

Teste de Estanqueidade Conceitos Básicos

www.e2pro.com.br

E²pro Engenharia

Elaborado por: Paulo Schaefer

Revisão 1.1

Introdução

Testes de Estanqueidade são utilizados para verificar se um produto não está vazando. O produto pode ser um recipiente plástico, uma válvula, uma torneira, o tanque de combustível de um carro, o tanque subterrâneo do posto de gasolina etc.

Existem vários métodos para verificar o vazamento, cada um mais adequado às características do produto em teste. Podemos citar os seguintes métodos mais comuns:

- detecção por queda de pressão simples;
- detecção por pressão diferencial;
- detecção por fluxo de massa;
- detecção por gás hélio;
- detecção por som;
- detecção por variação do volume de líquido;

Neste trabalho vamos discutir a detecção por queda de pressão simples e pressão diferencial.

Os outros métodos são utilizados normalmente quando se deseja alta sensibilidade e costumam ser bem mais caros.

A detecção por fluxo de massa utiliza sensores de vazão mássicos de grande sensibilidade, capazes de detectar pequenos fluxos (normalmente de ar) da ordem de $0,2 \text{ cm}^3/\text{min}$. Como eles medem diretamente o fluxo de ar, causado pelas perdas por vazamento, permitem um teste bem mais rápido se comparado com os testes por queda de pressão.

A detecção com uso de gás hélio aplica-se a situações de alta sensibilidade, aproveitando-se do tamanho da molécula de hélio, que por ser pequena, “vaza” mais

facilmente. Existem diferentes métodos de detecção que vão desde a queda de pressão simples à detecção de átomos de hélio. Existe também o “cheirador” de hélio que permite detectar a presença de átomos de hélio nos arredores do furo por onde ele está vazando. Os sistemas mais sofisticados de detecção de hélio trabalham numa condição de vácuo. O produto em teste é posicionado no interior de uma câmara onde se aplica alto vácuo. Ai aplica-se uma pequena pressão de hélio no interior do produto em teste. Na câmara de vácuo aplica-se um campo elétrico capaz de acelerar átomos de hélio que vazaram, soltos dentro do vácuo. Estes átomos passam por detectores especiais, permitindo, teoricamente detectar até a passagem 1 átomo, conferindo grande sensibilidade ao sistema. São equipamentos de alto custo para implementar e para manter, pois o gás hélio é caro e escasso.

O método de detecção de vazamento por som, utiliza a detecção de ultrassom, presente em qualquer vazamento de gás por orifícios pequenos. Ao escapar por um pequeno orifício, o átomo gera ondas de som em frequências altas, na faixa do ultrassom. Utilizando transdutores para alta frequência, a presença do ultrassom pode ser detectada e o vazamento confirmado. A dificuldade deste método é quantificar o vazamento. Pode-se estabelecer limites para a presença do ultrassom mas não um limite em cm^3/min , por exemplo.

Quando o recipiente armazena líquidos em seu interior e os métodos anteriores são difíceis de se aplicar, pode-se detectar o vazamento pela variação do nível de líquido no interior do recipiente. Este método é bastante utilizado em grandes reservatórios tais como tanques de postos e distribuidores de combustível, tanques industriais etc. Aqui emprega-se diversos métodos, sendo os mais comuns na

atualidade, os testes pneumáticos e os testes por magneto restrição.

No teste pneumático, uma pequena quantidade de ar é injetada no tanque por um dispositivo localizado no fundo do mesmo. A pressão do ar vai aumentando até o ponto em que ele começa a borbulhar no interior do tanque. A partir deste ponto, a pressão no interior do tubo por onde o ar é injetado tende a ficar constante e é proporcional à coluna de líquido no interior do tanque. Basta medir esta pressão e teremos um valor correspondente à coluna de líquido. O vazamento pode ser detectado pela variação desta coluna ao longo do tempo.

Nas sondas baseadas na magneto restrição, um tubo é inserido no tanque com um flutuador magnético externo a ele. Dentro do tubo instala-se um par de fios com a propriedade de magneto restrição. Estes, na presença de um campo magnético, alteram levemente sua dimensão, no ponto onde o campo está presente. Na parte superior do tubo, aplica-se um sinal de frequência que viaja pelos fios, dentro do tubo, até o fundo do tanque. De acordo com a posição do flutuador magnético e portando da superfície do líquido, as características de ressonância do par de fios se alteram, em função da alteração mecânica dos fios no ponto de campo magnético.. De acordo com esta alteração, pode-se detectar com precisão a posição do flutuador e portanto da coluna de líquido no interior do tanque. É um dos métodos mais utilizados na detecção de nível em tanques de postos de combustível.

Estanqueidade por queda de pressão

A verificação da estanqueidade pela queda pressão, baseia-se na alteração da

pressão interna do produto em teste, num período de tempo determinado. Esta variação pode ser medida por um sensor simples ou um sensor diferencial. No segundo caso, a pressão de teste é aplicada ao produto e a um reservatório de referência com volume igual ao do produto em teste. O reservatório de referência deve ser estanque. Mede-se então a diferença de pressão entre o produto em teste e o reservatório de referência. Como mede-se diretamente a diferença de pressão, pode-se chegar a uma sensibilidade e estabilidade muito maiores se comparado à detecção por sensor simples. Mas os cálculos que vamos apresentar a seguir se aplicam igualmente a estes dois métodos.

Um produto estanque é aquele que permite a manutenção de um determinado fluido em seu interior sem apresentar um vazamento para o meio externo. O nível de “estanqueidade” desejado depende da aplicação do produto. O nível exigido para a tubulação de combustível de um avião, por exemplo, é bem mais elevado se comparado com aquele exigido para a válvula de um pneu de bicicleta.

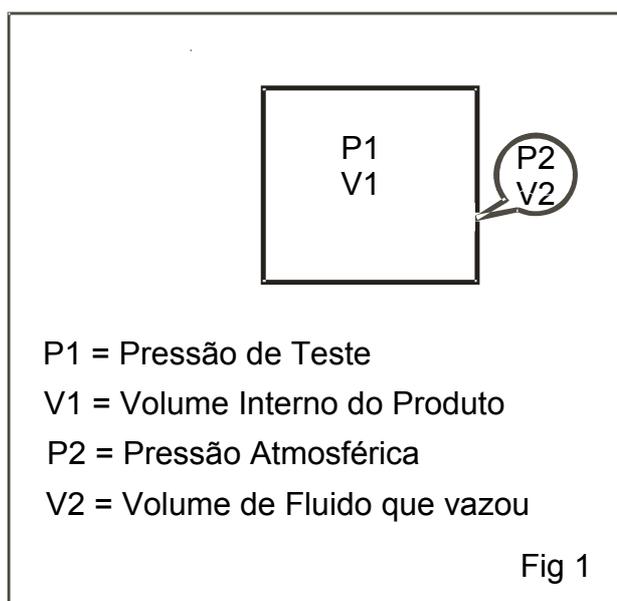
Teoricamente, não se pode falar em estanqueidade absoluta, pois não dispomos de métodos para verificar esta condição. Se a estanqueidade exigida para o pneu da bicicleta fosse absoluta, ou seja, vazamento zero, teríamos que esperar um tempo infinito para a verificação desta condição. O que se faz na prática é definir um limite máximo aceitável para o vazamento que não prejudica o desempenho do produto.

Uma unidade bastante utilizada é o cm^3 / min (centímetro cúbico por minuto). Se o limite estabelecido para a tubulação do avião for, por exemplo, $0,001 \text{ cm}^3/\text{min}$, significa que, se recolhermos todo o combustível que vazar durante 1.000.000

de minutos (694 dias) não poderá passar de 1 litro.

O fluido utilizado no teste de estanqueidade, muitas vezes, por questão de praticidade ou segurança, não é aquele utilizado pelo produto. No teste da tubulação do avião normalmente será utilizado um gás inerte em substituição ao combustível. Desta forma o limite máximo de vazamento exigido, deverá ser adequado ao fluido de teste utilizado. Se for utilizado o gás hélio, por exemplo, que tem uma molécula bem menor que a dos hidrocarbonetos que compõe o combustível, deve-se esperar um nível maior de micro vazamento para o hélio.

Para normalizar a unidade de medição do vazamento, de forma que ela possa ser comparada em experimentos diferentes, utilizaremos o esquema representado na figura 1. O quadrado representa o produto em teste com um volume interno V_1 e uma pressão de teste P_1 . O balão representa o volume que vazou (V_2), medido na pressão P_2 (normalmente a pressão atmosférica).



Estamos considerando a utilização de um gás como fluido de teste. Se este gás apresentar uma massa molecular pequena e não utilizarmos grandes pressões, poderemos considerar que se comportará como um gás perfeito. Neste caso, pela lei dos gases, em qualquer instante vale a seguinte equação:

$$(P_1 \times V_1)/T = K$$

Onde K = constante dependente da quantidade de gás dentro do volume.

O fator K se manterá constante desde que a quantidade de gás dentro do volume V_1 não se altere. Se por exemplo nós injetarmos o dobro de moléculas do gás dentro do volume V_1 , mantendo a temperatura T constante, a pressão final será $2 \times P_1$.

Podemos concluir então que a variação da pressão P_1 será diretamente proporcional à variação da quantidade de gás dentro do volume V_1 (considerando V_1 e T constantes), ou seja:

$$(\Delta P_1 \times V_1)/T = \Delta K$$

Agora, para calcularmos qual o volume V_2 que esta parcela ΔK de gás ocupará na pressão P_2 (pressão atmosférica) temos:

$$(P_2 \times V_2)/T = \Delta K$$

ou, substituindo,

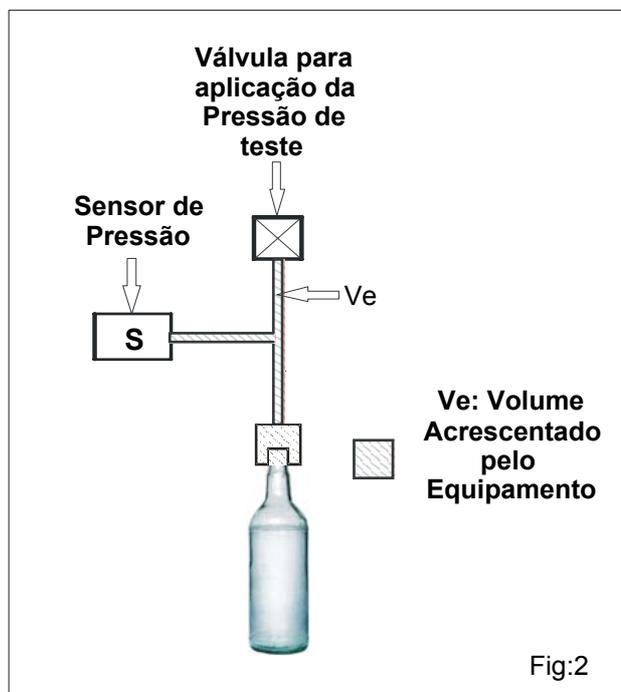
$$P_2 \times V_2 = \Delta P_1 \times V_1$$

Se considerarmos a aproximação:

$$P2 = P_{atm} = 1 \text{ bar temos:}$$

$$V2 = \Delta P1 \times V1$$

Para esta fórmula valer, o volume V1 é todo o volume submetido à pressão P1, durante o teste. Ou seja, deveremos acrescentar o volume do equipamento (mangueiras, conexões etc após a válvula estanque que aplica a pressão de teste) ao volume V1 do produto em teste (fig 2)



Para um vazamento pequeno, onde $\Delta P1$ é muito menor que P1, o volume V2 do gás vazado, será proporcional ao tempo de teste, então podemos chegar à fórmula que define o vazamento em função do tempo de teste, conforme segue. Vamos considerar as seguintes definições:

Vz = vazamento total em cm^3/min ;

ΔPt = variação da pressão de teste durante o tempo de teste em mBar;

Ts = Tempo de teste em segundos;

Vp = Volume interno em cm^3 do produto em teste;

Ve = Volume em cm^3 acrescentado pelas conexões e mangueiras do equipamento

Podemos então chegar à seguinte fórmula final para definir o vazamento em função da queda de pressão:

$$Vz = (\Delta Pt \times (Vp + Ve) \times 60) / (1000 \times Ts)$$

O fator 60 é para transformar o resultado em cm^3/min e o fator 1000 é pela definição de ΔPt em mBar.

Se desejarmos o valor da alteração da pressão em função do limite máximo de vazamento especificado, podemos utilizar a fórmula:

$$\Delta Pt = (Vz \times Ts \times 1000) / ((Ve + Vp) \times 60)$$

Como exemplo de aplicação desta fórmula, vamos considerar o teste representado na figura 2.

A garrafa tem um volume interno de 2 litros e o volume acrescentado pelo equipamento é de 0,1 litro. Com uma pressão de teste de 10 bar, foi constatada uma variação de pressão de 1 mBar em 5 minutos de teste. O vazamento será dado por:

$$Ts = 5 \times 60 = 300 \text{ s}$$

$$\Delta Pt = 1 \text{ mBar}$$

$$V1 = 2 \text{ Litros} = 2000 \text{ cm}^3$$

$$Ve = 0,1 \text{ Litro} = 100 \text{ cm}^3$$

aplicando a fórmula:

$$Vz = (1 \times (2000 + 100) \times 60) / (1000 \times 300)$$

$$Vz = 0,42 \text{ cm}^3 / \text{min}$$

Considerações sobre Testes de Estanqueidade

As demonstrações anteriores evidenciaram 2 pontos críticos nos testes de estanqueidade por queda de pressão: a temperatura do fluido de teste e o volume do produto em teste. Para que o resultado da medição seja correto, estes dois parâmetros devem permanecer absolutamente constantes durante o teste. Na prática isto não acontece, uma vez que, ao aplicarmos o fluido de teste, este normalmente não estará à mesma temperatura do produto, além de sofrer alteração de sua temperatura inicial em função do processo de compressão ao ser injetado no produto. O volume também se altera, pois o produto poderá se expandir com a pressão interna do fluido de teste. Outros fatores importantes que causarão a alteração do volume do produto são as forças exercidas pelos cilindros de fixação ou conexão, normalmente utilizados no equipamento de teste. Neste último caso, a alteração do volume só será crítica se as forças exercidas pelos cilindros se alterarem durante o teste, submetendo o produto a deformações diferentes. Para minimizar esta condição é sempre bom prever que os fins de curso destes cilindros sejam providenciados por batente mecânico ao invés de serem definidos pela forma do produto em teste.

Teste de Estanqueidade utilizando o Sistema MOD485 da E²pro

Um sistema completo de Teste de Estanqueidade pode ser implementado facilmente com um Kit formado pelos seguintes Módulos da E²pro:

Placa PSM001

Placa de comunicação e alimentação do Sistema Modular

Placa ASM001

Placa de aquisição específica para teste de estanqueidade. Permite a conexão de até 2 sensores de pressão, possibilitando o teste de até 2 produtos simultaneamente.

Placa DSM001

Placa I/O digital para acionamento de solenóides e leitura de sinal de botões e sensores do equipamento

Transformador de alimentação

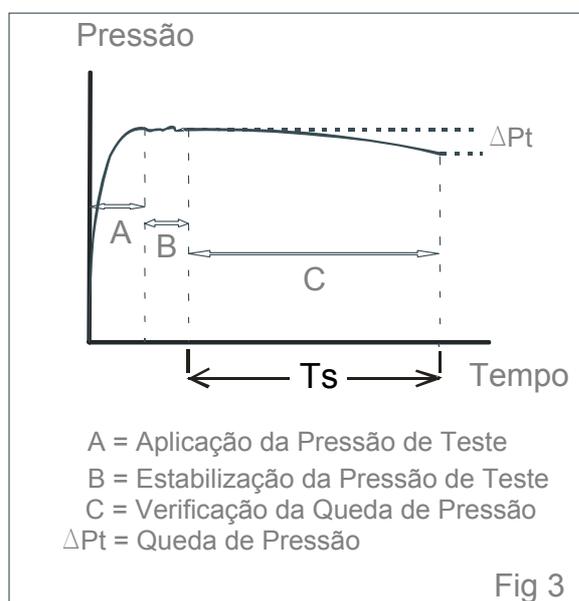
Transformador de alimentação da placa PSM001

Sensor de Pressão

Sensor com saída 4 a 20 mA, fornecido em conjunto com os Módulos do KIT. Este sensor deve ser especificado levando em conta a pressão máxima que o equipamento de teste aplicará sobre o Produto. Deverá ser utilizado 1 sensor para cada berço de teste.



A forma de aplicação da pressão de teste é dada pelo gráfico da figura 3



O ciclo de teste é dividido em 3 fases. Na fase A, a válvula de aplicação da pressão de teste é aberta e o fluido de teste é injetado no interior do Produto em teste. Em seguida esta válvula é fechada e inicia-se a fase B. Nesta fase, aguarda-se o tempo de estabilização da pressão interna do Produto. Este tempo é dependente das condições de teste e normalmente é definido em função da estabilização térmica do fluido de teste. Ao final da fase B, inicia-se a fase C que é a fase do teste de estanqueidade. O sistema aguardará o tempo de teste T_s e verificará a queda de pressão total. Se esta queda superar o limite máximo previsto. O produto será reprovado.

O Teste de Estanqueidade é totalmente controlado por computador. Além dos itens que compõem o kit, deverão ser providenciados o Dispositivo Mecânico de conexão com a peça em teste e componentes pneumáticos para automatizar a conexão, se for o caso. O Kit da E²pro é facilmente expansível e na condição de fornecimento já dispõe de 8 saídas digitais open coletor para acionamento de bobinas de válvulas pneumáticas e 8 entradas PNP 24V para verificação do estado de contatos de interruptores ou sensores eletrônicos.

Sábado, 8 de Março de 2008 13:40

Estanqueidade Tampas Cabeçotes

Identificação

Finalizar LOTE Referência: Part Number: Operador:

Descrição:

Parâmetros de Teste

Pressão de Teste: mbar

Sensibilidade: mbar/min

Tempo Pressão: s

Tempo Estab.: s

Tempo de Teste: s

Mensagem: Posicionar Produto

Teste Berço1 Pressão de Teste: mbar ON

Queda de Pressão (mbar)

Aprovado

Tempo (seg)

Vazamento (mbar/min): Vazamento (cm³/min):

Teste Berço2 Pressão de Teste: mbar ON

Queda de Pressão (mbar)

Reprovado

Tempo (seg)

Vazamento (mbar/min): Vazamento (cm³/min):

Estatísticas

Qtde/Caixa:

FPY (%):

Pecas/Hora:

Total Pecas:

Comparativo (%)

Aprovados	31	91.2
Reprovados	3	8.8

Falhas (%)

Estanqueidade	0.0
Obstrução	0.0
	0.0
	0.0

Menu de Opções

Cadastros
Estatísticas
Manutenção Preventiva
Operação Manual
Configurações
Sair