

Boletim de Informações Técnicas

6

Classificações de temperatura máxima do fluido de troca térmica

Porque as classificações de temperatura são importantes

Cada fabricante de fluido de troca térmica atribui uma temperatura máxima de uso ou classificação de temperatura máxima para cada um dos seus fluidos. Como esta classificação de temperatura máxima é determinada e como esta classificação se relaciona com a operação segura e eficiente do fluido em um sistema de troca térmica? As respostas para essas perguntas são importantes no momento da escolha de um fluido de troca térmica para uma aplicação específica. A confiabilidade e o custo total de operação do sistema de troca térmica podem estar diretamente relacionados à estabilidade térmica do fluido, que é o principal parâmetro no momento da determinação da classificação de temperatura máxima do fluido.

O que é estabilidade térmica?

A estabilidade térmica é definida como a resistência de um fluido à decomposição (por vezes chamada de degradação térmica) em determinada temperatura. A taxa de degradação térmica é inversamente proporcional ao nível de estabilidade térmica. Quanto maior o valor da degradação térmica, menor a estabilidade térmica do fluido. Todos os fluidos orgânicos de troca térmica se degradam termicamente com o tempo. No momento da avaliação da estabilidade térmica, a taxa de degradação e os tipos de produtos de degradação são considerações críticas.

Como a estabilidade térmica é medida?

Por anos, os estudos com ampolas de laboratório foram o método mais comum usado pelos fabricantes de fluido de troca térmica para determinar a estabilidade térmica. Neste método, uma pequena quantidade de fluido é colocada em uma ampola de vidro ou aço inoxidável. A ampola é purgada com nitrogênio para remover qualquer ar e água residuais e então é vedada. A ampola preenchida com fluido é, então, mantida em temperatura constante e elevada por determinado período, geralmente 1.000 horas. Depois deste estresse por calor, o fluido é analisado por cromatografia gasosa para medir a quantidade total de degradação e classificar os produtos de degradação como componentes de baixo ou alto ponto de ebulição (estes serão discutidos em mais detalhes na próxima seção). Este processo é repetido em diversas temperaturas diferentes com a extensão de degradação medida para cada. Uma curva de estabilidade térmica comparando a taxa de degradação térmica medida contra a temperatura pode então ser gerada (Figura 1).

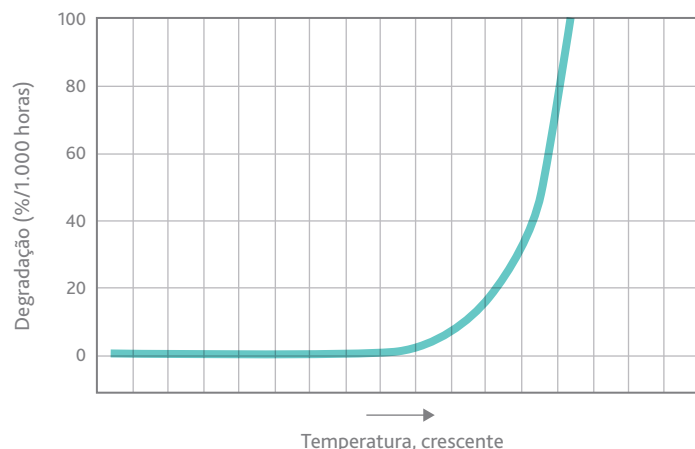
Os dados de estabilidade térmica devem ser as informações primárias usadas no estabelecimento da classificação de temperatura máxima recomendada de um fluido. Uma vez que a curva de estabilidade térmica gerada a partir de testes com ampola é muito

importante na determinação da temperatura máxima de uso do fluido, deve-se tomar cuidado para garantir que os testes com ampola sejam realizados com precisão para aumentar a exatidão dos resultados. Esses dados, quando interpretados adequadamente, devem também suportar a experiência obtida a partir do desempenho do fluido em sistemas operacionais a diferentes temperaturas.

É fundamental relacionar os dados de degradação do fluido à sua operação em um sistema. A maioria dos fabricantes de fluido usa os testes com ampola para projetar a vida típica do fluido a uma temperatura operacional específica. No entanto, as interpretações dos dados gerados nesses testes com ampola podem variar e, de fato, variam, dessa forma os fluidos classificados em temperaturas operacionais máximas idênticas por diferentes fabricantes podem não ter a mesma vida operacional em um sistema. Ainda que a mesma química de fluido tenha sido medida por diferentes fabricantes, eles podem obter resultados diferentes por causa das diferentes interpretações do teste de estabilidade térmica.

As classificações de estabilidade térmica foram estabelecidas de forma conservadora para cada fluido de troca térmica Therminol® da Eastman. Utilizar uma abordagem conservadora na definição dos limites de temperatura máxima para os fluidos Therminol significa que os usuários podem esperar, em geral, uma operação confiável e tempos de vida longos do fluido, mesmo que em operação na classificação de temperatura máxima. Com o Therminol, não há geralmente nenhuma necessidade de aplicar um fator de segurança adicional à classificação de temperatura máxima em situações normais de uso.

Figura 1: Degradação vs. temperatura*



*Nota: Estas informações não constituem uma garantia expressa ou implícita. Vide termo de responsabilidade no verso deste boletim.

Como os fluidos degradam?

Tipicamente, os fluidos de troca térmica são misturas específicas de compostos químicos. A composição química de um fluido determina a estabilidade térmica. Quando a temperatura se torna suficientemente alta, as ligações moleculares dentro da estrutura química se rompem para formar dois principais tipos de produtos de degradação. Uma classe de produtos produzida a partir deste craqueamento térmico é menor em peso molecular e comumente conhecida como componentes de baixo ponto de ebulição. Por causa de sua volatilidade, esses componentes podem ser prejudiciais às operações do sistema. Se a concentração do componentes de baixo ponto de ebulição tiver permissão de alcançar níveis excessivos no fluido, problemas como cavitação da bomba, pressão do sistema aumentada e depressão do ponto de fulgor podem ocorrer. A ventilação intermitente e controlada é uma solução comum para minimizar o potencial para problemas causados pela concentração excessiva desses componentes. As altas taxas de geração de componentes de baixo ponto de ebulição causada por pouca estabilidade térmica também podem resultar em custos excessivos de compensação de fluido, uma vez que os componentes de baixo ponto de ebulição ventilados devem ser substituídos por um novo fluido de troca térmica.

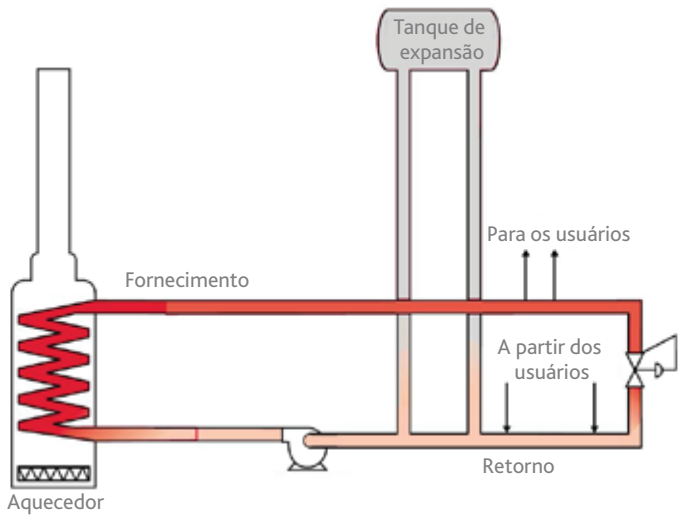
Os componentes de alto ponto de ebulição também podem ser gerados por degradação térmica. Alguns dos componentes de baixo ponto de ebulição formados no processo de degradação térmica polimerizam ou recombinam para produzir materiais com peso molecular mais elevado. Uma vez que estes componentes com peso

molecular alto possuem um ponto de ebulição maior do que o fluido original, eles não podem ser ventilados do sistema. Quando sua concentração alcançar um nível elevado, tipicamente maior do que 10%, a viscosidade do fluido no sistema pode aumentar de forma suficiente para afetar a bombeabilidade do fluido e a eficiência geral da troca térmica. Níveis extremos de componentes de alto ponto de ebulição podem criar lodo e causar a incrustação do sistema. A eliminação de concentrações elevadas de componentes de alto ponto de ebulição exige substituição de fluido, uma vez que os componentes de alto ponto de ebulição não podem ser ventilados ou filtrados a partir do sistema.

A classificação precisa da temperatura do fluido é importante.

Estabilidade térmica menor do que a adequada resultará em altas taxas de degradação do fluido e pode ter um efeito significativo na confiabilidade e no custo total de operação do sistema. Uma vez que a estabilidade térmica varia com a temperatura, a classificação de temperatura máxima recomendada do fabricante do fluido é muito importante. Se a classificação for muito otimista, taxas inaceitáveis de degradação de fluido podem ocorrer no sistema de troca térmica, mesmo que o fluido seja usado somente dentro da classificação de temperatura máxima recomendada. O usuário deve exigir que a temperatura máxima de uso recomendada pelo fabricante seja determinada a partir de teste laboratorial científico e da experiência extensiva no mundo real. Se o fluido tiver sido profundamente avaliado e adequadamente classificado, o usuário deve ter menos preocupações sobre seu desempenho no sistema de troca térmica.

Figura 2: Volumes e temperaturas típicos de fluido*



Seção do sistema de troca térmica	Porção típica do volume total	Temperatura típica do fluido
Fornecimento	33%	Saída do aquecedor geral
Retorno	33%	Temperatura de retorno
Tanque de expansão	33%	≈93°C/≈200°F, dependendo do projeto
Camada limite na bobina do aquecedor	1%	Saída do aquecedor geral + 30°C/50°F, dependendo do projeto

*Nota: Estas informações não constituem uma garantia expressa ou implícita. Vide termo de responsabilidade no verso deste boletim.

Todos os fluidos de troca térmica Therminol passam por diversas avaliações em nosso laboratório de teste para avaliar de forma precisa sua estabilidade térmica. Estes resultados são, então, correlacionados com anos de histórico de desempenho de clientes no mundo real. Os usuários descobriram que o fluido de troca térmica Therminol operado em um sistema de troca térmica na ou abaixo da temperatura máxima média ou de película recomendada fornece muitos anos de desempenho sem problemas.

Como o perfil de temperatura em um sistema de troca térmica afeta o desempenho do fluido?

Na maioria dos sistemas industriais de troca térmica o fluido de troca térmica é exposto a uma variedade de temperaturas diferentes. Essas temperaturas podem variar amplamente em diversas partes do sistema durante a operação normal. A Eastman oferece aos usuários do fluido de troca térmica e aos projetistas do sistema recomendações para temperatura máxima média e de película para cada fluido de troca térmica Therminol. A temperatura máxima média é a temperatura do fluido ao sair do aquecedor. A temperatura máxima de película é definida como a temperatura do fluido na camada limite na superfície de entrada do calor. Em um sistema típico bem projetado e operado, a temperatura de película é geralmente 25°–30°C (45°–55°F) maior do que a temperatura média (embora esta possa variar dependendo do projeto do aquecedor). Em um sistema típico, aproximadamente 1% do volume do fluido fica na camada limite, onde fica exposto a esta temperatura elevada. O fluido contido no tanque de expansão e na tubulação de retorno do processo fica tipicamente exposto a temperaturas significativamente mais baixas do que o fluxo de abastecimento e, portanto, tem taxas de degradação térmica muito menores. Utilizando a curva de estabilidade térmica gerada a partir de dados de ampola laboratorial, a degradação do fluido pode ser estimada para cada parte de um sistema operacional. A formação de componentes de baixo e alto ponto de ebulição para a carga total do fluido pode então ser calculada e uma estimativa realizada para a vida do fluido em determinado sistema.

O que afeta a vida máxima do fluido?

Para a maioria dos sistemas, a estabilidade térmica na temperatura operacional de um sistema é o fator mais importante no estabelecimento da vida operacional de um fluido de troca térmica. Conforme discutido acima, menor estabilidade térmica resultará em maior degradação. Na ou perto da temperatura máxima de uso recomendada do fluido, pequenas alterações na temperatura têm um grande impacto na taxa de degradação térmica. Na operação de um fluido de troca térmica na ou perto da temperatura máxima de uso, o aumento da temperatura em 10°C (18°F) dobrará a taxa de degradação térmica. Em contrapartida, a taxa de degradação do fluido é cortada quase pela metade para cada redução de 10°C (18°F) na temperatura operacional do fluido na operação em temperaturas na ou perto da temperatura máxima de uso. Portanto, deve-se ter cuidado com o projeto e a operação do sistema para minimizar a possibilidade de superaquecimento do fluido.

Problemas operacionais, como baixa velocidade do fluido no aquecedor levando a uma perda de fluxo turbulento ou invasão da chama nas superfícies de aquecimento dentro do aquecedor, podem aumentar a temperatura do fluido muito rapidamente. A menos que esses problemas sejam corrigidos de forma rápida e efetiva, a degradação térmica acelerada e irreversível pode ocorrer. Para maximizar a vida do fluido em um sistema de troca térmica, o usuário deve escolher um fluido classificado para a temperatura operacional máxima do sistema e, então, assegurar que os parâmetros do projeto e as condições operacionais do sistema minimizam o risco de superaquecimento.

O superaquecimento do fluido não é a única causa de vida reduzida do fluido. A contaminação do fluido e a oxidação do fluido também são prejudiciais ao desempenho do fluido. A oxidação de fluidos orgânicos de troca térmica ocorre em temperaturas elevadas, geralmente acima de 175°C (350°F) e pode acelerar o processo de degradação térmica do fluido. A contaminação do fluido a partir dos materiais do processo e de outros compostos adicionados inadvertidamente ao sistema pode reduzir muito a vida do fluido. O projeto do sistema e as práticas operacionais devem incluir medidas para impedir a oxidação e a contaminação potenciais do fluido.

Desempenho de custo e confiabilidade

Um fluido de troca térmica com alta estabilidade térmica refletida por uma classificação de temperatura máxima precisa e comprovada pode fornecer excelente confiabilidade e desempenho de custo positivo em um sistema de troca térmica adequadamente operado. O preço inicial do fluido é frequentemente o menor componente do custo total de titularidade e operação do sistema de fluido de troca térmica. Os eventos de alto custo, como substituições frequentes de fluido, remoção de lodo e paralisação do sistema são frequentemente o resultado da escolha e do uso do fluido de troca térmica errado. Visto que os dados do teste de estabilidade térmica estão sujeitos a interpretações variadas, esses eventos de alto custo podem ocorrer mesmo que o fluido de troca térmica seja usado na ou abaixo da temperatura máxima de uso, se a temperatura máxima de uso tiver sido definida com um valor muito elevado. A classificação de temperatura para o fluido deve prover ao usuário confiança de que o fluido executará nessa temperatura classificada por um longo período. Os fluidos de troca térmica Therminol são avaliados profundamente para estabilidade térmica e recebem classificações conservadoras de temperatura operacional máxima que contribuem para a longa vida do fluido e desempenho de custo otimizado no sistema de troca térmica do usuário. Décadas de uso em milhares de sistemas de troca térmica ao redor do mundo comprovaram a confiabilidade e a eficiência dos fluidos de troca térmica Therminol.

Para mais informações, acesse nosso site: **Therminol.com.**



Sede Corporativa da Eastman

P.O. Box 431
Kingsport, TN 37662-5280 EUA

EUA e Canadá, 800-EASTMAN (800-327-8626)
Outros locais, +(1) 423-229-2000

www.eastman.com/locations

Embora as informações e recomendações estabelecidas neste documento sejam apresentadas de boa fé, a Eastman Chemical Company ("Eastman") e suas subsidiárias não fazem nenhuma declaração ou garantias referentes à plenitude ou precisão das mesmas. Você deve determinar sozinho a adequação e plenitude para seu próprio uso, para a proteção do ambiente, e para a integridade e segurança de seus funcionários e dos compradores dos seus produtos. Nada contido neste documento deve ser interpretado como uma recomendação para utilização de qualquer produto, processo, equipamento ou formulação em conflito com qualquer patente e não fazemos nenhuma declaração ou garantia, expressa ou implícita, de que o seu uso não infringirá nenhuma patente. NENHUMA DECLARAÇÃO OU GARANTIA, EXPRESSA OU IMPLÍCITA, DE COMERCIALIZABILIDADE, ADEQUAÇÃO A UMA FINALIDADE ESPECÍFICA OU DE QUALQUER OUTRA NATUREZA É FEITA COM RELAÇÃO ÀS INFORMAÇÕES OU AO PRODUTO PARA O QUAL AS INFORMAÇÕES SE REFEREM E NADA NESTE DOCUMENTO REPRESENTA UMA RENÚNCIA DAS CONDIÇÕES DE VENDA DO VENDEDOR.

As folhas de dados de segurança que fornecem as precauções de segurança que devem ser observadas ao manipular e armazenar nossos produtos estão disponíveis online ou mediante solicitação. Você deve obter e revisar as informações disponíveis de segurança do material antes de manipular nossos produtos. Se algum material mencionado não for nosso produto, deverão ser observadas as precauções apropriadas de higiene industrial e outras precauções de segurança, recomendadas por seus fabricantes.

© 2020 Eastman. As marcas da Eastman mencionadas neste documento são marcas comerciais da Eastman ou uma de suas subsidiárias ou estão sendo usadas sob licença. O símbolo ® denota o status de marca registrada nos Estados Unidos; as marcas também podem ser registradas internacionalmente. Marcas não pertencentes à Eastman mencionadas neste documento são marcas comerciais de seus respectivos proprietários.