
Ensayos no destructivos

**Ensayos de cilindros de acero sin costura por
emisión acústica**

Ensaaios não destrutivos

**Ensaaios de cilindros de aço sem costura por
emissão acústica**







Índice

- 1 Objeto
- 2 Referencias normativas
- 3 Definiciones
- 4 Equipo
- 5 Ensayo
- 6 Resultados

Anexo A (normativo) - Criterios de desaprobación

Sumário

- 1 Objetivo
- 2 Referências normativas
- 3 Definições
- 4 Equipamento
- 5 Ensaio
- 6 Resultados

Anexo A (normativo) - Critérios de desaprovação

Prefacio

La AMN - Asociación MERCOSUR de Normalización - tiene por objeto promover y adoptar las acciones para la armonización y la elaboración de las Normas en el ámbito del Mercado Común del Sur - MERCOSUR, y está integrado por los Organismos Nacionales de Normalización de los países miembros.

La AMN desarrolla su actividad de normalización por medio de los CSM - Comités Sectoriales MERCOSUR - creados para campos de acción claramente definidos.

Los Proyectos de Norma MERCOSUR, elaborados en el ámbito de los CSM, circulan para votación nacional por intermedio de los Organismos Nacionales de Normalización de los países miembros.

La homologación como Norma MERCOSUR por parte de la Asociación MERCOSUR de Normalización requiere la aprobación por consenso de sus miembros.

Esta Norma fue elaborada por el CSM 24 - Comité Sectorial MERCOSUR de Ensayos No Destructivos.

La versión en español del texto-base del Proyecto de Norma MERCOSUR 24:00-003 fue elaborado por Argentina y tuvo su origen en la norma IRAM 711:2005 - Ensayos no destructivos. Ensayos de cilindros de acero sin costura por emisión acústica.

Prefácio

A AMN - Associação MERCOSUR de Normalização - tem por objetivo promover e adotar as ações para a harmonização e a elaboração das Normas no âmbito do Mercado Comum do Sul - MERCOSUL, e é integrada pelos Organismos Nacionais de Normalização dos países membros.

A AMN desenvolve sua atividade de normalização por meio dos CSM - Comitês Setoriais MERCOSUL - criados para campos de ação claramente definidos.

Os Projetos de Norma MERCOSUL, elaborados no âmbito dos CSM, circulam para votação nacional por intermédio dos Organismos Nacionais de Normalização dos países membros.

A homologação como Norma MERCOSUL por parte da Associação MERCOSUR de Normalização requer a aprovação por consenso de seus membros.

Esta Norma foi elaborada pelo CSM 24 - Comitê Setorial MERCOSUL de Ensaaios Não Destrutivos.

A versão em espanhol do texto-base do Projeto de Norma MERCOSUL 24:00-003 foi elaborado pela Argentina e teve sua origem na norma IRAM 711:2005 - Ensaaios não destrutivos. Ensaaios de cilindros de aço sem costura por emissão acústica.



Ensayos no destructivos Ensayos de cilindros de acero sin costura por emisión acústica

Ensaaios não destrutivos Ensaaios de cilindros de aço sem costura por emissão acústica

1 Objeto

1.1 Esta Norma MERCOSUR establece el método de ensayo por emisión acústica (EA), aplicable en cilindros de acero sin costura para el almacenamiento de gas comprimido.

1.1.1 Este método no es aplicable en cilindros que trabajan en condiciones criogénicas.

1.2 El método exige presurización a un nivel mayor que la presión normal de trabajo.

1.2.1 El medio para la presurización puede ser líquido o gaseoso.

1.3 El ensayo de EA se utiliza para detectar y localizar áreas activas.

1.3.1 Para la individualización y caracterización de defectos deben utilizarse otros ensayos no destructivos (END) complementarios.

NOTA - La inspección por ultrasonidos, a través de ondas longitudinales y haces de sonido angulares, es normalmente utilizada para la individualización y caracterización de defectos que produzcan actividad de EA. Es también aplicable el ensayo a través del método de partículas magnéticas (ver ASTM A-388 y ASTM A-275).

2 Referencias normativas

Los documentos normativos siguientes contienen disposiciones, las cuales, mediante su cita en el texto, se transforman en disposiciones válidas para la aplicación de la presente Norma MERCOSUR. Las ediciones indicadas son las vigentes en el momento de esta publicación. Todo documento es susceptible de ser revisado y las partes que realicen acuerdos basados en esta norma se deben esforzar para buscar la posibilidad de aplicar sus ediciones más recientes.

Los organismos miembros del MERCOSUR, mantienen registros actualizados de sus normas.

NM 303:2005 - Ensayos no destructivos. Análisis de la emisión acústica de estructuras durante la estimulación controlada

1 Objetivo

1.1 Esta Norma MERCOSUL establece o método de ensaio por emissão acústica (EA), aplicado em cilindros de aço sem costura para o armazenamento de gás comprimido.

1.1.1 Este método não é aplicável em cilindros que trabalham em condições criogênicas.

1.2 Este método exige pressurização a um nível maior que a pressão normal de trabalho.

1.2.1 Este meio para a pressurização pode ser líquido ou gasoso.

1.3 Este ensaio de EA se utiliza para detectar e localizar áreas activas.

1.3.1 Para a individualização e caracterização dos defeitos devem ser utilizados outros ensaios não destrutivos (END) complementares.

NOTA - A inspeção por ultra-som, através de ondas longitudinais e faces de sons angulares, é normalmente utilizada para a individualização e caracterização de defeitos que produzem atividade de EA. É também aplicado o ensaio através do método de partícula magnética (ver ASTM A-388 e ASTM A-275).

2 Referências normativas

Os documentos normativos seguintes contêm disposições, as quais, mediante sua citação no texto, transformam em disposições válidas para aplicação da presente Norma MERCOSUL. As edições indicadas são as vigentes no momento desta publicação. Todo documento é suscetível de ser revisado e as partes que realizam acordos baseados nesta norma devem buscar a possibilidade de aplicação de suas edições mais recentes.

Os organismos membros do MERCOSUL, mantêm registros atualizados de suas normas.

NM 303:2005 - Ensaaios não destrutivos. Análise de emissão acústica de estruturas durante a estimulação controlada



ASTM A-275:1998¹⁾ - Test method for magnetic particle examination of steel forgings

ASTM A-388:2001¹⁾ - Practice for ultrasonic examination of heavy steel forgings

ASTM E-650:2000¹⁾ - Guide for mounting piezoelectric acoustic emission sensors

3 Definiciones

Para los fines de la presente Norma MERCOSUR se aplican las definiciones siguientes:

3.1 defecto crítico

Defecto cuyas medidas, en condiciones de servicio, den como resultado una propagación

3.2 defecto aceptable

Defecto cuyas medidas máximas, durante el reensayo, no evalúa para defecto crítico.

3.3 área activa

Región del cuerpo del cilindro portadora de defecto(s) localizada por el ensayo de EA

3.4 presión de trabajo (servicio)

Presión para la cual está especificado el cilindro

NOTA - Normalmente está estampada en el cilindro.

3.5 presión de ensayo

Presión a la cual debe ensayarse el cilindro con un valor del 10 % mayor que la presión de trabajo

3.6 ensayo no destructivo complementario

Ensayo no destructivo (END) aplicado en la(s) área(s) activa(s), para la individualización y caracterización de los defectos

4 Equipo

El equipo necesario para la ejecución del ensayo se ilustra en la figura 1.

4.1 Sensores

4.1.1 Los sensores de EA deben poseer resonancia en la banda de 100 kHz a 300 kHz.

4.1.2 La sensibilidad debe ser igual o mayor que 77 dBV, referente a 1 V/ μ bar, determinada por el pulso ultrasónico fase a fase, con sensor de EA en la banda de frecuencia entre 100 kHz a 300 kHz.

ASTM A-275:1998¹⁾ - Test method for magnetic particle examination of steel forgings

ASTM A-388:2001¹⁾ - Practice for ultrasonic examination of heavy steel forgings

ASTM E-650:2000¹⁾ - Guide for mounting piezoelectric acoustic emission sensors

3 Definições

Para os fins da presente Norma MERCOSUL aplicam-se as definições seguintes:

3.1 defeito crítico

Defeito cujas medidas, em condições de serviço, dão como resultado uma propagação

3.2 defeito aceitável

Defeito cujas medidas máximas, durante o reensaio, não evolua para defeito crítico.

3.3 área ativa

Região do corpo do cilindro portadora de defeito(s) localizada pelo ensaio de EA

3.4 pressão de trabalho (serviço)

Pressão para o qual está especificado o cilindro

NOTA - Normalmente está estampada no cilindro.

3.5 pressão de ensaio

Pressão ao qual deve ensaiar-se o cilindro com um valor 10 % maior que a pressão de trabalho

3.6 ensaio não destrutivo complementar

Ensaio não destrutivo (END) aplicado na(s) área(s) ativa(s), para a individualização e caracterização dos defeitos

4 Equipamento

O equipamento necessário para a execução do ensaio está ilustrado na figura 1.

4.1 Sensores

4.1.1 Os sensores de EA devem possuir ressonância na banda de 100 kHz a 300 kHz.

4.1.2 A sensibilidade deve ser igual ou maior que 77dBV, referente a 1 V/ μ bar, determinada por um pulso ultrassônico fase a fase, com sensor de EA na banda de frequência entre 100 kHz a 300 kHz.

¹⁾ Estas normas serán utilizadas mientras no exista la norma MERCOSUR correspondiente

¹⁾ Estas normas devem ser utilizadas até que exista a norma MERCOSUL correspondente



4.1.3 Los sensores deben protegerse de la interferencia electromagnética o ser construidos con conectores diferenciales o tener ambas características.

4.1.4 Los sensores deben aislarse electrónicamente de superficies conductoras, por medio de material aislante.

4.2 Cables de señal

4.2.1 El largo del cable de señal de conexión entre sensores y preamplificadores debe ser de 1,80 m como máximo.

4.2.2 Los cables de señal deben protegerse de la interferencia electromagnética, siendo generalmente adecuados los cables coaxiales convencionales.

4.3 Acoplante

4.3.1 El acoplante debe proporcionar un acople acústico eficiente durante todo el ensayo.

NOTA - Como acoplante, generalmente se utiliza vaselina, grasa para vacío, etc.

4.3.2 El acoplante debe mantener sus propiedades con relación al ámbito de temperatura en que se está realizando el ensayo.

4.3.3 Los adhesivos pueden utilizarse como acoplantes, siempre que posean y mantengan las propiedades de acoplantes acústicos y sean estables a la temperatura.

4.4 Preamplificadores

4.4.1 Los preamplificadores deben poseer un ruido menor que $7 \mu\text{Vrms}$ (corto-circuito en el ingreso) dentro del ámbito de frecuencia de los filtros instalados.

4.4.2 La ganancia de preamplificación debe tener una precisión de ± 1 dBV, dentro del rango de frecuencia y para el ámbito de temperatura especificado.

4.4.3 Los preamplificadores deben protegerse contra la interferencia electromagnética.

4.4.4 Los preamplificadores de construcción diferencial, deben poseer un modo de rechazo de, como mínimo, 40 dB.

4.4.5 Los preamplificadores deben incluir filtros de banda con una atenuación de 24 dB/octava, por encima y por debajo del ámbito comprendido entre los 100 kHz y los 300 kHz.

4.1.3 Os sensores devem ser protegidos da interferência eletromagnética ou serem construídos com conectores diferenciados ou terem ambas características.

4.1.4 Os sensores devem ser isolados eletronicamente das superfícies condutores, por meio de material isolante.

4.2 Cabos de sinais

4.2.1 A largura do cabo de sinal de conexão entre sensores e pré-amplificadores deve ser de 1,80 m no máximo.

4.2.2 Os cabos de sinais devem ser protegidos da interferência eletromagnética, sendo geralmente adequados aos cabos coaxiais convencionais.

4.3 Acoplante

4.3.1 O acoplante deve proporcionar um acoplamento acústico eficiente durante todo o ensaio.

NOTA - Como acoplante, geralmente se utiliza vaselina, graxa, etc.

4.3.2 O acoplante deve manter suas propriedades com relação ao âmbito de temperatura em que se está realizando o ensaio.

4.3.3 Os adesivos podem ser utilizados como acoplantes, sempre que possuírem e mantiverem as propriedades de acoplantes acústicos e sejam estáveis com a temperatura.

4.4 Pré-amplificadores

4.4.1 Os pré-amplificadores devem possuir um ruído menor que $7 \mu\text{Vrms}$ (curto-circuito na entrada) dentro do âmbito de frequência dos filtros instalados.

4.4.2 O ganho de pré-amplificação deve ter uma precisão de ± 1 dBV, dentro do intervalo de frequência e para o âmbito de temperatura especificado.

4.4.3 Os pré-amplificadores devem ser protegidos contra a interferência eletromagnética.

4.4.4 Os pré-amplificadores de construção diferencial, devem possuir um modo de rejeição de, no mínimo, 40 dB.

4.4.5 Os pré-amplificadores devem incluir filtros de banda com uma atenuação de 24 dB/octava, acima e abaixo do âmbito compreendido entre 100 kHz e 300 kHz.



4.4.6 Para el caso de sensores con preamplificador incorporado, deben cumplir con lo establecido en 4.4.1 a 4.4.5.

4.5 Cable de señal/energía

El cable de señal/energía alimenta el preamplificador y conduce la señal al procesador principal. Éste debe protegerse de la interferencia electromagnética. La pérdida de la señal debe ser menor que 1 dB por cada 30 m de largo.

4.6 Fuente de alimentación

Debe ser una fuente estabilizada y con descarga a tierra que atienda la especificación de alimentación del procesador de señal, la que debe dimensionarse adecuadamente.

4.7 Procesador de señal

4.7.1 Los circuitos electrónicos involucrados en este equipo, deben operar en la banda de temperatura comprendida entre 4°C y 40°C, con una precisión de ± 2 dB.

4.7.2 La precisión en el límite de referencia debe ser de ± 2 dB.

4.7.3 Los parámetros de EA procesados por los circuitos pueden ser: conteos, picos de amplitud, tiempos de llegada, duración, energía, valor RMS, etc. La presión interna en el cilindro durante la presurización, debe también registrarse y almacenarse simultáneamente con los datos de EA.

4.8 Características generales del equipo

4.8.1 El acoplante acústico debe ser necesariamente utilizado como interfase entre la superficie de los sensores y la del cilindro.

4.8.1.1 Los adhesivos deben poseer propiedades acústicas o una combinación de adhesivos y acoplantes acústicos convencionales.

4.8.2 Los sensores pueden fijarse por sujetadores magnéticos, cintas adhesivas u otros medios mecánicos que no produzcan ruidos.

4.8.2.1 Los sensores de EA se utilizan para detectar ondas elásticas, ondas mecánicas transitorias, originadas en una falla localizada en el material.

4.8.2.2 Los sensores deben ser acústicamente acoplados al cuerpo del cilindro.

4.8.3 El preamplificador de señal puede ser integrado al sensor o separado de éste, dentro de

4.4.6 Para o cabo dos sensores com pré-amplificador incorporado, devem cumprir com o estabelecido em 4.4.1 a 4.4.5.

4.5 Cabo de sinal/energia

O cabo de sinal/energia alimenta o pré-amplificador e o sinal ao processador principal. Este deve ser protegido da interferência electromagnética. A perda do sinal deve ser menor que 1 dB para cada 30 m de comprimento.

4.6 Fonte de alimentação

Deve ser uma fonte estabilizada e com conexão de terra que atenda a especificação de alimentação do processador de sinais, que deve ser dimensionada adequadamente.

4.7 Processador de sinal

4.7.1 Os circuitos eletrônicos envolvidos com este equipamento, devem operar em uma banda de temperatura compreendida entre 4°C e 40°C, com uma precisão de ± 2 dB.

4.7.2 A precisão do limite de referência deve ser de ± 2 dB.

4.7.3 Os parâmetros de EA processados pelo circuito podem ser: contagens, picos de amplitude, tempo de chegada, duração, energia, valor RMS, etc. A pressão interna do cilindro durante a pressurização, deve também ser registrada e armazenada simultaneamente com os dados de EA.

4.8 Características gerais do equipamento

4.8.1 O acoplante acústico deve ser necessariamente utilizado como interface entre a superfície dos sensores e a do cilindro.

4.8.1.1 Os adesivos devem possuir propriedades acústicas ou uma combinação de adesivos e acoplantes acústicos convencionais.

4.8.2 Os sensores podem ser fixados por prendedores magnéticos, fitas adesivas ou outros meios mecânicos que não produzem ruídos.

4.8.2.1 Os sensores de EA são utilizados para detectar ondas elásticas, ondas mecânicas transitorias, originadas em uma falha localizada no material.

4.8.2.2 Os sensores devem ser acusticamente acoplados no corpo do cilindro.

4.8.3 O pré-amplificador de sinais pode ser integrado ao sensor ou separado deste, dentro de uma



una protección adecuada. En este último caso, el largo del cable de conexión entre el sensor y el preamplificador (cable de señal) debe ser de 1,80 m como máximo.

4.8.4 El largo del cable de señal/energía que conecta el preamplificador (el sensor, en el caso integrado) y el procesador de señal debe ser de 150 m como máximo (ver Tabla 1).

4.8.5 El procesador de señal debe ser un equipo computarizado con canales independientes, provisto de filtros, procesamiento de parámetros, conversor análogo-digital, unidad de almacenamiento permanente de datos y monitor de presentación de datos.

4.8.5.1 El procesador de señal debe poseer suficiente velocidad y capacidad de almacenamiento, para procesar simultáneamente las informaciones en canales independientes.

4.8.5.2 El procesador debe ser capaz de presentar los datos, después de ser archivados con posibilidad de filtrado (seleccionado).

4.8.6 Es necesario que haya una impresora para elaborar copias de los datos, a fin de documentar los resultados del ensayo.

4.8.6.1 Las copias, en papel, presentando gráficos, tablas, diseños, pueden obtenerse a través de impresoras, u otros equipos equivalentes.

4.8.7 El procesador debe permitir mostrar los datos del ensayo en formatos y diagramas de localización, cuya forma de presentación puede seleccionarse por el operador.

4.8.8 La unidad de almacenamiento permanente de los datos, como los disquetes o discos rígidos, pueden utilizarse para archivar, analizar o revisar los registros del ensayo.

4.8.9 La calibración debe realizarse según 4.8.9.1 a 4.8.9.3.

4.8.9.1 Anualmente, deben realizarse la calibración y la verificación del transductor de presión, de los sensores de EA, de los preamplificadores y, cuando estén presentes, del procesador de señal y del simulador de forma de onda.

4.8.9.2 El instrumental que compone el equipo de EA, debe calibrarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

4.8.9.3 Los equipos utilizados en la calibración deben estar verificados por un organismo autorizado.

proteção adequada. No último caso, a largura do cabo de conexão entre o sensor e o pré-amplificador (cabo de sinais) deve ser de 1,80 m no máximo.

4.8.4 A largura do cabo de sinal/energia interliga o pré-amplificador (ou sensor, no caso integrado) e o processador de sinais devem ser de 150 m no máximo (ver Tabela 1).

4.8.5 O processador de sinais deve ser um equipamento computadorizado com canais independentes, provido de filtros, processamento de parâmetros, conversor analógico-digital, unidade de armazenamento permanente de dados e monitor de apresentação de dados.

4.8.5.1 O processador de sinais deve possuir velocidade e capacidade de armazenamento suficiente para processar simultaneamente as informações em canais independentes.

4.8.5.2 O processador deve ser capaz de apresentar dados, depois de ser arquivado com possibilidade de filtro (selecionado).

4.8.6 É necessário que tenha uma impressora para imprimir cópias dos dados, a fim de documentar os resultados do ensaio.

4.8.6.1 As cópias, em papel, apresentando gráficos, tabelas, desenhos, podem ser geradas a partir de impressoras ou outros equipamentos equivalentes.

4.8.7 O processador deve permitir mostrar os dados de ensaio em formatos e diagramas de localização, cuja forma de apresentação pode ser selecionada pelo operador.

4.8.8 A unidade de armazenamento permanente dos dados, como os disquetes ou discos rígidos, podem ser utilizados para arquivar, analisar ou revisar os registros de ensaio.

4.8.9 A calibração deve ser realizada de acordo com os itens 4.8.9.1 a 4.8.9.3.

4.8.9.1 Anualmente, devem ser realizadas a calibração e a verificação do transdutor de pressão, dos sensores de EA, dos pré-amplificadores e quando estiverem presentes o processador de sinais e o simulador de forma de onda.

4.8.9.2 A instrumentação que compõe o equipamento de EA, deve ser calibrada de acordo com as especificações do fabricante.

4.8.9.3 Os equipamentos utilizados na calibração devem estar aferidos por um organismo autorizado.



4.8.10 El desempeño del equipo debe ser según lo indicado en 4.8.10.1 a 4.8.10.6.

4.8.10.1 La rutina de validación del desempeño del procesador de señal, debe poder hacerse en cualquier instante. Para esta validación puede usarse un simulador electrónico de forma de onda.

4.8.10.2 Cada canal del procesador de señal, debe responder con una variación en el pico de amplitud de ± 2 dBV, en relación a la salida del simulador de forma de onda.

4.2.10.3 La verificación del desempeño del equipo debe ejecutarse inmediatamente antes y después de cada ensayo, por intermedio de un equipo que introduzca ondas de tensión en el cuerpo del cilindro a una distancia específica de cada sensor. Las ondas de tensión, inducidas de esta forma, deben estimular los sensores del mismo modo que las emisiones provocadas por los defectos.

4.8.10.4 La verificación del desempeño del equipo debe realizarse en todos sus componentes, incluyendo los acoples de interfase entre los sensores y el cuerpo del cilindro.

4.8.10.5 La técnica recomendada para verificar el desempeño del equipo es la fractura de un grafito de dureza 2H, de 0,3 mm de diámetro y de un largo aproximado de 2 mm, que se pone en contacto con el cuerpo del cilindro, en las posiciones próximas a los sensores (distancia menor que 4 cm de cada sensor) y a media distancia entre ellos.

4.8.10.6 Complementariamente con lo indicado en 4.8.10.3 y 4.8.10.5, se recomienda la fractura de otros grafitos en puntos específicos del cuerpo del cilindro, a fin de verificar la capacidad de localización del equipo.

5 Ensayo

5.1 Principio del ensayo

5.1.1 Los sensores de EA deben acoplarse a la estructura a examinar.

5.1.2 Los sensores de EA deben acoplarse al cilindro y conectarse al procesador de señal (según Figura 1).

5.1.2.1 El procesador de señal debe utilizar el tiempo de llegada de la emisión a cada sensor, para determinar la localización del área activa. Ésto debe ocurrir siempre que la señal de emisión sobrepase el límite de referencia ajustado en el equipo (ver Tabla 1).

4.8.10 O desempenho do equipamento deve ser segundo o indicado em 4.8.10.1 a 4.8.10.6.

4.8.10.1 A rotina de validação do desempenho do processador de sinais deve ser realizada em qualquer instante. Para esta validação pode ser utilizado um simulador eletrônico de forma de onda.

4.8.10.2 Cada canal do processador de sinais, deve responder com uma variação de pico de amplitude de ± 2 dBV, em relação à saída do simulador de forma de onda.

4.2.10.3 A verificação de desempenho do equipamento deve ser executada imediatamente antes e depois de cada ensaio, por intermédio de um equipamento que introduza ondas de tensão no corpo do cilindro a uma distância específica de cada sensor. As ondas de tensão, induzidas desta forma, devem estimular os sensores do mesmo modo que as emissões provocadas pelos defeitos.

4.8.10.4 A verificação de desempenho do equipamento deve ser realizada em todos os componentes, incluindo os acoplantes de interfaces entre os sensores e o corpo de cilindro.

4.8.10.5 A técnica recomendada para verificar o desempenho de um equipamento é a quebra de um grafito de dureza 2H, de 0,3 mm de diâmetro e de um comprimento aproximado de 2 mm, que se coloca em contato com o corpo de cilindro, nas posições próximas aos sensores (distância menor que 4 cm de cada sensor) e distância média entre eles.

4.8.10.6 Complementando o indicado em 4.8.10.3 e 4.8.10.5, se recomenda a fratura de outros grafites em pontos específicos do corpo do cilindro, a fim de verificar a capacidade de localização do equipamento.

5 Ensaio

5.1 Princípio do ensaio

5.1.1 Os sensores de EA devem ser acoplados na estrutura a examinar.

5.1.2 Os sensores de EA devem ser acoplados ao cilindro e conectados ao processador de sinais (segundo a Figura 1).

5.1.2.1 O processador de sinal deve utilizar o tempo de chegada da emissão a cada sensor, para determinar a localização da área ativa. Isto deve ocorrer sempre que o sinal de emissão ultrapasse o limite de referência ajustado no equipamento (ver Tabela 1).



5.1.2.2 Las áreas activas localizadas en el cilindro deben inspeccionarse por medio de ensayos no destructivos complementarios (ver Anexo A).

5.1.3 El ensayo de EA puede aplicarse 12 meses después del último ensayo hidrostático.

NOTA - El efecto Kaiser, fenómeno presente en el método de EA, establece la disminución de la EA, durante el segundo ciclo de presurización, realizado al mismo nivel de presión del ciclo anterior. Los ensayos hidrostáticos usuales son realizados a presiones relativamente altas (1,5 a 1,67 veces de la presión de servicio). En el caso de que el ensayo de EA sea ejecutado en períodos menores que 12 meses respecto al último ensayo hidrostático, las emisiones acústicas pueden ser insignificantes dado el nivel de presurización propuesto en esta Norma (1,1 veces la presión de servicio).

5.1.4 La presurización debe realizarse según lo indicado en 5.1.4.1 a 5.1.4.6.

5.1.4.1 El procedimiento recomendado en la operación de carga de cilindros es utilizar bajas velocidades de llenado. Este procedimiento garantiza una operación segura y reduce la inversión en equipos. El ensayo de EA debe ejecutarse con velocidades de presurización que permitan la deformación del cilindro en equilibrio con la aplicación de la carga. Los valores de velocidades de presurización normalmente utilizados y recomendados están en el orden de 3,5 MPa/h.

5.1.4.2 El llenado del cilindro lleva al calentamiento del fluido por efecto termodinámico. Después de la presurización la temperatura desciende, en la medida en que el cilindro entra en equilibrio con las condiciones del medio ambiente.

5.1.4.3 La EA es causada por la propagación de defectos y también por fuentes secundarias, como, por ejemplo, la fricción entre las superficies de las fisuras, la rotura de productos de corrosión o incrustación.

5.1.4.3.1 Las fuentes secundarias de EA pueden provocar emisiones acústicas durante la presurización, aún en presiones menores que la presión de servicio.

5.1.4.4 Cuando la presión interna del cilindro es baja y el medio de presurización es gaseoso, la velocidad del flujo de gas es relativamente alta. La turbulencia provocada por el flujo, así como el impacto de eventuales partículas transportadas por el gas pueden producir emisiones acústicas detectables. Considerando este aspecto, la adquisición de datos en el ensayo de EA debe iniciarse a partir de 1/3 de la máxima presión de ensayo. Este criterio se aplica también cuando el fluido de ensayo es un líquido.

5.1.2.2 As áreas ativas localizadas no cilindro devem ser inspeccionadas por meio de ensaios não destrutivos complementares (ver Anexo A).

5.1.3 O ensaio de EA pode ser aplicado 12 meses depois do último ensaio hidrostático.

NOTA - O efeito Kaiser, fenômeno presente no método de EA, estabelece diminuição de EA, durante o segundo ciclo de pressurização, realizado ao mesmo nível de pressão do ciclo anterior. Os ensaios hidrostáticos usuais são realizados a pressões relativamente altas (1,5 a 1,67 vezes a pressão de serviço). No caso de ensaios de EA que sejam realizados em períodos menores que 12 meses com respeito ao último ensaio hidrostático, as emissões acústicas podem ser insignificantes dado o nível de pressurização proposto nesta Norma (1,1 vezes a pressão de serviço).

5.1.4 A pressurização deve ser realizada segundo o indicado em 5.1.4.1 a 5.1.4.6.

5.1.4.1 O procedimento recomendado na operação de carga dos cilindros é utilizar baixas velocidades de enchimento. Este procedimento garante uma operação segura e reduz a inversão em equipamentos. O ensaio de EA deve ser executado com velocidades de pressurização que permitam a deformação do cilindro em equilíbrio com a aplicação da carga. Os valores de velocidade de pressurização normalmente utilizados e recomendados estão na ordem de 3,5 MPa/h.

5.1.4.2 O enchimento do cilindro leva ao aquecimento do fluido por efeito termodinámico. Depois da pressurização a temperatura decresce, na medida em que o cilindro entra em equilíbrio com as condições do meio ambiente.

5.1.4.3 As EA são causadas pela propagação de defeitos e também por fontes secundárias, como, por exemplo, a fricção entre as superfícies das fissuras, a ruptura de produtos de corrosão ou incrustação.

5.1.4.3.1 As fontes secundárias de EA podem provocar emissões acústicas durante a pressurização, mesmo em pressões menores que a pressão de serviço.

5.1.4.4 Quando a pressão interna do cilindro é baixa e o meio de pressurização é gasoso, a velocidade do fluxo de gás é relativamente alta. A turbulência provocada pelo fluxo, assim como o impacto de eventuais partículas transportadas pelo gás podem produzir emissões acústicas detectáveis. Considerando este aspecto, a aquisição de dados do ensaio de EA deve ser iniciada a partir de 1/3 da máxima pressão de ensaio. Este critério aplica-se também, quando o fluido de ensaio é um líquido.



5.1.4.5 Los defectos significativos pueden producir emisiones acústicas originadas a partir de fuentes secundarias. Las fuentes secundarias son responsables de emisiones acústicas a presiones menores que la presión normal de servicio. La presión de ensayo debe ser un 10 % mayor que la presión de trabajo y permite la detección de emisiones acústicas originadas en fuentes secundarias, así también como la propagación de defectos.

5.1.4.6 Las etapas de presión constante son eventualmente necesarias, por motivos pertinentes a la ejecución del ensayo de EA.

5.1.5 El ruido excesivo puede distorsionar la adquisición de datos o eventualmente bloquearla, dependiendo de la tasa de ocurrencia en un período. Los usuarios y ejecutantes del ensayo deben mirar atentamente las fuentes más comunes de ruido: altas velocidades de llenado de gas durante la presurización, contacto mecánico del cuerpo del cilindro con soportes y estructuras, interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia, descarga en tubos y mangueras conectadas al cilindro, salpicaduras de lluvia, arena, etc. El ensayo no debe ejecutarse si no se eliminan las fuentes de ruido intensas.

5.1.6 De forma análoga a lo que ocurre en cualquier ensayo de presión en recipientes metálicos, la temperatura ambiente no debe ser menor que la temperatura de transición dúctil-frágil del material de construcción del cilindro.

5.2 Procedimiento de ensayo

Debe realizarse según lo indicado en 5.2.1 a 5.2.13.

5.2.1 Se inspecciona visualmente la superficie accesible interna y externa del cuerpo del cilindro, registrando las irregularidades en el informe del ensayo.

5.2.2 Se aísla el cilindro a ser ensayado, a fin de evitar señales falsas de emisión acústica por influencia del contacto con otros cilindros, estructuras de sustentación, etc. Cuando no fuera posible aislarlo completamente, se debe indicar en el informe del ensayo, las probables fuentes de ruido debido a contactos mecánicos.

5.2.3 Se conectan las mangueras de llenado y el transductor de presión, tomando cuidado en eliminar toda pérdida de líquido o escape de gas junto a las conexiones, durante la realización del ensayo.

5.2.4 Se monta, como mínimo, un sensor de EA en cada extremidad del cilindro.

5.1.4.5 Os defeitos significativos podem produzir emissões acústicas originadas a partir de fontes secundárias. As fontes secundárias são responsáveis por emissões acústicas a pressões menores que a pressão normal de serviço. A pressão de ensaio deve ser 10 % maior que a pressão de trabalho e permitir a detecção de emissões acústicas originadas em fontes secundárias, assim também como a propagação de defeitos.

5.1.4.6 As etapas de pressão constante são eventualmente necessárias, por motivos pertinentes à execução do ensaio de EA.

5.1.5 O ruído excessivo pode distorcer a aquisição de dados ou eventualmente bloqueá-la, dependendo da taxa de ocorrência em um período. Os usuários e os executantes do ensaio devem olhar atentamente as fontes mais comuns de ruído: altas velocidades de enchimento de gás durante a pressurização, contato mecânico do corpo do cilindro com suportes e estruturas, interferências eletromagnéticas e radiofrequência, descargas em tubos e mangueiras conectadas ao cilindro, respingos de chuva, areia, etc. O ensaio não deve ser executado se não forem eliminadas as fontes de ruídos intensas.

5.1.6 De forma análoga ao que ocorre em qualquer ensaio de pressão em recipientes metálicos, a temperatura ambiente não deve ser menor que a temperatura de transição dúctil-frágil do material de construção do cilindro.

5.2 Procedimento de ensaio

Deve ser realizado segundo o indicado em 5.2.1 a 5.2.13.

5.2.1 Inspeccionar visualmente a superfície acessível interna e externa do corpo do cilindro, registrando as irregularidades a serem informadas no ensaio.

5.2.2 Isolar o cilindro a ser ensaiado, a fim de evitar sinais falsos de emissão acústica por influência do contato com outros cilindros, estruturas de sustentação, etc. Quando não for possível ser isolado completamente, deve-se indicar no relatório do ensaio, as prováveis fontes de ruídos devido a contatos mecânicos.

5.2.3 Conectar as mangueiras de enchimento e o transdutor de pressão, tomando cuidado em eliminar toda perda de líquido ou vazamento de gás junto as conexões, durante a realização do ensaio.

5.2.4 Montar, no mínimo, um sensor de EA em cada extremidade do cilindro.



5.2.4.1 El montaje de sensores debe realizarse de acuerdo con lo establecido en ASTM E-650.

5.2.4.2 Se montan los sensores de las extremidades del cilindro en la misma posición angular, para que el equipamiento interprete la dirección paralela al eje longitudinal del cilindro.

5.2.5 Se ajustan los parámetros del procesador de señal, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 1.

5.2.6 Se verifica el desempeño del equipo en cada sensor (ver 4.1).

5.2.6.1 Se verifica si el pico de amplitud es mayor que el valor especificado (ver Tabla 1).

5.2.6.2 Se verifica si el equipo presenta una localización correcta a través de una fuente simulada, por ejemplo Hsu Nielsen (ver NM 303).

NOTA - La utilización de dos sensores solamente debe suministrar la posición de las áreas activas en un eje longitudinal. Si es deseable una localización planar, se recomienda la utilización de más de 2 sensores.

5.2.7 Se inicia la presurización del cilindro a una velocidad suficientemente baja para no producir ruidos.

5.2.7.1 Antes de iniciar la presurización, el ruido de fondo debe ser menor que el límite de referencia adoptado (ver Tabla 1).

5.2.8 Durante el ensayo se deben registrar, simultáneamente, la presión y la EA.

5.2.8.1 Ante la presencia de incrementos significativos de EA, la presurización debe ser interrumpida para determinar las causas.

5.2.9 Se archivan todos los datos del ensayo en la unidad de almacenamiento permanente.

5.2.9.1 Se interrumpe el ensayo cuando la presión sea mayor que el 10 % de la presión de servicio. La precisión de la presión durante el ensayo debe estar dentro de ± 2 % de la presión del ensayo.

5.2.10 Se reduce la presión del cilindro hasta el nivel normal de operación, retornando el exceso de gas al reservorio o liberándolo a la atmósfera.

5.2.11 Se verifica el desempeño del sistema en cada sensor (ver 4.1), así como si el pico de amplitud es mayor que el valor especificado (ver Tabla 1).

5.2.12 Se filtran los datos del ensayo para la eliminación de las señales indeseables provenientes de fuentes no asociadas, como por ejemplo, ruidos electrónicos.

5.2.4.1 A montagem dos sensores devem ser realizadas de acordo com o estabelecido na ASTM E-650.

5.2.4.2 Montar os sensores das extremidades dos cilindros na mesma posição angular, para que o equipamento interprete a direção paralela ao eixo longitudinal do cilindro.

5.2.5 Ajustar os parâmetros do processador de sinais, de acordo com o indicado na Tabela 1.

5.2.6 Verificar o desempenho do equipamento em cada sensor (ver 4.1).

5.2.6.1 Verificar se o pico de amplitude é maior que o valor especificado (ver Tabela 1).

5.2.6.2 Verificar se o equipamento apresenta uma localização correta através de uma fonte simulada, por exemplo, Hsu Nielsen (ver NM 303).

NOTA - A utilização dos sensores somente deve fornecer a posição das áreas ativas em um eixo longitudinal. Se for desejada uma localização planar, é recomendada a utilização de mais 2 sensores.

5.2.7 Iniciar a pressurização do cilindro a uma velocidade suficientemente baixa para não produzir ruído.

5.2.7.1 Antes de iniciar a pressurização, o ruído de fundo deve ser menor que o limite de referência adotado (ver Tabela 1).

5.2.8 Durante o ensaio devem ser registrados, simultaneamente, a pressão e a EA.

5.2.8.1 Diante da presença de aumentos significativos de EA, a pressurização deve ser interrompida para determinar as causas.

5.2.9 Arquivar todos os dados do ensaio na unidade de armazenamento permanente.

5.2.9.1 O ensaio é interrompido quando a pressão é maior que 10 % da pressão de serviço. A precisão da pressão durante o ensaio deve estar dentro de ± 2 % da pressão do ensaio.

5.2.10 Se reduz a pressão do cilindro até um nível normal de operação, retornando o excesso de gás ao reservatório ou liberando-o a atmosfera.

5.2.11 Verificar o desempenho do sistema em cada sensor (ver 4.1), assim como se o pico de amplitude é maior que o valor especificado (ver Tabela 1).

5.2.12 Filtrar os dados do ensaio para a eliminação dos sinais indesejáveis provenientes de fontes não associadas, como por exemplo, ruídos eletrônicos.



5.2.13 Se revisan los datos examinando la posición de las áreas activas a través de un gráfico del tipo eventos de EA en función de la dirección longitudinal (distancia entre sensores).

6 Resultados

6.1 Se debe preparar un informe escrito para cada ensayo conteniendo como mínimo, lo indicado en 6.1.1 a 6.1.12.

6.1.1 Datos de identificación del cilindro, de existir.

6.1.2 Fecha y lugar del ensayo.

6.1.3 Fecha y máximo valor de presión del ensayo inmediatamente anterior, en caso de conocerse.

6.1.4 Presión de servicio.

6.1.5 Medio de presurización.

6.1.6 Presión al inicio del ensayo.

6.1.7 Máxima presión obtenida en el ensayo.

6.1.8 Localización de las áreas activas, cuya referencia es el extremo del cilindro en el cual está estampado el número de serie.

6.1.9 Firma y aclaración del responsable técnico del ensayo.

6.1.10 Esquema de instalación de cilindros interconectados definiendo la posición de cada uno, cuando el ensayo fuese en una composición de múltiples cilindros.

6.1.11 Resultado del examen visual.

6.1.12 Resultado del ensayo de EA, incluyendo, como mínimo, eventos en función de la ubicación por cilindro y eventos acumulados en función de la presión por cilindro.

6.2 La exactitud de la localización de las áreas activas es influenciada por factores que afectan la propagación de ondas en el cilindro, acoplamiento de los sensores y por ajustes en el procesador de señal.

6.3 Es posible que ocurra la detección de EA que no sean confirmadas por ensayos no destructivos complementarios. Se recomienda registrar como referencia, para futuras inspecciones, a incidentes provenientes de fuentes de ruido o pequeñas discontinuidades imperceptibles por otras técnicas.

5.2.13 Revisar os dados examinando a posição das áreas ativas através de um gráfico do tipo eventos de EA em função da direção longitudinal (distância entre sensores).

6 Resultados

6.1 Preparar um relatório escrito para cada ensaio contendo no mínimo, o indicado em 6.1.1 a 6.1.12.

6.1.1 Dados de identificação do cilindro, se existir.

6.1.2 Data e local do ensaio.

6.1.3 Data e o máximo valor de pressão de ensaio imediatamente anterior, em casos conhecidos.

6.1.4 Pressão de serviço.

6.1.5 Meio de pressurização.

6.1.6 Pressão no início do ensaio.

6.1.7 Máxima pressão obtida no ensaio.

6.1.8 Localização das áreas ativas, cuja referência é o extremo do cilindro no qual está estampado o número de série.

6.1.9 Empresa e declaração do responsável técnico do ensaio.

6.1.10 Esquema de instalação de cilindros interconectados definindo a posição de cada um, quando o ensaio for em uma composição de cilindros múltiplos.

6.1.11 Resultado do exame visual.

6.1.12 Resultado do ensaio de EA, incluindo no mínimo, eventos em função da localização por cilindro ou eventos acumulados em função da pressão por cilindro.

6.2 A exatidão da localização das áreas ativas é influenciada por fatores que afetam a propagação de ondas no cilindro, acoplamento dos sensores e por ajustes no processador de sinais.

6.3 É possível que ocorra a detecção de EA que não sejam confirmadas por ensaios não destrutivo complementares. Recomenda-se registrar como referência, para futuras inspeções, incidentes provenientes de fontes de ruídos ou pequenas discontinuidades imperceptíveis por outras técnicas.

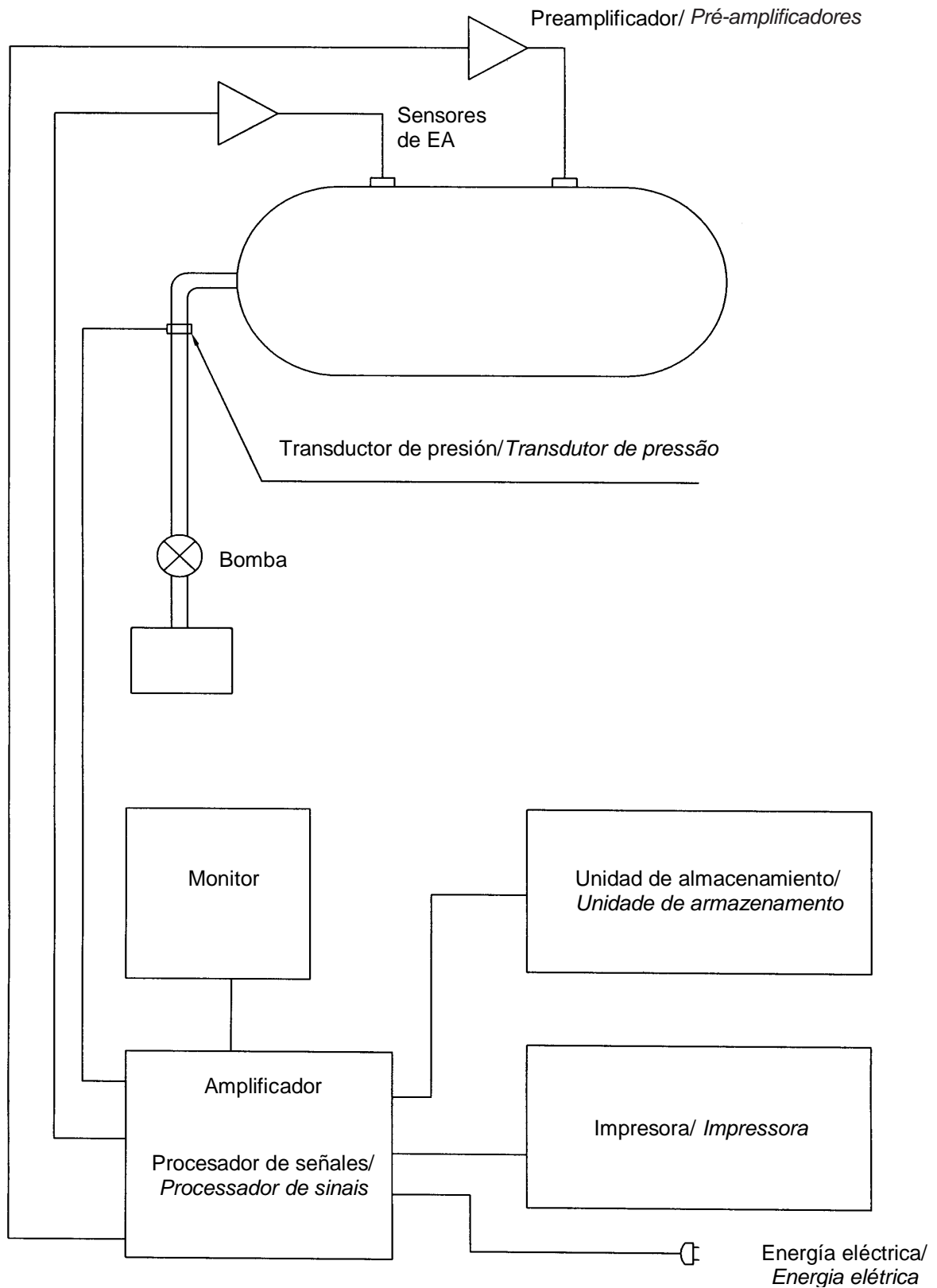


Figura 1 - Esquema del equipo de ensayo de EA / Esquema de equipamento do ensaio de EA



Tabla 1 / Tabela 1
Ajuste del equipo/ Ajuste do equipamento

| | |
|---|---|
| Sensibilidad del sensor / <i>Sensibilidade do sensor</i> | - 77 dBV referente a 1 V/ μ bar, a 150 kHz |
| Acoplante | Grasa de silicona o equivalente, según 4.3.1 / <i>Graxa de silicone ou equivalente, segundo 4.3.1</i> |
| Ganancia total / <i>Ganho total</i> | 80 dB (x 10 000) |
| Filtro | 100 kHz a 300 kHz |
| Largo / <i>Comprimento</i> Cable señal/energía / <i>Cabo sinal/energia</i> | 150 m (máximo) |
| Límite de referencia / <i>Limite de referência</i> | 30 dBV |
| Tiempo muerto / <i>Tempo morto</i> | (1 vez el tiempo equivalente al trayecto del sonido entre los sensores de las extremidades) / <i>(1 vez o tempo equivalente ao trajeto do som entre os sensores das extremidades)</i> |
| Ruido de fondo / <i>Ruido de fundo</i> | 27 dBV |
| Verificación de sensibilidad / <i>Verificação da sensibilidade</i> | 85 dBV |

**Anexo A (normativo)****Criterios de desaprobación / Critérios de desaprovação****A.1 Generalidades**

Durante el control del cilindro hasta la presión de ensayo, las áreas activas pueden detectarse y localizarse para una posterior investigación por medio de ensayos no destructivos complementarios de partículas magnetizables (PM) y ultrasonidos (US), con el objetivo de caracterizar y dimensionar el (los) defecto(s) presente(s) (ver A.2). Una vez caracterizados estos defectos, el usuario tendrá dos alternativas: retirar el cilindro de operación o permanecer con él en servicio una vez que se halla investigado y comprobado que las dimensiones de los defectos no provocan fallas en el cilindro (ver A.3).

A.2 Criterios para la ejecución del ensayo no destructivo complementario

A.2.1 Los criterios para la ejecución del ensayo no destructivo complementario son establecidos, siempre que el equipo de EA esté ajustado según lo establecido en la Tabla 1.

A.2.2 La necesidad del ensayo no destructivo complementario se verifica por medio del resultado de la localización lineal de las áreas activas, después de finalizada la obtención de datos.

A.2.2.1 Cuerpo del cilindro

En el caso de que cinco o más eventos de EA sean localizadas en un largo equivalente al 5 % de la distancia de los sensores, siendo este largo en la dirección longitudinal, esta región del cilindro debe ser inspeccionada por ensayos no destructivos complementarios. Debe dimensionarse cualquier defecto detectado.

A.2.2.2 Extremos del cilindro

En el caso de que cinco o más eventos de EA sean localizados fuera de la línea entre sensores, y el pico de amplitud de alguna señal de llegada al primer sensor sea mayor que 45 dBV, toda la extremidad del cilindro debe ser inspeccionada por ensayos no destructivos complementarios. Debe dimensionarse cualquier defecto detectado.

A.3 Método de cálculo del tamaño máximo del defecto aceptable

La integridad estructural de cilindros de acero sin costura para el almacenamiento de gases comprimidos es avalada por técnicas de la mecánica de la fractura adecuada. Estas técnicas se basan

A.1 Generalidades

Durante o controle do cilindro até a pressão do ensaio, as áreas ativas podem ser detectadas e localizadas para uma posterior investigação por meio de ensaios não destrutivos complementares de partículas magnéticas (PM) e ultra-som (US), com o objetivo de individualizar e caracterizar o(s) defeito(s) presente(s) (ver A.2). Uma vez caracterizadas estas áreas ativas, o responsável técnico terá duas alternativas: retirar o cilindro de operação ou investigar e comprovar que as discontinuidades não provocam falhas no cilindro (ver A.3).

A.2 Critérios para a execução do ensaio não destrutivo complementar

A.2.1 Os critérios para a execução do ensaio não destrutivo complementar são estabelecidos, sempre que o equipamento de EA esteja ajustado segundo o estabelecido na Tabela 1.

A.2.2 A necessidade do ensaio não destrutivo complementar é verificada por meio do resultado da localização linear das áreas ativas, depois de finalizada a obtenção dos dados.

A.2.2.1 Corpo do cilindro

No caso de cinco ou mais eventos de EA sejam localizados em um comprimento equivalente a 5 % da distância dos sensores, esta região do cilindro deve ser inspeccionada por ensaios não destrutivos complementares. Deve ser dimensionado qualquer defeito detectado.

A.2.2.2 Extremos do cilindro

No caso de cinco ou mais eventos de EA serem localizados fora da linha entre sensores, e o pico de amplitude de algum sinal de chegada do primeiro sensor seja maior que 45 dBV, toda a extremidade do cilindro deve ser inspeccionada por ensaios não destrutivos complementares. Deve ser dimensionado qualquer defeito detectado.

A.3 Método de cálculo do tamanho máximo do defeito aceitável

A integridade estrutural de cilindros de aço sem costura para armazenamento de gases comprimidos é avaliada por técnicas da mecânica da fratura adequada. Estas técnicas baseiam-se em



en el conocimiento del tamaño crítico de un posible defecto bajo fatiga y coeficientes de seguridad. El análisis del comportamiento del defecto bajo fatiga se justifica por la carga cíclica que los cilindros reciben en varios llenados. Deben ser rechazados, retirados de operación los cilindros cuyo defecto ultrapase el tamaño del defecto aceptable.

conhecimento do tamanho crítico de um possível defeito sob fadiga e coeficientes de segurança. A análise do comprimento do defeito sob fadiga se justifica pelo carregamento cíclico que os cilindros recebem em vários enchimentos. Devem ser rejeitados, retirados de operação, cilindros cujo defeito ultrapasse o tamanho do defeito aceitável.



ICS 19.100; 77.140.75

Descriptor: ensayo no destructivo; emisión acústica; ensayo; cilindro para gas; cilindro; acero; cilindros de acero sin costura

Palavras chave: ensaio não destrutivo; emissão acústica, ensaio; cilindro para gás; cilindro; aço; cilindros de aço sem costura

Número de Páginas: 14



SINTESIS DE LAS ETAPAS DE ESTUDIO DE LA PROPUESTA DE NORMA MERCOSUR

PrNM 24:00-00003 Ensayos no destructivos. Ensayos de cilindros de acero sin costura por emisión acústica.

1- Introducción

Esta norma establece el método de ensayo por emisión acústica (EA), aplicable en cilindros de acero sin costura para el almacenamiento de gas comprimido.

Este método no es aplicable en cilindros que trabajan en condiciones criogénicas.

El método exige presurización a un nivel mayor que la presión normal de trabajo.

El medio para la presurización puede ser líquido o gaseoso.

El ensayo de EA se utiliza para detectar y localizar áreas activas.

Para la individualización y caracterización de defectos deben utilizarse otros ensayos no destructivos (END) complementarios.

Esta Norma MERCOSUR fue elaborada por el CSM 24 Ensayos No destructivos.

2- Comité especializado

El texto del proyecto de Norma MERCOSUR 24:01-00001 fue elaborado por el SCM 24:01 Emisión Acústica.

En la elaboración de Proyecto se ha tomado como texto base la Norma IRAM 711:2005.

3- Miembros participantes en la elaboración del Proyecto

ABNT – Asociación Brasileira de Normas Técnicas - ABENDE – Asociación Brasileira de Ensayos No destructivos y Estructurales

IRAM – Instituto Argentino de Normalización y Certificación

4- Miembros participantes en el proceso de votación

ABNT – Asociación Brasileira de Normas Técnicas- ABENDE – Asociación Brasileira de Ensayos No destructivos y Estructurales

IRAM – Instituto Argentino de Normalización y Certificación

INTN – Instituto Nacional de Tecnología y Normalización

UNIT – Instituto Uruguayo de Normas Técnicas

5- Consideraciones

El presente Proyecto entró en votación para su consideración por los países miembros del MERCOSUR por un período de 90 días, con vencimiento el 03/08/2005.

Resultados de la votación

ABNT – ABENDE - Aprobación.

IRAM – Aprobación.