

Monitoração de separação de água de condensação permite a manutenção preditiva

A monitoração identifica a separação de água de condensação e problemas de equipamentos a jusante para manter a eficiência da planta

Por Tom Bass

Os sistemas de distribuição de vapor suportam a fabricação em uma ampla gama de indústrias, desde fabricação artesanal até refinação de petróleo e quase tudo o que existe entre elas. O vapor pode transportar enormes quantidades de energia e é valioso como fonte de calor altamente controlável. Por outro lado, a produção de vapor consome muita energia, e um sistema de distribuição ineficaz pode ser um desperdício. Os projetos de caldeiras podem ser altamente eficientes, mas essa eficiência pode ser rapidamente perdida com um sistema de distribuição deficiente.



O projeto da caldeira e os fatores de eficiência têm sido o tópico de inúmeros artigos, então aqui nos concentraremos mais a jusante e examinaremos a distribuição em si, especialmente a separação de água de condensação (figura 1). Eles são as principais ferramentas para separar o condensado do vapor. Uma falha no purgador para vapor pode ser prevista até certo ponto através da detecção de eventos acústicos ultrassônicos não intrusivos usando dados gerados por um transmissor acústico sem fio. A determinação antecipada dos purgadores com falha também pode ajudar a evitar problemas nos equipamentos a jusante causados pela passagem de golfadas de condensado pelos purgadores.

O condensado é enviado de volta à caldeira como água de alimentação, o que o torna valioso por dois motivos. Em primeiro lugar, a água de alimentação da caldeira é fortemente tratada com produtos químicos caros para evitar o entupimento da caldeira, de modo que qualquer realimentação da mesma economiza dinheiro. Segundo, o condensado geralmente é quente, o que reduz a quantidade de energia necessária para transformá-lo em vapor. Consequentemente, a coleta de condensado é crítica para a eficiência geral do sistema e depende dos purgadores para vapor.



Figura 1. Os purgadores para vapor são uma parte importante de um sistema de distribuição, mas frequentemente recebem pouca atenção.

Vapor para transferência de calor

Vamos explorar mais sobre a transferência de calor do vapor em um momento, mas o vapor também é usado para capturar calor. O termo gerador de vapor de recuperação de calor (HRSG) tornou-se mais comum com os custos mais elevados de energia e as preocupações com a onda de carbono dos últimos anos. Onde as usinas mais antigas podem simplesmente expelir uma sopragem de exaustão quente ou de gases de processo, elas agora são mais comumente canalizadas para um HRSG e usadas para gerar vapor.

Um bom exemplo é uma usina de turbina a gás de ciclo combinado. Onde, há alguns anos atrás, a exaustão quente da turbina a gás teria sido soprada para a atmosfera, agora ela é colocada através de um HRSG e o vapor passa por uma segunda turbina. Essa capacidade de recuperar o que foi considerado como calor residual contribui para a alta eficiência dessas unidades geradoras.

O vapor é tipicamente usado para transferir calor para outro fluido, como um reator de grande capacidade ou chaleira usada em uma cervejaria (figura 2) ou outras aplicações de alimentos e bebidas. O vapor flui através de passagens e aquece o produto através das paredes da caldeira ou de uma serpentina interna. Isso pode fornecer calor muito uniforme e cuidadosamente controlado, para que o produto não seja queimado. Durante a fase inicial de aquecimento, quando o produto está frio, o vapor condensa rapidamente e o condensado se acumula no ponto mais baixo. Um purgador separa o condensado do vapor que entra e o envia de volta para a caldeira como água de alimentação.

Este é um ponto crítico no processo e tem um efeito importante na eficiência da chaleira. Para transferir todo o calor possível do vapor, todo o vapor deve condensar no revestimento. No início do processo de aquecimento, o diferencial de temperatura entre o vapor e o produto é maior. O vapor transfere seu calor para o produto rapidamente e condensa. Se o processo está visando o aquecimento mais rápido, este é o momento em que o fluxo de vapor é maior. À medida que a temperatura do produto aumenta e a transferência de calor diminui, o fluxo de vapor deve ser reduzido ou o vapor será soprado da saída, o que desperdiça calor.

O condensado entra no purgador, que permite que o líquido escape e retorne à caldeira por meio de um sistema de coleta, mas o purgador retarda o vapor, prendendo-o na camisa. Um purgador de vapor é na verdade um dispositivo de separação de condensado. Tem um efeito enorme na eficiência da aplicação. Se não remover o condensado com rapidez suficiente, o condensado retorna às passagens de vapor, o que reduz a transferência de calor. Se permitir que o vapor passe, o calor é desperdiçado. Se o purgador de vapor for dimensionado corretamente e usar um projeto apropriado para a aplicação, sua ação deve ser automática, desde que esteja funcionando corretamente.



Figura 2. O vapor é um meio valioso de aquecer produtos nas indústrias farmacêuticas e de alimentos e bebidas, como nessas caldeiras.

Projeto de purgador para vapor

A discussão até agora sugere que todo o condensado precisa ser removido do vapor, mas a situação é mais sutil. Pequenas quantidades de condensado em uma linha de vapor de alta pressão estarão em uma temperatura alta o suficiente para que ele gere vapor de baixa pressão se atingir um ponto onde a pressão cai. O condensado carrega uma grande quantidade de calor em si, portanto removê-lo quando não é necessário também desperdiça energia. Conseqüentemente, existem diferentes soluções de purgadores de vapor que removem o condensado em diferentes circunstâncias. Novamente, há muito mais recursos detalhados disponíveis, mas alguns tipos de purgadores só liberam condensado quando sua temperatura cai abaixo de um limiar específico; enquanto outros estão simplesmente preocupados com o volume de líquido. A aplicação irá ditar qual é o mais adequado.

Funcionalmente, um purgador de vapor é uma válvula que abre e fecha automaticamente em resposta à sua situação. Todos os projetos, portanto, possuem algumas partes móveis e uma superfície de assento. Termodinamicamente são muito simples, com apenas uma única parte móvel; enquanto que outras soluções mecânicas (por exemplo, balde flutuante e invertido) são mais complexas. Infelizmente, onde existe um mecanismo, existe uma oportunidade para o mau funcionamento, mas esses tipos de problemas podem ser previstos.

Modos de falha de purgadores

O vapor nem sempre está limpo. Embora a água de alimentação seja fortemente tratada, ainda é possível que alguma partícula de crosta se solte e seja transportada pelo vapor e condensado para se acumular no sistema. Essas partículas têm uma incrível capacidade de parar em locais problemáticos, como assentos de válvulas ou mecanismos. Da mesma forma, se os produtos químicos para tratamento de água de alimentação ficarem fora de equilíbrio, pode resultar em corrosão excessiva. Condições operacionais, como golpe de aríete e vibração, também afetam válvulas, conexões e purgadores de vapor.

Um purgador de vapor pode falhar de duas maneiras: ele se abre e libera vapor, ou fica fechado e não libera nada. Inspetores em rondas de plantas, verificando os purgadores, classificam-nos geralmente através de diagnósticos:

- Há um vazamento óbvio de vapor - uma falha mecânica importante.
- O purgador está muito quente - é a mesma temperatura da linha de vapor, porque está liberando vapor diretamente na linha de condensado ou na atmosfera.
- O purgador está muito frio - está preso fechado e nenhum condensado está sendo liberado.
- O purgador está funcionando - está liberando condensado quente.

Encontrar essas unidades "Goldilocks" funcionando corretamente e detectando os problemas para manutenção requer uma ferramenta apropriada para avaliar a temperatura, como um dispositivo de visualização de infravermelho. Estes podem fazer o trabalho, mas um técnico tem que chegar onde quer que o purgador de vapor esteja instalado e faça a avaliação. A menos que as rondas manuais realizadas por um técnico altamente qualificado e experiente aconteçam com regularidade e frequência, um ou vários purgadores de vapor podem funcionar mal por algum tempo. Um estudo recente sugere que 18% dos purgadores de vapor em uma grande instalação de fabricação de produtos químicos podem falhar em um determinado ano, resultando em custos de energia desperdiçados de até US \$ 16.000 por purgador.

Uma forma tradicional para monitorar um purgador de vapor envolve encontrar uma maneira de montar um sensor de temperatura no próprio purgador para medir a condição do mesmo. Mas esta é uma solução invasiva, e os dados que ele fornece exigem ampla interpretação e conhecimento do que a temperatura correta deve estar sob as condições de operação.



Figura 3. Um transmissor acústico montado próximo ao purgador na tubulação, de modo que nenhuma parada seja necessária.

Ouvindo a solução

A maioria dos purgadores de vapor não libera o condensado continuamente. Embora tais situações sejam possíveis, em condições normais e se dimensionadas corretamente, todos os projetos de purgador de vapor abrem-se intermitentemente e descarregam o condensado em golfadas. A turbulência interna, quando isso acontece, cria um ruído que transmite através da tubulação adjacente. Alguém que esteja ouvindo um purgador de vapor funcionando apropriadamente deve ouvir essas descargas periódicas interrompendo os momentos de silêncio à medida que quantidades adequadas de condensado se acumulam.

Um transmissor acústico montado no tubo adjacente a um purgador de vapor (figura 3) pode ouvir o ruído que faz. É sensível às frequências ultrassônicas, de modo que pode ouvir o ciclo, e um algoritmo pode ser aplicado para aprender a atividade característica de cada purgador. Os dados podem ser enviados do transmissor via WirelessHART para uma plataforma central de coleta e análise de dados, onde os operadores podem ver como os purgadores de vapor equipados com transmissores acústicos em todas as partes da planta estão funcionando.

As telas de desempenho exibem (figura 4) quais purgadores estão funcionando corretamente e quais estão em um modo de falha ou outro. O software pode estimar a energia perdida e os custos resultantes a qualquer momento. A manutenção pode ver rapidamente quais purgadores precisam de

atenção, para que possam planejar adequadamente as atividades e prever e lidar com pequenos problemas antes que se tornem sérios problemas.

Naturalmente, os dados podem precisar de alguma interpretação. Por exemplo, um purgador reportado como frio pode estar com defeito, ou pode estar frio porque o equipamento só funciona intermitentemente e pode simplesmente estar desligado. Por outro lado, um purgador de vapor ligado a um processo que funciona continuamente ou pelo menos regularmente deve desenvolver padrões de descarga característicos. Se ocorrem alterações, como a de um aumento súbito no volume de condensado, pode haver alguma outra causa para um desvio da operação normal do processo.

A manutenção preditiva pode assumir muitas formas e fornecer muitos tipos de informações. Assim como medir e observar as variáveis do processo dá uma ideia do que está acontecendo com o processo, o mesmo se aplica aos ativos de produção. Os purgadores de vapor são apenas um exemplo. Existem agora muitos sensores e ferramentas de análise disponíveis para uso com uma variedade de ativos da planta, como bombas, trocadores de calor e válvulas de alívio de pressão. Quando os dados estão disponíveis, os departamentos de manutenção podem encontrar novas maneiras de desenvolver melhores programas de manutenção preditiva para tratar os problemas mais cedo, ou antes mesmo de se manifestarem totalmente. Isso economiza custos de manutenção, mas, o que é mais importante, reduz as perdas de paradas não programadas e, muitas vezes, evita incidentes graves.



Figura 4. A tela gráfica disponibilizada pelo software analítico pode capturar e exibir informações de desempenho e condição para purgadores de vapor em toda a instalação, permitindo um programa de manutenção preditiva.

Considerações:

- Se não for devidamente monitorado e mantido, o vapor retém a energia desperdiçada e muitas vezes pode causar uma falha catastrófica do equipamento a jusante.
- Rodadas de inspeção manual são caras, exigem mão-de-obra intensiva e muitas vezes são ineficazes.
- Os monitores acústicos sem fio são uma solução melhor, com atualizações contínuas e aviso antecipado de problemas iminentes.

Sobre o autor:

Tom Bass é diretor de gerenciamento de produtos wireless da Emerson Automation Solutions em Shakopee, Minn. Bass começou na Emerson em 2004, ocupando vários cargos no negócio de válvulas antes de se mudar para a wireless em 2016. Mais recentemente, Bass liderou a equipe de desenvolvimento de negócios wireless com foco no crescimento do ecossistema digital Plantweb. Atualmente, ele é responsável por liderar o gerenciamento de produtos para wireless e gerencia o portfólio de aplicativos de detecção pervasiva da Plantweb. Bass possui bacharelado em engenharia mecânica pela Iowa State University e MBA pela University of Iowa.

Artigo traduzido por Tomé Guerra para a ISA São Paulo Section e republicado com permissão da ISA, Copyright © 2018, todos os direitos reservados. Este artigo foi escrito pelos autores acima e publicado originalmente na revista InTech Online de Set-Out / 2018 em <https://www.isa.org/intech/20181004/>. A ISA não se responsabiliza por erros de tradução neste artigo.