

a) o cilindro deve ser pressurizado até 26 MPa e aquecido e mantido à temperatura de 100°C, por pelo menos 200h;

b) seguindo procedimento de ensaio, o cilindro deve alcançar os requisitos de teste de expansão hidrostática definida em (A.11), o de ensaio de vazamento no item (A.10) e de pressão hidrostática de explosão (A.12).

A.19 Ensaio de ruptura por solicitação acelerada

Somente para os tipos GNV-2, GNV-3 e GNV-4, um cilindro deve ser pressurizado hidrostaticamente a 26 MPa na temperatura de 65°C. O cilindro deve ser mantido a essa temperatura e pressão por 1.000h. O cilindro então deve ser pressurizado para explosão seguindo o procedimento A.12.

A pressão de rompimento deve exceder a 85% do mínimo especificado em projeto para pressão de explosão.

A.20 Ensaio de impacto por queda

Um ou mais cilindros acabados devem ser ensaiados em queda, na temperatura ambiente sem pressurização interna ou válvula acoplada. A superfície sobre a qual os cilindros devem cair deve ser horizontal e lisa (cimento ou estrado). Um cilindro deve ser deixado cair na posição horizontal com o fundo a uma altura de 1,8m acima da superfície sobre a qual foi deixado cair. Um cilindro deve ser deixado cair verticalmente sobre uma das extremidades do cilindro de uma altura suficiente da superfície de modo que a energia potencial seja de 488J, mas em nenhum caso a altura de parte inferior do cilindro deve ser superior a 1,8m. Um cilindro deve ser deixado cair de um ângulo de 45° com relação à superfície de impacto, de uma altura, tal que o centro de gravidade fique a 1,8m, entretanto, se a extremidade inferior estiver a menos de 0,6m da superfície, o ângulo de queda deve ser mudado para manter uma altura mínima de 0,6m do centro de gravidade de 1,8m.

Após as operações descritas acima, os cilindros devem ser ciclados entre 2,0 e 26 MPa, a temperatura ambiente, inicialmente por 3.000 ciclos, seguidos por 12.000 ciclos adicionais.

Os cilindros não devem romper ou vaziar dentro dos 3.000 ciclos iniciais, mas podem falhar por vazamento durante os 12.000 ciclos adicionais. Todos os cilindros utilizados neste ensaio devem ser destruídos.

A.21 Ensaio de permeabilidade

Este ensaio somente deve ser exigido para os tipos GNV-4. Um cilindro deve ser preenchido com GNV comprimido na pressão de trabalho, colocado em câmara selada na temperatura ambiente, e monitorado quanto à vazamento por 500 horas. A taxa de permeabilidade deve ser menor que 0,25ml do GNV por hora/litro da capacidade de água do cilindro. O cilindro deve ser seccionado e as superfícies internas inspecionadas para determinar evidências de trincas ou deterioração.

A.22 Propriedades de tração do plástico

A resistência ao escoamento e o alongamento do material plástico do liner deve ser determinado na temperatura de -50°C de acordo com a norma ISO 527-2.

Os resultados do ensaio demonstrarão a ductilidade do material plástico do liner na temperatura de -50°C ou menores, alcançando-se os valores especificados pelo fabricante.

A.23 Temperatura de amolecimento do plástico

Materiais poliméricos de revestimentos acabados devem ser ensaiados segundo as especificações contidas na norma ISO 306.

A temperatura de amolecimento deve ser de, pelo menos, 100°C.

A.24 Ensaio de lote da proteção externa

A.24.1 Espessura da proteção externa

A espessura da proteção externa deve ser medida segundo as especificações da norma ISO 2808, e deve atender os requisitos de projeto.

A.24.2 Adesão da proteção externa

A resistência de adesão da proteção externa deve ser medida segundo as especificações da norma ISO 4624, e deve ter uma classe mínima de 4A ou 4B, conforme a mais adequada.

A.25 Ensaio de torque em inserto metálico

O corpo do cilindro deve ser fixado contra a rotação e um torque de duas vezes o valor especificado pelo fabricante de válvula ou DAP deve ser aplicado às extremidades do cilindro. O torque deve ser aplicado primeiro na direção de desaperto e, finalmente, na direção de aperto. Então, o cilindro deverá ser submetido a um ensaio de vazamento (leak test), conforme o item A.10.

A.26 Ensaio de cisalhamento da resina

Material do tipo resina devem ser ensaiados a partir de uma amostra representativa do material como um todo, seguindo as especificações contidas na norma ISO 14130. A amostra deve ser colocada por 24 h em água em ebulição e deve, após esta fase, apresentar uma resistência mínima ao cisalhamento de 13,8 MPa.

A.27 Ensaio de ciclagem com GNV

Consideração especial deve ser dada à segurança durante a realização deste ensaio. Condição prévia para realização deste ensaio, os cilindros desse projeto devem ter passado com sucesso nas especificações contidas no item A.10 (ensaio de vazamento), A.12 (ensaio de pressão hidrostática de explosão), A.13 (ensaio de ciclagem de pressão à temperatura ambiente) e A.21 (ensaio de permeabilidade).

Um cilindro acabado tipo GNV-4 deve ser ciclado com GNV, usando uma pressão de pelo menos 2,0 MPa e a pressão de trabalho por 1.000 ciclos. O tempo de enchimento deve ser de no máximo 5 minutos. A menos que de outra forma seja especificado pelo fabricante, deve se tomar cuidado para assegurar que a temperatura, durante a vazão, não ultrapasse as condições de serviço especificadas.

O cilindro deve ser ensaiado quanto ao vazamento, segundo às especificações contidas no item A.10, e atingir os requisitos listados. Seguindo-se a complementação da ciclagem de GNV, o cilindro deve ser seccionado. O liner e o liner/interface com o inserto metálico externa deve ser inspecionado para verificar qualquer deterioração, tais como, trinca por fadiga ou descarga eletrostática.

Apêndice B - Inspeção ultrassônica

B.1 Objetivo

Esta seção baseia-se nas técnicas utilizadas pelos fabricantes de cilindros.

B.2 Requisitos gerais

O equipamento de Inspeção ultrassônica deve permitir, no mínimo, a detecção dos padrões de referência, como descritas em B.3.2. Devem prestar serviço regular, em conformidade com as instruções de operação do fabricante para assegurar que sua precisão está sendo mantida. Os registros de Inspeção e certificados de aprovação devem ser mantidos. Este equipamento de ensaio deve ser operado por pessoal treinado e supervisionado por pessoas experientes e com certificação de nível 2 da norma ISO 9712:1999.

As faces internas e externas dos cilindros a serem ensaiados devem estar nas condições próprias à produção deste ensaio.

Para a detecção de falhas, deve ser usado o sistema do método pulse-echo. Para medições de espessura, pode ser usado tanto o método de ressonância quanto de pulse-echo. Técnicas de imersão ou de contato também podem ser utilizadas.

Para assegurar a devida transmissão da energia ultrassônica entre a sonda de ensaio e o cilindro, deve ser utilizado um método de acoplamento adequado.

B.3 Detecção de falhas das partes do cilindro

B.3.1 Procedimento

Os cilindros a serem inspecionados e a unidade de sondagem deve ter movimento de rotação e translação, um em relação ao outro, de forma que possa ser descrita uma varredura helicoidal do cilindro. A velocidade de rotação e translação deve ser constante, dentro de uma faixa de $\pm 10\%$. O passo da hélice deve ser menor que a espessura coberta pela sonda (ao menos 10% de sobreposição deve ser garantida) e que esteja relacionada com a efetiva espessura do feixe, tal que possa assegurar 100% de cobertura à velocidade de rotação e translação usada durante o processo de calibração.

Um método alternativo de varredura pode ser utilizado para a detecção de defeitos transversais, onde a varredura ou o movimento relativo das sondas e a peça de trabalho seja longitudinal, o movimento de varredura seja tal que possa assegurar 100% de cobertura da superfície com cerca de 10% de sobreposição das trajetórias da varredura. A parede do cilindro deve ser verificada para defeitos longitudinais com a energia ultrassônica transmitida em ambas direções circunferenciais e para os defeitos transversais, em ambos sentidos longitudinais.

Nesse caso, ou quando for executado um ensaio opcional nas regiões de transição entre a parede e o gargalo e/ou entre parede e base, a operação pode ser manual, se não for executada automaticamente.

A eficácia do equipamento deve ser periodicamente verificada comparando o padrão de referência com o procedimento de ensaio. Esta verificação deve ser realizada pelo menos no início e no fim de cada turno. Se, durante a verificação, não for detectada a presença da marca de referência, todos os cilindros ensaiados após a última verificação de aceitação devem ser reensaiados, após a reparação do equipamento.

B.3.2 Padrão de referência

Um padrão de referência de comprimento apropriado deve ser preparado, a partir de um cilindro de diâmetro e espessura semelhantes, com material de mesmas características acústicas e cuja superfície tenha acabamento igual ao que será inspecionado. Este padrão de referência não deve ter descontinuidades que interfiram com a detecção das marcas de referência.

As marcas de referência, longitudinais e transversais, devem ser usinadas nas partes interna e externas do padrão. Elas devem ficar separadas de tal forma que cada uma possa ser claramente identificada.

As dimensões e a forma das marcas são de crucial importância para o ajuste do equipamento (ver figuras B.1 e B.2).

- O comprimento das marcas (E) não pode ser maior que 50 mm.

- A largura (W) não pode ser maior do que o dobro da profundidade nominal (T).

Contudo, onde esta condição não puder ser satisfeita, uma largura de 1,0 mm é aceitável.

- A profundidade das marcas (T) deve ser $5\% \pm 0,75\%$ da espessura nominal (S), com um mínimo de 0,2 mm e um máximo de 1,0 mm, ao longo de todo o comprimento da marca. Desvios em cada extremidade são permitidos.

- A marca deve ter as bordas com cantos vivos na sua interseção com a superfície da parede do cilindro. A seção da marca deve ser retangular, exceto quando for utilizado o método de usinagem ("spark erosion"); neste caso estará confirmado que a base do cilindro é arredondada.

- A forma e as dimensões da marca devem ser demonstradas por método adequado.

B.4 Calibração do equipamento

Utilizando-se o padrão de referência descrito em B.3.2, o equipamento deve ser ajustado para produzir indicações claramente identificadas dos entalhes de referência internos e externos. A amplitude das indicações devem ser tão idênticas quanto possíveis. A indicação da menor amplitude deve ser utilizada como nível de rejeição e para o ajuste de dispositivos visuais, auditivos, de registro ou distribuição. O equipamento deve ser calibrado com padrão de referência ou cabeçote, ou ambos, movimentando-se da mesma maneira, na mesma direção e velocidade daquelas que serão utilizadas durante a inspeção do cilindro. Todos dispositivos visuais, auditivos, de registro ou distribuição devem operar satisfatoriamente à velocidade de teste.

B.5 Medição de espessura de parede

Caso a medição de espessura de parede não seja efetuada em outro estágio de produção, a parte cilíndrica do cilindro deve ser 100% examinada para assegurar que a espessura não seja menor do que o valor mínimo de espessura garantido pelo projeto.

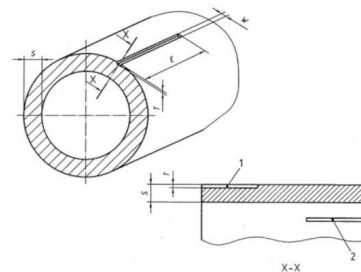
B.6 Interpretação dos resultados

Cilindros com indicação que sejam iguais ou maiores que as indicações inferiores dos entalhes devem ser segregados. Defeitos de superfície devem ser removidos; após a remoção os cilindros devem ser reinspecionados quanto à detecção de falhas por ultrassom e medições de espessura.

Qualquer cilindro que apresente valores de espessura de parede abaixo da mínima garantida em projeto, deve ser rejeitado.

1- Entalhe de referência externo

Figura B.1 – Detalhes de projeto e dimensões dos entalhes de referência para defeitos longitudinais



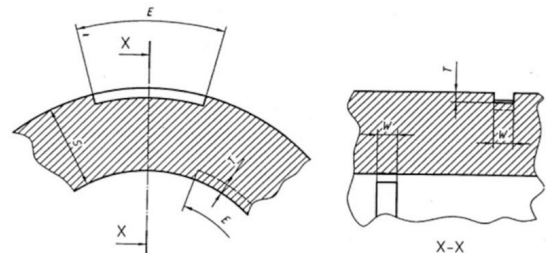
2- Entalhe de referência interno

Nota: $T \leq (5 \pm 0,75)\% S$, mas $0,2 \text{ mm} \leq T \leq 1 \text{ mm}$

$W \leq 2T$, mas, se não for possível, então $W \leq 1 \text{ mm}$

$E \leq 50 \text{ mm}$

Figura B.2 – Representação esquemática dos entalhes de referência para defeitos circunferenciais



Nota: $T \leq (5 \pm 0,75)\% S$, mas $0,2 \text{ mm} \leq T \leq 1 \text{ mm}$

$W \leq 2T$, mas, se não for possível, então $W \leq 1 \text{ mm}$

$E \leq 50 \text{ mm}$

