguras para plantas criogênicas de separação de ar - Documento IGC 147/13/E/ CGA P-8-2013/JIMGA-T-S/91/14
- Usinas de gases do ar sem operadores: projeto e operação – Doc.132/15 (EIGA)/CGA P-8.6-2015
- Riscos de incêndio com oxigênio e atmosferas enriquecidas com oxigênio Doc 04/18 (EIGA)
- Riscos de atmosferas deficientes em oxigênio Doc 44/18 (EIGA)
- Manuseio seguro de gases especiais eletrônicos – Doc 199/15 (EIGA)
- Armazenamento, manuseio e uso seguro de gases especiais, Código de Prática da BCGA 18
- ISO 22734-1: geradores de hidrogênio usando o processo de eletrólise da água

Reconhecimentos

As contribuições das seguintes pessoas foram recebidas com gratidão na preparação e revisão de várias partes deste artigo e tabelas.

- Shin Tsushima: Vice-presidente de engenharia de ASU, Matheson Tri-Gas, EUA
- Jorge Duarte Guimarães: Consultor Sênior, JDuarteG Consultoria, Brasil
- Robert Lee, Diretor administrativo da iGAS Technology Solutions Ltd, Reino Unido
- Roberto Parola, Gerente global de gases especiais & equipamentos, The Linde Group, Alemanha
- Christopher Braatz: Desenvolvimento de negócios para soluções de hidrogênio, McPhy Energy, Alemanha
- François Ampe, Gerente de linha de produtos para EMEA, Teledyne Gas and Flame Detection, França
- Guntram Schnotz, Gerente Técnico do Setor de Gás Natural, Corpo de Inspeção da TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Alemanha
- Steve Abbott, Gerente Nacional de Operações, Coregas Pty Ltd, Austrália

O autor agradece a participação das seguintes empresas:



Notas específicas para as tabelas

- ^{*1} Um vazamento de gás inflamável (por exemplo, metano, acetileno ou hidrogênio), pode resultar em deficiência de oxigênio em casos extremos, deve ser detectado por detectores de gás inflamável em baixas concentrações antes que uma atmosfera deficiente em oxigênio seja atingida.
- ^{*2} Um vazamento de CO₂ que pode resultar em deficiência de oxigênio em casos extremos, deve ser detectado pelos detectores de CO₂ antes que uma atmosfera com deficiência de oxigênio seja atingida.
- ^{*3} O caso aqui considerado é o gás natural liquefeito (GNL), ou seja, operações de armazenamento e distribuição de GNL. A produção e purificação de GNL em operações de processamento de gás natural exigirão detecção de H₂S e outros gases.
- ^{*4} Os enchimentos de gases medicinais mais comuns considerados aqui são: oxigênio puro, nitrogênio puro, ar medicinal (que pode ser misturado com oxigênio e nitrogênio) e a mistura de misturas de oxigênio/óxido nitroso e misturas de hélio/oxigênio. O enchimento de misturas especiais de gases medicinais, como misturas de CO₂/oxigênio ou gases de teste da função pulmonar contendo CO ou acetileno, pode exigir precauções adicionais de detecção de gases, consulte a seção relevante da tabela. A produção de óxido nitroso a partir de nitrato de amônio exigirá precauções de detecção de gases específicas do processo, consulte a seção relevante da tabela.
- ^{*5} Muitos gases refrigerantes fluorados não são facilmente detectados por detectores de gases comuns e para aqueles que não são tóxicos e não inflamáveis, um detector de gás oxigênio detectando falta de oxigênio pode ser uma precaução apropriada.
- ^{*6} Os gases refrigerantes são um amplo grupo de produtos que pode incluir gases inertes de HFC ou HCFC como R134a; gases inflamáveis de HFO como R32 e R1234yf; hidrocarbonetos inflamáveis como propano e gases tóxicos como amônia e CO₂. Algumas operações de enchimento de cilindros de gases refrigerante concentram-se em alguns produtos com uma gama limitada de riscos, enquanto outros processam uma ampla gama de produtos para os quais é necessária uma ampla gama de precauções.
- ^{*7} Um analisador de gás com detector de ionização de chama (FID) é geralmente usado para análise de hidrocarbonetos totais no condensador da ASU para a segurança do processo. O FID usa hidrogênio como gás combustível. O hidrogênio geralmente é fornecido em cilindros de gases especiais ou por um gerador onsite de hidrogênio em escala laboratorial. Como a sala de instrumentação geralmente é um espaço fechado, a detecção de gás é necessária, apesar das quantidades relativamente pequenas de gás hidrogênio envolvida.
- ^{*8} Um vazamento de N₂O que pode resultar em deficiência de oxigênio em casos extremos, deve ser detectado por um detector de gás N₂O antes que uma atmosfera com deficiência de oxigênio seja atingida.
- ^{*9} O eletrolisador produz hidrogênio no cátodo e simultaneamente produz oxigênio no ânodo. Se o oxigênio vazar, pode resultar em enriquecimento de oxigênio.

Notas gerais das tabelas

Cada local é único e os detectores de gases e sistemas de alarme devem ser colocados de acordo com as considerações da avaliação de risco do local em questão.

Os detectores de gás de uso pessoal ou portáteis também devem ser considerados para o pessoal quando estiverem em áreas que possam expô-los a uma atmosfera perigosa.

É prática comum instalar detectores de gases com base no risco mais grave apresentado por um vazamento de gás. Por exemplo, um vazamento de metano pode causar uma explosão e incêndio. Um vazamento grave de metano também pode causar deficiência de oxigênio. Neste exemplo, o uso de dois detectores de gases com base em diferentes tecnologias, por exemplo, infravermelho e catalítico, seria uma boa prática. Cada detector de gás geralmente seria configurado para detectar metano a 50% do seu limite inferior de explosividade. Isso gera redundância para o sistema e deve detectar o vazamento e acionar a mitigação antes que o risco de deficiência de oxigênio seja atingido.

A seleção da tecnologia do sensor pode ser influenciada pela frequência de exposição prevista. Por exemplo, um detector de infravermelho é mais caro que um sensor catalítico, mas suporta a exposição repetida a altas concentrações de gases para ter melhor detecção e tem uma vida útil mais longa. O uso de dois detectores de gases baseados em diferentes tecnologias para detectar o mesmo risco, por exemplo, IR e sensor catalítico para detecção de vazamento de metano, pode ser uma boa prática, se o orçamento do projeto permitir. Isso cria redundância para o sistema e deve detectar o vazamento e acionar a mitigação antes que uma situação perigosa seja atingida.

É prática comum usar diferentes tecnologias de sensores de detector de gases em um regime de mitigação de segurança automatizado em escala. Por exemplo, em uma casa de compressores de amônia, um sensor do tipo eletroquímico pode acionar ventiladores em baixos níveis de amônia. Um detector catalítico pode então iniciar um desligamento elétrico completo em concentrações mais altas de amônia. Isso evita a dependência de uma única tecnologia de detecção de gás.

Espaços fechados (por exemplo, edifícios de plantas, salas de instrumentação para controle de processos e laboratórios de análise de gases) requerem precauções adicionais, em comparação com áreas externas bem ventiladas.



Notas gerais das tabelas

Em muitos dos processos acima, o nitrogênio às vezes é usado como uma alternativa ao ar comprimido como gás de serviço para sistemas pneumáticos. Onde isso ocorrer, pode haver a necessidade de detecção de gás para identificar a deficiência de oxigênio se o nitrogênio for usado em espaços confinados.



Áreas de armazenamento de gases interno e externo ou gabinetes de gases em instalações de produção de gases industriais, por exemplo: cilindros de gases inflamáveis ou tóxicos, também podem garantir a detecção de gás.



A localização mais adequada dos sensores de detecção de gases também deve ser considerada. Alguns gases, como metano e hidrogênio, são mais leves que o ar e um detector de gás localizado no teto de um espaço fechado pode ser aconselhável. Outros gases, como o dióxido de carbono, são mais pesados que o ar e um local próximo ao nível do chão pode ser apropriado. Da mesma forma, o acúmulo de líquidos criogênicos inertes, como nitrogênio líquido, pode ser melhor detectado no nível do solo, uma vez que o gás frio é mais denso que o ar ambiente.



Os exemplos neste relatório geralmente se referem ao processo normal de operação. As atividades de construção, partida (por exemplo, com nitrogênio em um SMR), desativação, purga e manutenção devem estar sujeitas a avaliações de risco específicas e a detecção de gás provavelmente será especificada sob uma 'permissão de trabalho' apropriada. Esta permissão pode especificar o uso de equipamentos portáteis ou de uso pessoal de detecção de gases.



O dióxido de carbono (CO₂) e o óxido nitroso (N₂O) têm alguns efeitos tóxicos documentados, no entanto, eles não são classificados como gás tóxico de acordo com o GHS.



Sobre o autor

Stephen B. Harrison tem 30 anos de envolvimento em gases industriais, medicinais, especiais e gases refrigerante. Anteriormente, ele foi responsável global de Gases Especiais & Equipamentos da Linde Gas e passou mais de 15 anos na BOC Gases em funções de liderança e gerenciamento nacional. Ele é agora o proprietário e diretor administrativo da sbh4 GmbH. Ele oferece consultoria de desenvolvimento de negócios e estratégia, consultoria de M&A, serviços de marketing e RP para os setores de detecção de gases, instrumentação para análise de gases e setores industrial, medicinal, gases especiais e refrigerantes.

Nota de Copyright

Texto e tabelas copyright sbh4 GmbH 2020, todos os direitos reservados.

Várias imagens foram fornecidas pela Teledyne Gas and Flame Detection, Coregas Pty Ltd e MathesonTri-Gas, com permissão.

Notal Legal

As informações contidas neste relatório são apresentadas para estimular e promover boas práticas de segurança. O objetivo é aumentar o nível de conscientização sobre o amplo escopo e o papel importante que a detecção de gases desempenha na segurança das operações de gases: industriais, medicinais, gases especiais e de gases refrigerantes. Nenhuma responsabilidade será aceita, seja o autor, colaboradores ou revisores deste relatório por qualquer uso ou mau uso das informações fornecidas. Além disso, nenhuma responsabilidade é aceita por imprecisões ou omissões.

