

TESTE DE ESTANQUEIDADE

Mais do que encontrar vazamentos...

por: Mauricio Oliveira Costa

Consumidores (e clientes) não querem produtos que vazem. De fato, eles estão cada vez mais, exigindo melhorias no desempenho e qualidade dos produtos. Devido a isto, fabricantes têm sido obrigados a usar testes de estanqueidade como método de controle de qualidade. Para vantagem destes, medir vazamentos fala mais do que somente se o produto vaza. Por exemplo, a presença do vazamento em uma montagem pode significar:

- a. Aperto insuficiente de conexões;
- b. Falta de vedação ou outro componente da montagem;
- c. Usinagem mal feita de superfícies concordantes;
- d. Anéis de vedação danificados;

... e uma série de outras razões que não têm nada a ver com a mais básica para o teste: a de detectar vazamentos causados por porosidade ou trincas em peças fundidas ou montadas.

Alguns fabricantes têm desenvolvido uma variedade de equipamentos de teste que oferecem velocidade, confiabilidade e sensibilidade que não se ouvia falar a duas décadas atrás.

Existem vários métodos de teste de vazamento de produção atualmente disponíveis, e significantes diferenças entre eles.

Tudo vaza

O teste de vazamento de produção não se contenta com a simples questão: “O produto vaza?” A resposta para esta pergunta é sempre, “Sim, vaza!”

A questão principal é, “Quanto?!”

Tudo que é fabricado vaza um pouco, mesmo que o vazamento possa ser tão pequeno que seriam necessárias algumas vidas para ser detectado pelo homem, sem a ajuda de um equipamento de instrumentação sensível.

Conseqüentemente, o primeiro parâmetro de vazamento que tem que ser decidido antes de procurar por um sistema de teste de produção é: Que taxa de vazamento é aceitável para a peça ou montagem que será testada? Saber esta taxa de vazamento não somente simplifica a seleção do equipamento mais adequado para uma aplicação particular, mas também tem implicações econômicas.

Se a taxa de vazamento especificada é escolhida desnecessariamente estreita, os custos de fabricação irão fugir da faixa de competitividade da concorrência. Por outro lado, se a taxa de vazamento muito aberta, o desempenho do produto poderá ser inaceitável pelo cliente e os custos de manutenção em garantia elevados. **Manter o balanço entre custos**

de fabricação e desempenho do produto é de vital importância.

A taxa máxima de vazamento permissível para um produto pode ser determinada de diversas formas. Se o produto já é fabricado há algum tempo, é normalmente suficiente pegar amostras da linha de produção e fazer um teste de laboratório, injetando o fluido com que a peça irá trabalhar e gerando irregularidades controladas para que a peça comece a vaziar este fluido. Ou seja, furos tão pequenos que não implicam em vazamento do fluido, mas implicarão em vazamentos com ar (teste a seco). Se o fluido for o próprio ar, sugerimos procurar uma literatura ou norma conveniente.

Para estabelecer a especificação de vazamento para um novo produto, duas regrinhas podem ser aplicadas:

* A 140 kPa, um furo que permite um vazamento de 12 mL/min (mililitros por minuto) de ar não irá permitir que a peça que é utilizada com óleo, vaze.

* A 140 kPa, mesmo que a peça tenha um vazamento de 5 mL/min em ar, a mesma não vazará água.

Estas regras são baseadas no fato de que as viscosidades do ar, óleo e água são diferentes. A tensão superficial dos líquidos tem o efeito de evitar que a água e o óleo escapem por furos de diâmetros em que o ar escaparia. Quando condições de extrema temperatura, pressão ou vácuo estão envolvidas, exaustivos pré-testes de protótipos são necessários para estabelecer especificações apropriadas de taxa de vazamento.

Métodos de teste de produção

Equipamentos modernos de teste de estanqueidade de produção variam em sofisticação desde tanques d'água para imersão - que permitem a detecção visual de vazamentos grosseiros - até espectrômetros de massa que podem facilmente detectar um vazamento menor que 10^{-10} mL/min (um centímetro cúbico em 20000 anos).

Equipamento de teste visual (teste de imersão)

Este é o mais barato e impreciso tipo de equipamento de detecção de vazamento que existe. Consiste em um pouco mais que um regulador de ar e alguma forma de vedação que sele a peça e permita que o ar seja introduzido com uma certa pressão de teste predeterminada. A peça é então, mecanicamente ou manualmente, submergida num tanque com água. Um operador procura bolhas escapando (caso haja vazamento na peça).

Enquanto um operador consciente com boa percepção visual pode ser capaz de detectar vazamentos da ordem de 1 mL/min, a confiabilidade deste método é hoje considerada inaceitável em todas as grandes empresas. Os custos da água em contato com a peça em teste (corrosão, operação, etc.) são a principal razão para a rejeição deste tipo de equipamento de detecção de vazamento. Também a dependência da percepção do operador pode tornar o processo arriscado demais.

Detectores por queda de pressão [TEX-G3i-S](#)

Estes fazem com que a peça seja cheia com ar a uma pressão de teste predeterminada, e então selada. A pressão dentro da peça é monitorada por um sensor de pressão, e qualquer decréscimo na pressão que ocorra após certo período de tempo é interpretado como vazamento. A quantidade de vazamento pode ser aproximadamente calculada medindo-se o volume interno da peça testada, e a pressão de teste no começo e no final do teste.

Este método de detecção de vazamento é útil para verificar peças que permitem vazamentos entre 5 e 500 mL/min (mililitros por minuto). **Este método funciona somente se a temperatura na peça for mantida constante durante todo o teste.** Esta necessidade é informada para relação entre temperatura, volume e pressão expressa nas leis de Boyle e Charles.

Devido a características físicas de comportamento do ar, dependendo do volume da peça, da grandeza da pressão de teste, velocidade de enchimento (variação de temperatura) e alguns outros fatores menos relevantes, todos os testes eletrônicos necessitam de uma fase de estabilização que é um tempo perdido aguardando o ar estabilizar para que as medidas possam ser executadas com precisão.

Desde que a temperatura esteja estabilizada, a peça em teste é isolada. Depois de um tempo suficiente para o ar escapar, se um vazamento existir, a pressão na peça é monitorada e medida. A diferença de pressão (que se desenvolve na peça em teste) é usada para indicar a taxa de vazamento.

Um melhor refinamento do método de queda de pressão consiste em um sensor diferencial de pressão que simplifica e agiliza esta medida do vazamento. Existem ainda outros sistemas que usam sensores diferenciais de zero flutuante que minimiza o tempo de estabilização do sistema ([TEX-G3i-DF](#))

Detector de fluxo dinâmico [TEX-G3i-VE](#)

Usado em laboratório por muitos anos, somente recentemente existem equipamentos deste tipo disponíveis que poder operar no ambiente agressivo de chão de fábrica. Com este método, uma variedade muito grande de taxas de vazamento podem ser medidas com grande precisão e repetibilidade.

O método de teste de fluxo dinâmico inclui uma peça de volume de referência semelhante ao volume da peça a ser testada. Ambos os volumes da peça e de referência são pressurizados com uma fonte de ar comum. Quando a pressão de teste é alcançada, a fonte de ar é cortada e a conexão entre os dois volumes é mantida aberta durante um certo tempo até que a temperatura e a pressão se estabilizem dentro deles.

Quando o teste começa, um medidor de fluxo, inserido entre a peça de referência e a peça em teste, mede a taxa com que o ar está escapando (sendo re-introduzido na peça). A medida precisa do nível de vazamento é obtido quando tem-se a certeza de que todo o ar necessário para preencher a peça foi introduzido e o que continuar entrando é vazamento.

A vantagem deste tipo de equipamento é que sua calibração é feita diretamente em unidades de vazamento, o que simplifica a rastreabilidade e aumenta a confiabilidade metrológica.

Devido os sensores envolvidos, este, assim como os outros testes descritos a seguir,

têm um custo de manutenção e venda muito mais elevado, devendo ser avaliada a sua real necessidade num ambiente agressivo como o de chão-de-fábrica brasileiro.

Detectores de vazamento por ionização

São tipicamente usados para testar peças com um vazamento máximo da ordem de 1 a 0,0001 mL/min. Em contraste com os métodos acima descritos, sistema de detecção por ionização evacua o ar da peça em teste e medem a taxa com que o ar vaza para dentro da dela.

A peça de teste é selada e evacuada até um determinado nível. A pressão absoluta na peça é monitorada por um detector de ionização. Qualquer acréscimo na pressão que ocorra após algum tempo é interpretado como vazamento. O detector opera ionizando as moléculas entre um par de eletrodos de alta voltagem. O gás ionizado irá passar pelos eletrodos, criando uma variação de corrente elétrica proporcional a concentração iônica (pressão).

Uma variação do método de ionização consiste em utilizar o arco-voltáico de alta tensão para avaliar a isolação da peça, no caso de peças não-condutivas. Este método é útil em casos como grandes volumes e alta velocidade de teste.

Detectores a gases alógenos

Largamente usados por fabricantes de condicionadores de ar. O uso de outro gás que não o ar para o teste oferece a vantagem de minimizar a introdução de umidade num sistema seco. Esta vantagem é muito importante para sistemas condicionadores de ar, onde a presença de qualquer umidade nas linhas tem um efeito devastador na eficiência do sistema.

Detectores eletrônicos simples são manualmente percorridos por fora da peça em teste que já está cheia de com o gás de teste. Estes detectores não só medem vazamento, mas também apontam sua localização. A sensibilidade de detecção de vazamento para sistemas de teste alógenos vão de aproximadamente 1 até 0,0001 mL/min. Todavia, este método não dá a medida quantitativa da taxa de vazamento; ele somente indica que o vazamento existe e onde está localizado.

Detectores de vazamento por espectrômetros de massa

Este oferece de longe a mais sensível forma de detecção de vazamento existente. Taxas de vazamento tão pequenos quanto 0,000001 mL/min podem ser detectados em escala de produção com este tipo de equipamento. Neste método, as peças são seladas e evacuadas a aproximadamente 10^{-13} torr. Para obter este nível de vácuo, duas bombas de vácuo, uma mecânica e outra por difusão de óleo devem ser montadas. O detector de vazamento consiste em um espectrômetro de massa que é ajustado para o número de massa de um ambiente rico em hélio. Qualquer vazamento na peça em teste será mostrado por um acréscimo na leitura do indicador do espectrômetro.

Existem diversos tipos diferentes de espectrômetros de massa disponíveis. Basicamente, eles operam submetendo as moléculas de gás restantes na peça em teste a forças magnéticas ou elétricas intensas que fazem as partículas se separarem seguindo

caminhos específicos dependendo de sua massa física. Através do uso de contadores de partículas super-sensíveis e potentes amplificadores de sinal, a concentração de cada um destes elementos é medida.

Mauricio Oliveira Costa é Fundador/Diretor/Presidente da TEX Equipamentos Eletrônicos, empresa especialista em equipamentos de medição de vazamentos e estanqueidade há mais de 13 anos, com tecnologia nacional e representação em toda a América do Sul.

Fontes: www.tex.com.br