

Boletim de Segurança INCÊNCIO DE FLUIDOS TÉRMICOS ORGÂNICOS E SUA PREVENÇÃO



Os fluidos orgânicos para transmissões térmicas são fluidos para aquecimento e/ou refrigeração indiretas, que operam a baixa pressão em comparação com sistemas de troca térmica água e vapor. Além da operação à baixa pressão, com as respectivas vantagens de custo, o uso de fluido térmico orgânico proporciona controle mais preciso da temperatura de processo, menor custo de manutenção e menor investimento (custo de capital). Os fluidos térmicos orgânicos podem operar em uma extensa faixa de temperatura. Grande parte dos fluidos térmicos orgânicos classifica-se como líquidos passíveis de combustão em presença de oxigênio e ignição.

Sistemas de Fase Líquida Versus Sistemas de Fase Vapor

Ambos os sistemas, de fase líquida e de fase vapor, são utilizados em processos de transmissão térmica. Os fluidos térmicos de fase líquida podem ser utilizados em sistemas não pressurizados. As principais vantagens dos sistemas de transmissão de calor em fase líquida versus vapor são os custos menores de instalação e de operação. O custo de capital pode ser reduzido com a eliminação de tubulações de grande diâmetro, captadores de vapor e instalações para tratamento de água, e pela redução do tamanho das válvulas de segurança. O reduzido custo de operação deve-se a menores exigências de manutenção e a menores perdas de fluido (por vazamento).

Os sistemas de fase vapor também têm suas vantagens próprias, incluindo maior homogeneidade na transmissão de calor, controle mais preciso de temperatura e menor volume total de fluido em uso em comparação com um sistema equivalente de fase líquida.

Conquanto os fluidos térmicos orgânicos apresentem inúmeras vantagens, algumas considerações se fazem necessárias. Estes materiais são líquidos combustíveis, e sistemas contendo fluido podem alimentar um incêndio. Tais incêndios podem resultar de um vazamento na tubulação dentro do aquecedor, ruptura na tubulação da linha ou outra falha mecânica. Vazamentos de um sistema fase vapor podem formar névoas de fluido vaporizado que podem explodir no ar.

Manter o ambiente interno do sistema de transmissão de calor isento de ar para combustão é essencial para se reduzir o risco de incêndios.

Tipos de Incêndio

Examinando a incidência histórica de incêndios, torna-se evidente que os incêndios em sistemas de fluidos térmicos orgânicos mais reportados são aqueles que tiveram início devido à alta temperatura do ambiente em torno. Estes incêndios incluem aqueles relacionados com vazamentos do fluido para dentro do isolamento térmico das tubulações e incêndios devido a vazamentos nas tubulações internas do aquecedor ou rupturas para dentro de áreas de gás quente ou chama aberta.

Boletim de Segurança INCÊNCIO DE FLUIDOS TÉRMICOS ORGÂNICOS E SUA PREVENÇÃO



Incêndios de Isolamento Térmico

Incidentes relacionados com o isolamento térmico são alguns dos tipos mais comuns envolvendo sistemas de fluidos térmicos orgânicos. Tipicamente, ocorre um vazamento em um flange ou em uma conexão de instrumentos que escoam para dentro do isolamento da tubulação (por exemplo, silicato de cálcio, lã de rocha, fibra de vidro). A ignição tem origem quando o isolamento encharcado é superaquecido pelo fluido em circulação ou pela tubulação quente, que lentamente oxidam o fluido na presença de ar. Este processo produz componentes de baixo ponto de autoignição, que resultam no surgimento de mechas de fogo (pinking fires). Esse incêndio pode atuar como fonte de ignição para outros incêndios.

Vazamentos são muitas vezes sorrateiros em sistemas térmicos quentes e completamente isolados. Devido às propriedades dos materiais, da expansão e contração térmicas do sistema de tubulação durante as paradas, vazamentos podem ocorrer. Sem manutenção adequada, a possibilidade de surgimento de vazamentos deve ser considerada. O projeto dos sistemas de tubulação e de isolamento é muito importante. Os critérios básicos para o projeto devem incluir isolamento de um tipo que não fique facilmente encharcado ou encoberto, de forma que vazamentos poderão ser drenados para local adequado, sem ensopar o isolamento.

Incêndios por Furos ou Rupturas na Tubulação

Furos ou rupturas de tubos dentro das áreas de gás quente ou de chama aberta do aquecedor são, comumente, os mais danosos do ponto de vista da propriedade e da interrupção de negócios. Quando estas falhas ocorrem, usualmente, uma fonte de ignição ou um ambiente de autoignição está imediatamente presente, e pode haver um grande volume estocado de combustível pressurizado para alimentar o fogo.

Furos ou rupturas de tubos podem ocorrer por várias razões, incluindo superaquecimento, bloqueio ou interrupção do fluxo na tubulação, erosão ou corrosão causada pelo fogo, contaminação do fluido térmico, superpressurização, idade do sistema, inadequações do projeto, imposição da chama, expansões e contrações térmicas.

Termopares podem ser utilizados para monitorar as temperaturas dos gases no cano da chaminé e nos metais da tubulação do fluido térmico, bem como devem ser feitas verificações visuais dos tubos do queimador. Porém, inspeções periódicas durante paradas e testes de fluido térmico no sistema ainda são necessários para a proteção contra esse tipo de incidente perigoso.

Boletim de Segurança

INCÊNCIO DE FLUIDOS TÉRMICOS ORGÂNICOS E SUA PREVENÇÃO



Incêndios de Ponto de Fulgor

Para este tipo de incêndio acontecer, o fluido, o ar atmosférico e uma fonte de ignição devem coexistir acima de uma temperatura mínima conhecida como ponto de fulgor.

Esta condição raramente existe em sistemas de transmissão de calor razoavelmente projetados e operados com fluidos de ponto de fulgor modestamente altos. Prevenir vazamentos para fontes potenciais de ignição é absolutamente obrigatório. A seleção apropriada de bombas, sistema de tubulação e manutenção adequada contribuirão para minimizar estes incidentes. Respiros de alívio do sistema de transmissão térmica devem ser dirigidos para áreas seguras.

Incêndios de Materiais de Processo

Uma quarta categoria de incêndio resulta do vazamento do fluido térmico para dentro do processo que está sendo aquecido, onde os materiais em processo são agentes de oxidação ou superfícies catalíticas ativas, que promovem a combustão. Novamente, o projeto mecânico e manutenção para prevenir craqueamento térmico, corrosão, oxidação dos materiais em processo ou do fluido térmico são as melhores opções contra este tipo de incêndio.

Propriedades dos Fluidos Térmicos

Os fluidos térmicos orgânicos foram desenvolvidos para permitir processos em altas temperaturas sem os riscos associados ao vapor e a altas pressões, e também para proporcionar troca térmica uniforme e eficiente, o que é difícil conseguir através do aquecimento dos processos com fogo direto. Tendo em vista que os fluidos térmicos líquidos podem ser utilizados em sistemas com distribuição por redes, ficam reduzidos os riscos de se operar com aquecedores individuais para cada unidade do processo com seus múltiplos pontos de ignição. Os fluidos térmicos se caracterizam pelas seguintes particularidades: faixa de temperatura de operação, dando particular atenção à temperatura mínima de bombeamento (como ponto de fusão ou limite de viscosidade); temperatura de operação para volume máximo (limite de estabilidade); ponto de ebulição e níveis de pressão de vapor (que afetam as taxas de pressão de projeto do sistema).

Do ponto de vista de segurança contra incêndios, duas propriedades críticas dos fluidos térmicos são: ponto de fulgor e temperatura de autoignição, que representam possibilidades de ignição a baixas temperaturas na presença de uma fonte de ignição e uma temperatura mais alta onde a autoignição possa ocorrer.

Casos de Incêndios

Apresentados na Tabela 1 estão os casos de incêndios relacionados ao tipo de fluido, proporção hidrogênio/carbono, temperatura do sistema, área do incêndio, tipos e causas do incêndio. A Tabela 2 dá uma breve descrição dos eventos que provocaram o incêndio. A Tabela 3 descreve se e quais ações corretivas foram adotadas.

Boletim de Segurança

INCÊNCIO DE FLUIDOS TÉRMICOS ORGÂNICOS E SUA PREVENÇÃO



Ao examinar as causas dos incêndios analisados, parece haver pouca relação com a proporção H:C ou com a temperatura de operação do sistema. Falhas mecânicas, de operação e erros de projeto estão associadas mais às decisões humanas, construção do sistema e seleção de componentes.

Prevenção de Incêndios

Projeto

Durante o projeto, alguns métodos para consideração incluem: todos os equipamentos devem satisfazer aos padrões especificados; dispositivos de alívio devem ser instalados em todos os componentes de grande porte; vapor de combate a incêndio disponível ao lado de cada queimador; válvulas operadas à distância e desligamento automático da bomba; linhas de descarga para todos os dispositivos de alívio; aquecedores com chama direta e outros equipamentos devem obedecer aos critérios de espaçamento (layout); instalação de sprinklers automáticos; operação à distância de válvulas e equipamentos importantes, com alternativas de operação manual para controles automáticos; seleção cuidadosa dos materiais de isolamento térmico; gaxetas de flanges em aço inoxidável com grafite flexível; equipamentos elétricos projetados para evitar o ingresso de névoas de fluido térmico.

Onde houver presença de fontes de ignição, como em queimadores de combustível, o equipamento que contém a fonte de ignição deve estar em ambiente aberto ou ter ampla ventilação para troca de ar a fim de prevenir o acúmulo de vapores e névoa de fluido térmico.

Treinamento de Pessoal

Para diminuir a possibilidade ou as consequências de um incidente, as ações relevantes incluem: fornecimento de manuais de operação completos com treinamento adequado de todos os operadores; reciclagem do treinamento para todos os operadores; treinamento para equipes de combate a emergências; aplicação de exercícios de emergência; fornecimento de manuais para extintores de incêndio Classe B, com aplicação de treinamento para o combate a pequenos incêndios.

Manutenção e Reparo

As áreas mais importantes que precisam ser verificadas para minimizar perdas potenciais incluem: análises periódicas do fluido térmico para verificar contaminações e/ou degradação; verificação da aparência da chama do queimador; verificação periódica do nível de incrustações na tubulação do aquecedor; verificação e/ou substituição dos dispositivos de alívio de segurança; verificação de junções e flanges críticos pelo menos uma vez por ano; testes periódicos dos equipamentos de prevenção contra incêndio; reparos na tubulação em geral; e, programa para inspeção periódica de todos os tanques.

Boletim de Segurança INCÊNCIO DE FLUIDOS TÉRMICOS ORGÂNICOS E SUA PREVENÇÃO



Resumo

Se, por um lado, os fluidos térmicos orgânicos líquidos podem ter vantagens sobre sistemas de vapor e gás quente (chama direta), por outro, para o projeto e operação deve-se reconhecer sua natureza combustível. Particular atenção deve ser dada aos riscos de incêndios de isolamento e de aquecedor (incêndios causados por furos ou rupturas na tubulação) através de um acondicionamento apropriado do fluido térmico no sistema. Fluidos sintéticos altamente alquilados e óleos minerais parecem ser suscetíveis a incêndio de isolamento enquanto fluidos térmicos aromáticos parecem resistentes a tais incêndios. Frequentemente, atribui-se a ausência de incêndios de ponto de fulgor a boas práticas de segurança de manter fontes de ignição longe de tubulações e de unidades de processo.

As técnicas de prevenção de perdas por incêndios devem focar duas áreas: prevenção contra incêndios; e, controle e contenção caso ocorra um incêndio. Projeto apropriado, treinamento de pessoal, boas práticas de operação e manutenção, bem como procedimentos de reparo, tudo contribuirá para prevenir emissões de fluido térmico e riscos de possíveis incêndios. Controle e contenção de incêndios são possíveis através de sistemas de sprinklers e de névoa de combate a incêndio, layouts adequados para os equipamentos com apropriadas barreiras resistentes a fogo, válvulas e instrumentalização para os equipamentos de isolamento e tubulações, bem como equipes de emergência apropriadamente preparadas e equipadas.

Boletim de Segurança

INCÊNCIO DE FLUIDOS TÉRMICOS ORGÂNICOS E SUA PREVENÇÃO



Lista 1 - Incêndios em Sistemas de Fluidos Térmicos

Caso	Tipo de Fluido	Proporção H:C	Temperatura Sistema (°C)	Características do Incêndio		
				Área	Tipo	Causa
1	DP/DPO	0,83	345	Vaporizador	Autoignição	Operação
2	Mineral	2,00	315	Tubulação	Isolamento	Manutenção
3	DP/DPO	0,83	290	Reator	Catalítico	Projeto
4	Alquil Aromático	1,75	204	Tq Expansão	Isolamento	Projeto
5	DP/DPO	0,83	326	Vaporizador	Autoignição	Operação
6	DP/DPO	0,83	300	Vaporizador	Autoignição	Projeto
7	Altamente Aromático	1,00	287	Tanque	Ponto Fulgor	Operação
8	Altamente Aromático	1,00	360	Reator	Catalítico	Manutenção
9	Alquil Aromático	1,75	293	Tubulação	Isolamento	Manutenção
10	Altamente Aromático	1,00	321	Tq Expansão	Oxidação	Projeto
11	Silicone	2,00	371	Bomba	Autoignição	Manutenção
12	Alquil Aromático	1,75	273	Tubulação	Isolamento	Manutenção
13	Alquil Aromático	1,75	232	Tq Expansão	Isolamento	Manutenção
14	Mineral	2,00	260	Tubulação	Isolamento	Manutenção
15	Mineral	2,00	287	Tubulação	Isolamento	Manutenção
16	Alquil Aromático	1,75	287	Bomba	Autoignição	Operação
17	Altamente Aromático	1,00	287	Aquecedor	Autoignição	Desconhecida
18	Altamente Aromático	1,00	315	Aquecedor	Autoignição	Projeto
19	Mineral	2,00	295	Tubulação	Autoignição	Manutenção
20	Alquil Aromático	1,75	310	Aquecedor	Autoignição	Operação
21	Alquil	1,75	148	Turbina	Auto-ignição	Manutenção
22	Alquil Aromático	1,75	260	Tubulação	Isolamento	Manutenção
23	Altamente Aromático	1,00	287	Troc. Calor	Auto-ignição	Manutenção

Boletim de Segurança

INCÊNCIO DE FLUIDOS TÉRMICOS ORGÂNICOS E SUA PREVENÇÃO



Lista 2 – Eventos

Lista 2	
Caso	Eventos Que Desencadearam os Incêndios
1	Baixo Fluxo – Secagem da tubulação e fervura do filme geram incrustações, que causam entupimento ou queima da tubulação.
2	Vazamento da junta rotativa para o isolamento.
3	Borra de oxidação incrustou-se na tubulação; ruptura da tubulação por superaquecimento, com vazamento de fluido, provocando oxidação catalítica.
4	A umidade causou vapores no tanque de expansão, ensopando o isolamento.
5	Bloqueio por formação de carvão durante o teste de fervura a partir de tubo seco. O bloqueio causou superaquecimento do tubo e rompimento da fornalha.
6	Injeção do processo no fluido térmico através de tubo defeituoso do reator. O material do processo de decompôs no vaporizador causando ruptura.
7	A prática de evaporar semanalmente a água causou ruptura do tanque de expansão, e o fluido vazou sobre o aquecedor.
8	O fluido térmico vazou para o processo e se inflamou quando exposto ao ar durante o ciclo de resfriamento do material de processo.
9	O isolamento ficou ensopado por fluido térmico e incendiou-se com a alta temperatura.
10	Depósitos de carvão se inflamaram no tanque de expansão com o respiro aberto.
11	Vazamento no selo da bomba causou rápido incêndio quando o fluido foi exposto ao ar.
12	Vazamento de fluido para dentro do isolamento térmico.
13	Fluido derramado pelo tanque de expansão quente ensopou o isolamento térmico.
14	Vazamento dos flanges para o isolamento térmico.
15	Vazamento de fluido para dentro do isolamento térmico.
16	Grande vazamento sobre parafusos incandescentes.
17	Causa desconhecida.
18	Combustível corrosivo causou ruptura do tubo do aquecedor.
19	Vazamento do flange para superfície quente.
20	Operação do aquecedor com pequenas fissuras.
21	Vazamento em ruptura da tubulação na exaustão da turbina de gás.
22	Vazamento de fluido para dentro do isolamento térmico.
23	Vazamento de fluido do trocador de calor de efluentes para exaustão de alta temperatura.

Boletim de Segurança

INCÊNCIO DE FLUIDOS TÉRMICOS ORGÂNICOS E SUA PREVENÇÃO



Lista 3 - Ações

Lista 3	
Caso	Ação Corretiva
1	Mudou a fábrica toda para aquecedor de conexão forçada e vaporizador. Unidades de conexão livre somente no serviço de apoio.
2	Melhorou o projeto e instalou uma junta rotativa.
3	Reprojetou para evitar oxidação do fluido e para melhorar o fluxo de resfriamento.
4	Reinstalou o respiro e re-isolou o tanque de expansão.
5	Melhorou o procedimento dos testes de manutenção e o treinamento do operador.
6	Limpou o vaporizador, consertou a tubulação, eliminou os vazamentos de processo e instalou válvulas de bloqueio no retorno do condensador.
7	Instalou um tanque de expansão em uma área segura e reconstituiu o aquecedor, de frente para o fim da fábrica.
8	Consertou as rachaduras do reator.
9	Consertou os vazamentos e re-isolou.
10	Passou a utilizar um sistema de proteção com nitrogênio no tanque de expansão.
11	Fechou a fábrica.
12	Consertou os vazamentos e re-isolou.
13	Mudou o respiro para uma área segura e re-isolou o tanque.
14	Nenhuma
15	Consertou os vazamentos e re-isolou.
16	Reconstruiu o aquecedor destruído.
17	(Sem informação)
18	Recolocou os tubos e utilizou fonte de combustível menos corrosiva.
19	Protegeu a superfície contra vazamentos e consertou as fugas pelos flanges.
20	Reposicionou o aquecedor e melhorou o armazenamento de combustível.
21	Isolou o tubo e reposicionou a seção danificada do trocador de calor.
22	Consertou os vazamentos e re-isolou.
23	Instalou alarmes com sensores de temperatura e reposicionou o trocador de calor.

Boletim de Segurança
INCÊNCIO DE FLUIDOS TÉRMICOS
ORGÂNICOS E SUA PREVENÇÃO



A série **Curtas & Boas** é um serviço informativo da **PolyChem** para profissionais da área de transferência de calor por fluidos térmicos.

Também disponível pelo telefone **19 2516-7171**.