

Nuvem de Vapor Inflamável: Prevenção, Detecção e Mitigação



Nuvem de Vapor Inflamável: Prevenção, Detecção e Mitigação

INTRODUÇÃO

A nuvem de vapor é um dos maiores perigos nas áreas produtivas onde ocorrem reações químicas com a utilização de produtos inflamáveis.

Nuvem de vapor é o evento mais perigoso na área de produção de resinas, devido ao uso de materiais inflamáveis. Uma nuvem de vapor é geralmente uma liberação de material inflamável quente, que tem a aparência de um “nevoeiro denso” (neblina). A ignição da nuvem de vapor tem o potencial de causar extensivos ferimentos às pessoas e danos aos equipamentos.

O QUE PODE CAUSAR UMA NUVEM DE VAPOR?

PERDA DO SISTEMA DE INTEGRIDADE

- Tampas, válvulas e linhas de carregamento abertas;
- Perda de gaxetas;
- Medidores em geral quebrados;
- Vazamentos em selos, etc.

POSSÍVEIS FONTES

- Reatores;
- Tanques de alimentação;
- Tanques de diluição;
- Filtros;
- Bombas.

PRESSÃO ALTA DO SISTEMA

- Reações sob pressão;
- Reações fora de controle (runaway reactions).

DANOS CAUSADOS PELA IGNIÇÃO DE UMA NUVEM DE VAPOR

O “estrago” causado pela ignição de uma nuvem de vapor dependerá de alguns fatores como:

- Quantidade e tipo de material inflamável (1kg de vapor de hidrocarbonetos = 1kg de TNT);
- Confinamento/congestionamento;
- Tipo da fonte de ignição.

Importante: *A nuvem de vapor pode se formar rapidamente. Independente de seu tamanho, seu potencial de causar danos e ferimentos é significativa. Sempre deve-se assumir que a nuvem de vapor entrará em ignição!*

FONTES DE IGNIÇÃO

- Faíscas provenientes de equipamento elétrico;
- Superfícies quentes;

- Fricção;
- Faíscas mecânicas.

CASO: NYPRO UK – FLIXBOROUGH, REINO UNIDO

A planta química, de propriedade da Nypro (Reino Unido), em operação desde 1967, produzia caprolactona um precursor químico que era utilizado para a fabricação de nylon.

O processo envolvia a oxidação do ciclohexano com o ar em uma série de 6 reatores, para produzir uma mistura de ciclohexanol e ciclohexanona.

Dois meses antes da explosão foi identificada uma trinca no reator número 5. Decidiu-se então, que aquele reator seria isolado dos outros 5, através de uma tubulação “by-pass”, que permitiria a continuidade das operações da planta, enquanto reparos estivessem sendo feitos.

No dia primeiro de junho de 1974, em um sábado, às 16:53h, a tubulação “by-pass” contendo ciclohexano à 150°C e 10 kgf/cm², se rompeu.

40 toneladas de ciclohexano vazaram pela tubulação rompida, formando uma gigantesca nuvem de vapor, de aproximadamente 150 m de diâmetro. Ao se expandir, a nuvem de vapor encontrou uma fonte de ignição, muito provavelmente a fornalha da planta de produção de hidrogênio que ficava próxima.

A explosão destruiu completamente a planta. Aproximadamente 1800 prédios, que se encontravam em um raio de 1500 metros, foram danificados. Estima-se que a explosão tenha liberado uma energia equivalente a 15 toneladas de TNT (dinamite), ou 60 gigajoules. O fogo consumiu a planta por mais de 10 dias.

28 fatalidades ocorreram. Entretanto, observadores disseram que esse número poderia ser superior a 500, caso a explosão tivesse ocorrido em um dia da semana.

Após investigação, oficialmente foi determinado que o by-pass se rompeu devido a tensão lateral na tubulação, durante oscilação da pressão:

- O by-pass foi projetado por engenheiros que não tinham experiência com tubulações para altas pressões;
- Não foram produzidos planos, nem cálculos;
- Não foram realizados testes antes do início das operações;
- A tubulação foi montada sobre um sistema de andaimes, sem fixação adequada, o que permitiu movimentação dos tubos, quando submetidos a alta pressão.

Todas essas deficiências conduziram a um clamor público comum sobre a questão da segurança industrial. O governo britânico, conseqüentemente, passou a ser muito mais exigente em sua legislação no que se refere a Processos Industriais de Risco.

PREVENÇÃO

PREVENINDO LIBERAÇÕES

A principal medida preventiva é a manutenção da integridade do sistema:

- Fechar firmemente bocas, tampas e compartimento de retirada de amostras;
- Manter gaxetas em boas condições;
- Fechar válvulas e linhas de carregamento;
- Realizar teste de integridade após atividades de manutenção e antes de iniciar a produção (após parada de fim de semana, feriados, etc).

O teste de integridade consiste na pressurização do sistema (vaso, coluna, condensador, etc), através do insuflação de nitrogênio até atingir a pressão de 5 psig.

O sistema deve se manter pressurizado por 15 minutos, sendo permitida uma queda máxima de pressão da ordem de 10% (0,5 psig).

Caso ocorra falha no teste (pressão após 15 minutos inferior a 4,5 psig), deve ser investigada a causa da falha, a mesma deve ser corrigida e o teste realizado novamente.

Para reatores que necessitam de carregamentos através da portinhola de acesso (que não possuem sistema fechado de carregamento), o teste deve ser realizado, sempre que a portinhola do mesmo for aberta.

PREVENINDO A IGNIÇÃO

- Assegurar que todos os equipamentos elétricos sejam instalados conforme classificação requerida e que a manutenção dos mesmos seja bem feita;
- Seguir procedimentos de aterramento e inertização;
- Utilizar ferramentas anti-faísca.

DETECÇÃO

Embora a prevenção seja a melhor linha de defesa contra uma potencial nuvem de vapor, é recomendado um sistema para detecção prévia no caso de liberação.

O sistema de detecção consiste na instalação de sensores de hidrocarbonetos próximos às potenciais fontes de liberação.

Esses sensores devem se comunicar com um sistema lógico (exemplo: PLC - Programmable Logic Control), que avisará caso a concentração de hidrocarbonetos atinja níveis elevados (20-30% LEL) e/ou alertará (alarme específico de nuvem de vapor) para evacuação das dependências, caso a concentração de hidrocarbonetos atinja níveis perigosos (40-50% LEL).

LEL (Lower Explosive Limit) é a concentração mínima de um material inflamável, no ar, que permitirá a ignição. O LEL varia de acordo com o tipo de material (ex: xileno = 1,0%; metacrilato de metila = 1,7%).

Para ambos os casos, deve ser indicado em painel, fora da área de produção, qual o sensor que gerou o alarme, permitindo assim, de forma rápida, identificar o local exato da liberação.

O alarme de nuvem de vapor deve ser diferenciado, pois ninguém deve se dirigir à área onde ocorreu a liberação, nem mesmo a brigada de emergência.

MITIGAÇÃO

Ventilação de emergência deve ser utilizada para reduzir a concentração dos vapores inflamáveis. A ativação da ventilação de emergência deve oferecer sempre duas alternativas:

- 1) Automática - Através dos sensores de hidrocarbonetos.
- 2) Manual - Instalação de botões de emergência de nuvem de vapor, próximos a todas as saídas da área dos sistemas dos reatores, é requerida pois, caso seja visualizada a nuvem de vapor por alguém da área operacional, o mesmo poderá ativar o sistema de alarme e ventilação com o simples acionamento do botão durante a evacuação.

Lembre-se:

- A proteção das pessoas é a maior prioridade;
- Imediata evacuação é requerida;
- Não investigar a fonte da liberação, ou tentar consertá-la;
- Não passar através, ou próximo à nuvem de vapor;
- Não retornar à área, até que sejam garantidas totais condições de segurança.

REFERÊNCIAS

Health and Safety Executive, *The Flixborough Disaster : Report of the Court of Inquiry*, HMSO, ISBN 0113610750, 1975.

WOODWARD, John L., *Estimating the Flammable Mass of a Vapor Cloud*

GROSSEL, Stanley S., *Deflagration and Detonation Flame Arresters*

WOODWARD, John L., JOHNSON, David W., *Release: A Model with Data to Predict Aerosol Rainout in Accidental Releases*

Zurich Brasil Seguros

Av. Jornalista Roberto Marinho, 85 - 23º andar
Brooklin Novo – 04576-010
São Paulo, SP – Brasil

Publicação do Departamento de Risk Engineering da Zurich Brasil Seguros S.A.
Edição Digital nº 01 - Atualizada em Dezembro/2020

Para receber outros informativos ou obter maiores informações, contatar o
Departamento de Risk Engineering da Zurich.

E-mail: engenharia.riscos@br.zurich.com

A informação contida nesta publicação foi compilada pela Zurich a partir de fontes consideradas confiáveis em caráter puramente informativo. Todas as políticas e procedimentos aqui contidos devem servir como guia para a criação de políticas e procedimentos próprios, através da adaptação destes para a adequação às vossas operações. Toda e qualquer informação aqui contida não constitui aconselhamento legal, logo, vosso departamento legal deve ser consultado no desenvolvimento de políticas e procedimentos próprios. Não garantimos a precisão da informação aqui contida nem quaisquer resultados e não assumimos responsabilidade em relação à aplicação das políticas e procedimentos, incluindo informação, métodos e recomendações de segurança aqui contidos. Não é o propósito deste documento conter todo procedimento de segurança ou requerimento legal necessário. Esta publicação não está atrelada a nenhum produto em específico, e tampouco a adoção destas políticas e procedimentos garante a aceitação do seguro ou a cobertura sob qualquer apólice de seguro.

