

Explosões de particulado orgânico e operações de enchimento



Explosões de particulado orgânico e operações de enchimento

Enchimento e descarregamento de silos, principalmente com grânulos de polímero por meios pneumáticos, aumentam o perigo de um acúmulo de descarga eletrostática e conseqüentemente, uma explosão, como já tem acontecido, infelizmente, com muitos operadores de planta.

O incidente descrito abaixo, provavelmente, foi iniciado pela operação de enchimento. Segundo o relatório de um investigador independente, o produto ficou com carga estática por ter sido bombeado a vácuo (sucção a vácuo) de um vagão para o silo através de um tubo de seis polegadas. Como o pó de ABS (Acrilonitrila butadieno estireno) estava dentro do silo, as partículas de ABS com carga e em movimento causaram um acúmulo de eletricidade estática. Ao mesmo tempo, pressupõe-se que uma fina camada de pó de ABS foi formada na parede interna do silo, evitando assim que a carga se dissipasse continuamente através do sistema de aterramento. Uma descarga de eletricidade estática posterior e repentina provocou a explosão.

Para obter uma melhor compreensão geral dos problemas associados com a carga e descarga de polímeros em silos, consultamos o Dr. Martin Glor, um dos principais especialistas em explosões de particulados industriais.

O PRODUTO: ATRAÇÃO ESTÁTICA DO POLÍMERO

Polímeros, tais como particulados de ABS são altamente susceptíveis ao acúmulo de cargas estáticas. Quanto mais finas as partículas de pó, menor a energia mínima de ignição e, conseqüentemente, estão mais susceptíveis a uma explosão. Ao mesmo tempo, quanto mais grosso for o produto original, maior é a energia liberada por uma descarga eletrostática. Portanto, como diz o Dr. Glor, “se você colocar grânulos grosseiros em um silo, elimine o pó que surgiu pela operação de enchimento e reintroduza os ‘grânulos’ ao silo, pois caso contrário, trata-se do pior cenário que está prestes a acontecer.”

TROCANDO PRODUTO DE CONTÊINERES

Transportar produto, tais como pó de ABS, por meios pneumáticos é uma prática comum e eficiente e, desde que o sistema permaneça fechado (para evitar as descargas estáticas ao entrar em contato com o ar, normalmente adiciona-se um gás inerte, como o nitrogênio) será também seguro. No entanto, todos os sistemas de transportadores têm interface de operações – como, por exemplo, entre um contêiner para granel (por exemplo, vagões) e o tubo de alimentação, ou entre o tubo de alimentação e o filtro de manga e o vagão / silo. Estas interfaces podem expor o sistema ao ar ambiente e, conseqüentemente, aumentar a probabilidade de uma explosão (por exemplo, na presença do particulado de polímero – mistura de ar).

Os contêineres intermediários flexíveis para granel (FIBCs) são bastante vulneráveis porque eles “respiram” e devem ser esvaziados em um vagão de carga antes que o produto seja transferido para outro contêiner (por exemplo, um silo). Porém, qualquer que seja o tipo de contêineres e sistemas de transporte utilizados, eles devem ser adequadamente aterrados e todas as superfícies nas áreas de carga, descarga e armazenamento devem ser mantidas livres de particulado.

EXPLOSÕES SECUNDÁRIAS

Uma explosão em um contêiner pode provocar uma explosão secundária em outro contêiner, por exemplo, através do tubo. Na verdade, é provável que a explosão secundária seja muito mais forte se for iniciada por um jato de chama ao invés de um ponto de ignição, e/ou, se o primeiro contêiner tem um volume maior do que o segundo. Se este último caso for real, a explosão a partir da primeira explosão irá aumentar a pressão de ar no segundo contêiner fazendo com que a explosão secundária seja, proporcionalmente, mais violenta do que a primeira. Assim, se o pó baixar nas superfícies, as ondas de choque criadas por uma explosão primária poderão jogar esses particulados orgânicos no ambiente, formar uma mistura explosiva e levar a uma explosão secundária – a qual também pode ser mais grave do que a primeira.

Nessas circunstâncias, o Dr. Glor afirma que, seguir as normas (por exemplo, VDI ou NFPA) não será suficiente. Portanto, medidas “construtivas” (ou seja, medidas de supressão de explosão e ventilação) devem ser executadas junto com medidas de isolamento ou ‘dissociação’, por exemplo, instalar válvulas rotativas entre os contêineres.

FILTROS DE MANGA

Para Martin Glor, os filtros de manga são muito críticos porque “aqui, como é o caso do pó de ABS, há um acúmulo de pó fino justamente dos produtos que são altamente sensíveis à ignição. Além disso, a menos que a quantidade de oxigênio na atmosfera do filtro de manga tenha sido reduzida, a concentração de ar/particulado proporciona a mistura ideal para explosão.”

Os filtros de manga também são bastante difíceis de serem aterrados. Por exemplo, as gaiolas de metal que transportam os elementos de filtração, muitas vezes, não entram em contato apropriado com a estrutura de metal que prende os sacos de filtro no lugar. E se os elementos do filtro são feitos com um material sintético, e carregados com pós finos de polímero, as gaiolas são transformadas em capacitores.

DESCARGAS ESPONTÂNEAS

Talvez a área mais crítica, no entanto, seja o acúmulo de energia estática no contêiner receptor. Como o Dr. Glor afirma: “Mesmo se tudo está aterrado e o silo é feito de aço inoxidável, se o estoque de abastecimento é altamente resistente, ele irá acumular uma carga estática e, eventualmente, haverá uma forte descarga espontânea.” Embora estas descargas sejam geralmente conhecidas como cones de descarga, elas podem facilmente ocorrer sem um cone. “Fizemos testes com grânulos de polietileno, onde transportamos o produto pneumáticamente para um silo com um diâmetro de três metros. No tubo de abastecimento, os grânulos ficam bem dispersos no ar durante o transporte pneumático e acumulam diferentes níveis de carga eletrostática devido à tribo eletrificação.” Este processo é complementado pelo que Martin Glor denomina de ‘compactação de carga’. “Quando deixamos cair o produto transportado para o contêiner de material a granel, paralelamente com o mecanismo de compressão e compactação das partículas, há uma compactação extrema da carga eletrostática. Se a condutividade de superfície do particulado é muito baixa, a carga que eles possuem não pode se dissipar no solo de forma rápida o suficientemente. Isto significa que a densidade de carga de espaço acumulada no leito de particulado é muito mais elevada do que a do sistema de transporte ou na nuvem de partículas carregadas. Portanto, os campos elétricos mais fortes são as bordas do leito de particulado.¹”

| Fatores influentes variáveis nos sistemas de transporte pneumático | | | | |
|--|--|--|--|--|
| Diâmetro do duto | Vazão (m ³ por minuto @ 25 metros por segundo*) | Perda de fricção (em milibares por 100 metros) | Capacidade habitual em toneladas/h (Linha de pressão negativa) | Capacidade habitual em toneladas/h (Linha de pressão positiva) |
| 100 mm | 12 | 90 | 1 – 3 | 6 – 20 |
| 130 mm | 19 | 70 | 2 – 5 | 7 – 25 |
| 150 mm | 28 | 50 | 2 – 7 | 10 – 40 |
| 200 mm | 51 | 40 | 7 – 14 | 20 – 70 |

*Este é o valor médio variando entre 15 – 40 metros por segundo.

Os cones de descarga ocorrem quando a altura do leito é maior do que o raio do silo. Seguindo o caminho de menor resistência, os cones de descarga acontecem na forma de um canal de descarga, que apontam para fora se a altura do leito de particulado for maior do que o raio do silo, ou para baixo, através do leito, se a sua altura for menor do que o raio do silo. 1. Veja também a explicação abaixo.

A energia de descarga pode ser calculada se souber o tamanho das partículas e o diâmetro do silo.

‘CONE DE DESCARGA’

O termo ‘cone de descarga’ é, em alguns aspectos, um equívoco. Assim, os cones de descarga, de acordo com Martin Glor, podem ocorrer independentemente da formação de um verdadeiro cone no vagão receptor. Na verdade, as imagens produzidas em câmera lenta mostram que as descargas sempre ocorrem nas extremidades do leito de particulado. Isso é, na verdade, uma sequência lógica, dado o potencial e a distribuição do campo elétrico aterrado, onde o campo mais forte é sempre ao longo das extremidades do leito do produto, ou seja, na parede interior do silo.

Dessa forma, isso pode ser comparado com a energia de ignição mínima do produto, para proporcionar uma base para a introdução de medidas preventivas.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Em geral, o modo mais seguro para evitar explosões de particulado é evitar ou eliminar as partículas finas, e garantir que não haja ar ou fontes de ignição presentes. No entanto, quando se trata de materiais como polímeros em grande escala, não é tão fácil erradicar as fontes de ignição. Em termos de características mínimas de ignição de energia e eletrostática, o Dr. Glor declara que, polímeros e, muitas vezes, os aditivos usados em polímeros, são muito sensíveis, muito mais do que os cereais ou o açúcar. Por outro lado, os dois últimos são mais suscetíveis a produzir partículas finas.

Além disso, a transmissão pneumática de estoque promove o acúmulo de cargas estáticas, e os polímeros com uma resistividade específica de 10^{12} ohm·m, tornam-se altamente carregados. Mesmo se todos os componentes estejam aterrados e o silo é feito de aço inoxidável - como foi o caso descrito na Lição de Prejuízos - quando o produto altamente isolante é inserido no silo, há grandes descargas eletrostáticas.

Mas, não seria possível provocar pequenas descargas a fim de evitar o acúmulo de uma grande carga estática? “Teoricamente sim, mas na prática: esqueça! Você poderia tentar dissipar o acúmulo, provocando descargas de corona. No entanto, isso implicaria na fixação de objetos de metal pontiagudos na parede interna do silo. O problema com esta abordagem é que esses objetos tendem a quebrar e então, somente resta o metal isolante, o que resulta em clássicas descargas de ignição.”

HASTE DE METAL CONDUTORA

“A única medida eficaz seria reduzir a duração da descarga ao separar geometricamente as partículas do silo. Assim, a ideia de uma haste no centro do silo não é ruim.” Mas, tal medida só faz sentido se a energia do cone de descarga for menor do que a energia de ignição mínima do produto, diz o Dr. Glor. Na verdade, mesmo se esse fosse o caso, tal haste só poderia reduzir a descarga, mas não a absorver totalmente. “Quando a resistividade do produto é de 10^{12} ohms·m ou maior, o tempo gasto para que a carga seja dissipada é entre 20 minutos e várias horas. Além disso, se o diâmetro do silo é entre dois e três metros, o campo elétrico é tão grande que precisa haver uma descarga”; mesmo com uma haste condutora no local.

ADITIVOS ANTIESTÁTICOS

De acordo com Martin Glor, os compostos antiestáticos são úteis se puderem reduzir a resistividade do produto de 10^{14} para 10^{11} ohms·m.

VENTILAÇÃO E SUPRESSÃO

Basicamente, “se você está trabalhando com um produto altamente isolante em um grande local de armazenamento e de processamento, onde o produto é transportado pneumaticamente, onde particulados finos são gerados em um alcance explosivo e que o produto tem uma energia mínima de ignição de até cerca de 10 mJ, então você precisa adicionar medidas de proteção, como ventilação”. As aberturas para ventilação devem ser projetadas para durar de 25 a 50 eventos anuais.

Onde as energias mínimas de ignição estão a um alcance inferior, a ventilação pode ser inadequada. Dr. Glor lembrou um incidente na indústria de químicos finos, onde a empresa havia instalado ventilação no silo, mas ainda passaram por uma explosão a cada dois anos. Eles trabalhavam com um pó fino, que tinha energias mínimas de ignição entre 1 e 3 mJ. A solução foi inertizar parcialmente a atmosfera ambiente através da redução do oxigênio do ar de 21 a 14 por cento. Isto aumentou a energia de ignição mínima suficiente para impedir outras explosões.

GESTÃO DE PRODUTO E DE PROCESSO

Da mesma forma que os produtos manuseados podem mudar ao longo do tempo (como é o caso na Lição de Prejuízo descrita acima), os processos de descarga, transporte e armazenamento também podem. Um sólido treinamento na Gestão de Processos é um pré-requisito para o gerenciamento de modificações de Plantas. Por exemplo, os engenheiros de manutenção devem estar cientes de que apenas os condutores elétricos e os tubos aterrados podem ser usados nos equipamentos de processo. Em outras palavras, os tubos de polímero e os tubos revestidos internamente com substâncias anticorrosivas são inadequados.

Ao realizar regularmente um Controle de Qualidade (por exemplo, propriedades de polímero, tais como a energia mínima de ignição ou de monômero residual ou teor de solvente) da matéria-prima recebida é, também, de suma importância.

Além disso, é preciso tomar muito cuidado ao desligar os sistemas para inspeções. A simples mudança da dinâmica de fluidos pode criar uma atmosfera explosiva (por exemplo, as camadas de pó podem se soltar dos filtros, criando uma mistura explosiva). Por isso, deve-se evitar martelar durante as inspeções, assim como outras operações de limpeza e outras situações que causam fortes vibrações também devem ser evitadas. Obs.: Considerando que a inertização é a medida preferida para suprimir explosões, é claro que esta não é uma opção para as áreas acessadas pelo pessoal de manutenção; como por exemplo, para inspeções dos contêineres.

ELIMINAR/CONTROLAR RISCOS DE EXPLOSÃO EM SISTEMAS DE TRANSPORTE EM MASSA

- Prevenir, eliminar ou reduzir partículas finas (evitar a reciclagem de partículas finas) por meio de filtros apropriados.
- As fontes de ignição nem sempre podem ser eliminadas. Quando este for o caso, melhore a condutividade e reduza o acúmulo de eletricidade estática, usando um material condutor sempre que possível e fazendo uma conexão ininterrupta.
- Ao trabalhar com materiais altamente isolantes, outras medidas podem ser introduzidas, como, por exemplo, inertização e ventilação (painéis de explosão, dispositivos de desacoplamento).

REFERÊNCIAS

1. *Glor, M. "Overview of the occurrence and incendivity of cone discharges with case studies from industrial practices (possível tradução: Resumo da ocorrência e combustibilidade dos cones de descarga com estudos de caso de práticas industriais)";* Jornal de Prevenção de Perdas nas Indústrias de Processo 14 (2001) 123-128.

AVISO LEGAL

As informações e sugestões contidas nestas Percepções de Risco foram desenvolvidas a partir de fontes externas. A Zurich Services Corporation não dá garantias e não aceita nenhuma responsabilidade sobre a exatidão destas Percepções de Risco, qualquer resposta da empresa aos inquéritos relativos às Percepções de Risco, cumprimento por parte destas Percepções de Risco de normas específicas, leis ou outras normas, ou a utilização da informação contida nas Percepções de Risco proporcionará saúde ou segurança do local de trabalho.

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.

