



Figura 1. A amostragem regular pode ajudar a detectar problemas antes que ocorram ou se agravem.

# MONITORAR PARA MANTER

**Matthias Schopf, Eastman, Alemanha,** explica a importância de incluir um sistema de monitoramento de fluido ao projetar e operar os sistemas de fluidos de transferência de calor.

**A**o projetar e operar um sistema de fluidos de transferência de calor, um aspecto importante da manutenção recebe, às vezes, baixa prioridade - o monitoramento das condições do fluido de transferência de calor em serviço. Ações

corretivas adequadas, adotadas no momento certo, podem não só estender a vida em serviço do fluido de transferência de calor, mas também reduzir o risco de falhas indesejadas no equipamento ou paralisações inesperadas. Contratos de seguro ou regulamentos locais também podem estipular o monitoramento regular dos fluidos. Por fim, os históricos de amostragens regulares permitem comparações que podem ajudar a detectar problemas antes que ocorram ou se agravem. Portanto, incluir um programa de monitoramento de fluidos e o uso dos equipamentos apropriados para uma amostragem segura e confiável deve fazer parte de qualquer manual de projeto e operação para sistemas de transferência de calor.

As portas de amostras devem ser projetadas para permitir a coleta segura de amostras representativas. A porta deve estar conectada a uma linha contendo líquido corrente e deve permitir a purga da linha antes de coletar a amostra.

O arrefecimento da amostra à temperaturas abaixo de 60°C (140°F) pode ser necessário para impedir queimaduras térmicas, mas também para prevenir a evaporação indesejada de potencial umidade e componentes de baixa ebulição na amostra. Após a amostragem, a garrafa deve ser imediatamente vedada e deve estar segura e apropriada para manejo e envio. Alguns fornecedores de fluidos de transferência de calor podem prover kits de amostras contendo garrafas e instruções adequadas para coleta e envio de amostras.

Um cronograma regular para amostragem de fluidos de transferência de calor deve ser estabelecido logo no início. Para um sistema novo, a primeira amostra, que servirá de referência, deve ser coletada até 24 horas após o início da unidade. Uma segunda amostra deve ser coletada depois de aproximadamente seis meses da operação e, depois disso, anualmente. Amostras adicionais devem ser analisadas após a limpeza do sistema, troca de fluidos ou grandes mudanças de condições operacionais (por exemplo, fluido diferente usado ou temperaturas operacionais mais elevadas). Da mesma forma, em caso de problemas operacionais do sistema, o fluido de transferência de calor deve ser analisado para determinar se as propriedades do fluido mudaram de tal forma a contribuir para esses problemas, ou excluir o fluido da lista de potenciais causas de origem.

## Quais propriedades devem ser avaliadas para determinar o status do fluido em serviço?

### Umidade

Umidade em excesso em sistemas de alta temperatura pode levar a interrupções do fluxo de fluido devido a seu ponto de ebulição baixo e, a partir daí, causar evaporação (ou fulgor) na entrada da bomba, criando cavitação. Em sistemas de arrefecimento, a umidade pode reduzir a eficiência da transferência de calor devido à formação de cristais de gelo em superfícies mais frias. Resíduos da construção e teste do sistema, contaminação com infiltração de água do processo ou entrada de umidade por meio dos tanques de expansão abertos à atmosfera podem ser fontes típicas de umidade.

### Acidez

A acidez elevada, tipicamente relatada como número total de ácidos, pode ser causada pela oxidação do fluido, que frequentemente ocorre se fluido quente fica exposto ao ar em um tanque de expansão não inerte. A acidez também pode ser elevada pela contaminação de um fluxo de processo. A acidez elevada pode resultar em maior corrosão e, conseqüentemente, causar falhas no equipamento. Os produtos da oxidação e da corrosão podem resultar em lodo ou depósitos e podem comprometer o desempenho e a confiabilidade do sistema.

### Ponto de fulgor

A maioria dos fluidos de troca de calor tem pontos de fulgor relativamente altos no início do serviço. Contudo, devido à degradação, o ponto de fulgor pode ser reduzido com o tempo. Embora fluidos de transferência de calor sejam tipicamente operados em sistemas fechados e seja seguro operar um fluido em um sistema bem projetado e mantido, mesmo que significativamente acima do ponto de fulgor do fluido, um ponto de fulgor reduzido pode aumentar o perigo potencial de incêndio em caso de vazamentos. Esta situação também pode afetar a classificação geral do sistema. Portanto, medidas corretivas devem ser tomadas se o ponto de fulgor reduzir significativamente.

### Viscosidade

A viscosidade do fluido é uma propriedade importante para avaliar as características do fluxo de um líquido. Fluidos com maior viscosidade exigem mais energia para bombear e têm menos turbulência nas mesmas condições que fluidos menos viscosos, resultando em menores coeficientes de transferência de calor. Uma viscosidade aumentada pode impactar negativamente o início do sistema, especialmente em temperaturas ambientes baixas. Uma vez que a viscosidade está ligada ao peso molecular dos constituintes do fluido, ela pode ser influenciada em dois extremos. Componentes com peso molecular baixo podem reduzir a viscosidade, enquanto que componentes com peso molecular mais elevado podem aumentá-la. Durante a manutenção padrão durante a vida do fluido, os componentes de degradação térmica com peso molecular mais baixos removidos aumentarão gradativamente o peso molecular e a viscosidade médios do fluido.

### Sólidos insolúveis

A presença de sólidos insolúveis em um solvente pode ser resultado da contaminação a partir de partículas sólidas, produtos de corrosão, degradação ou oxidação térmica grave. Quantidades elevadas de sólidos podem resultar em sujeira ou resíduos, impactando negativamente o desempenho da troca de calor. Pode ocorrer também o entupimento de tubos, especialmente aqueles com diâmetros menores, como linhas dos dispositivos de controle. Por último, os sólidos podem aumentar o desgaste e levar ao dano de vedações mecânicas e superfícies de válvula.

### Degradação térmica, *low e high boilers*

Os fluidos de troca de calor degradarão devido à decomposição térmica ou craqueamento. O craqueamento leva a componentes com peso molecular mais baixo que são geralmente chamados de *low boilers*. Algumas destas moléculas podem recombinar-se para formar produtos com peso molecular mais alto (*high boilers*).

As *low boilers* podem influenciar a operação do sistema em diversos aspectos. Devido ao ponto de ebulição mais baixo, a pressão do vapor será aumentada, o que pode levar à cavitação da bomba e ao alívio inesperado de pressão. A cavitação da bomba não só tem o potencial de danificar o impulsor, mas também podem ocorrer interrupções de fluxo, o que pode levar ao superaquecimento de fluido ou

paralisações do sistema. As quantidades excessivas de *low boilers* também podem gerar redução do ponto de fulgor, enquanto que taxas elevadas exigirão mais esforços de manutenção para removê-las e podem resultar em custos elevados de composição de fluidos.

As *high boilers* tipicamente aumentarão a viscosidade do fluido em temperaturas ambientes e podem levar a potenciais problemas de partida. Este aumento também pode influenciar negativamente a eficiência da troca de calor, visto que as *high boilers* não podem ser facilmente separadas do sistema. Portanto, elas acumularão até a concentração máxima definida pelo fornecedor e o fluido ocasionalmente precisará ser parcial ou totalmente substituído. Se nenhuma ação corretiva for adotada, a concentração também aumentará e os depósitos de lodo e alcatrão poderão ser formados se os limites de solubilidade para componentes com maior peso molecular forem excedidos.

## Pós-análise

Uma vez que a amostra for analisada, um relatório detalhado deve ser emitido fornecendo uma avaliação profunda do fluido, incluindo ações corretivas sugeridas, se necessário. A qualidade dessa avaliação e das recomendações depende muito da experiência e do conhecimento de tendências históricas de fluidos. Isto ocorre porque cada sistema de fluido de transferência de calor é específico e os limites recomendados são um composto da experiência dos fornecedores de fluidos nas análises das amostras usadas de fluidos de transferência de calor e dados de desempenho da unidade. Portanto, somente capturando o histórico de análise será possível formar um entendimento das tendências dos fluidos. O monitoramento de alterações repentinas da propriedade do fluido, que podem ter sido causadas pela mudança das condições da operação ou mau funcionamento do sistema, é também vantajoso.

Os seguintes casos de clientes demonstram como um programa de amostragem regular em serviço deram suporte a clientes através da definição das condições operacionais e de manutenção certas e da otimização da vida útil e dos custos operacionais do fluido de transferência de calor.

### Caso 1

Um cliente passou por um aumento inesperado com alta viscosidade, que não pode ser explicado pela atual

temperatura operacional. Na análise da amostra, um perfil incomum de ebulição foi obtido. Conversando sobre os potenciais motivos do cliente, o especialista técnico do fornecedor de fluidos de transferência de calor descobriu que este perfil de ebulição foi resultado de uma varredura de gás inerte permanente através do tanque de expansão. Isto não só removeu os componentes de baixa ebulição, mas também aumentou a evaporação de componentes que não tinham remoção pretendida. O aumento de viscosidade resultante pode levar a atrasos na partida, maior queda de pressão e maior custo de bombeamento. Da mesma forma, o consumo de nitrogênio e as taxas mais elevadas de composição de fluido seriam um fator de custo.

Ao implantar as mudanças sugeridas para eliminar a varredura contínua de vapores, a viscosidade foi mantida em variações normais e a vida útil do fluido foi protegida e otimizada.

### Caso 2

Depois de muitos anos de operação, uma análise do fluido de troca de calor mostrou uma taxa de degradação aumentada. Embora os parâmetros de fluido ainda estivessem dentro de variações normais, o cliente ficou preocupado se as condições do fluido mudariam muito rápido. Uma análise de tendências das amostras dos últimos 10 anos ajudou a identificar o intervalo de quando as taxas de degradação aumentaram. Ao observar também os registros de manutenção e operação nesta janela de tempo, foi descoberto que a temperatura operacional do fluido de transferência de calor aumentou para aumentar o rendimento da produção. A combinação desta análise de tendências, em conjunto com as décadas de conhecimento sobre os mecanismos de degradação dos fluidos de transferência de calor, os especialistas do fornecedor de fluidos de transferência de calor possibilitaram que o cliente escolhesse uma temperatura operacional para equilibrar de forma otimizada o rendimento de produção e a degradação de fluido projetada.

## Conclusão

Um programa bem planejado de monitoramento dos fluidos com apoio da especialização técnica do fornecedor de fluidos de troca de calor podem ajudar a possibilitar a manutenção preventiva eficaz, permitindo que ações corretivas sejam adotadas antes da ocorrência de um problema maior, otimizando a vida útil do fluido. 