

ENSAIO IRIS : Uma Ferramenta para Avaliação da Integridade Estrutural e Avaliação da Vida Útil de Trocadores de Calor e Caldeiras

Carlos Madureira – BBL - BUREAU BRASILEIRO
Nicolau Sevciuc – BBL - BUREAU BRASILEIRO
Mike Birchall – PAN AMERICAN INDUSTRIES

RUA TAGIPURÚ, 235 – 7º ANDAR – PERDIZES – CEP 01156-000 – SÃO PAULO – BRAZIL
bbl@bbl.com.br

1. RESUMO

Em função da crescente utilização do ensaio IRIS (Internal Rotary Inspection System) pelos mais variados segmentos industriais, tornou-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias visando aumentar a produtividade e eficiência do ensaio. Procuramos neste trabalho apresentar o que já foi feito e o que virá num futuro próximo.

2. INTRODUÇÃO

Em 1992, a BBL - BUREAU BRASILEIRO introduziu no Brasil, a técnica do ensaio IRIS, que por sua vez já era utilizado nos estados Unidos e Europa desde 1979.

Esta técnica foi desenvolvida por engenheiros e técnicos da SHELL, que necessitavam ter uma maneira de inspecionar os tubos dos trocadores de calor de suas Refinarias. O primeiro protótipo ficou pronto em 1977, e versão final em 1979.

Como a execução deste tipo de serviços não era o objetivo da companhia, a tecnologia foi repassada a várias empresas, entre elas a PAN AMERICAN, e a partir daí o uso da técnica se difundiu rapidamente.

Com o passar dos anos os equipamentos foram evoluindo passando de analógicos a digitais, acompanhando o desenvolvimento dos computadores, tanto a nível de hardware como de software.

3. PRINCÍPIO DE OPERAÇÃO

O princípio de operação do sistema é baseado na técnica ultra-sônica de pulso-eco para medição de espessura. O transdutor converte o pulso elétrico em ultra-som (US). Devido ao fato da transferência do US do meio sólido para gasoso ser extremamente ineficiente, é utilizada água como meio de transmissão/acoplamento.

O pulso-eco é transmitido através da água até a parede interna do tubo, onde a maior parte da energia sônica é refletida de volta ao transdutor. Uma pequena parte (aproximadamente 10%) é transmitida através da parede do tubo e é em grande parte refletida na parede externa do tubo em direção à parede interna. Novamente uma pequena parte do sinal é transmitida para a água e retorna ao transdutor.

Os dois pulsos refletidos (o 1º da parede interna e o 2º da parede externa do tubo) retornam ao transdutor e geram sinais elétricos, que são defasados pelo tempo

necessário para o US percorrer a distância parede interna - externa - interna, isto é, duas vezes a espessura.

Como este tempo é proporcional à distância percorrida pelo US, a espessura pode ser determinada, medindo-se a defasagem do tempo entre a 1ª reflexão (parede interna) e a 2ª reflexão (parede externa). Isto é feito eletronicamente.

A maneira como a técnica de pulso/eco é utilizada para medir as paredes dos tubos é ilustrada na figura 1.

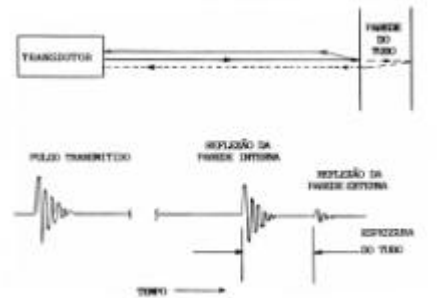


Figura 1: Técnica de pulso-eco

4. SITUAÇÃO ATUAL

Hoje em dia existem máquinas analógicas e digitais, com características que descreveremos a seguir:

4.1. MÁQUINAS ANALÓGICAS

A foto a seguir apresenta o modelo PAN AMERICAN IV, com seus principais componentes:



Figura 2: Conjunto IRIS – Analógico

ENSAIO IRIS : Uma Ferramenta para Avaliação da Integridade Estrutural e Avaliação da Vida Útil de Trocadores de Calor e Caldeiras

Estas máquinas se caracterizam pela sua robustez e durabilidade. O ajuste é feito através dos botões existentes no painel frontal e para a obtenção da imagem ela necessita estar conectada a um osciloscópio .

A imagem do tubo obtida na tela é de formato B-Scan, (seção transversal do tubo) conforme abaixo representado, não sendo possível sua gravação em meio magnético, apenas é possível fotografar a tela do osciloscópio, utilizando uma máquina Polaroid adaptada para este fim.

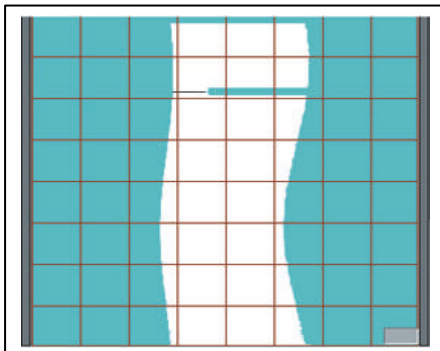


Figura 3 - Imagem IRIS da seção transversal do tubo em formato B Scan

Como todo equipamento eletrônico sua operação é afetada pela presença de ruídos de rádio frequência e um mau aterramento.

4.2. MÁQUINAS DIGITAIS

A foto a seguir apresenta o modelo PAN AMERICAN ULTIMA, com seus principais componentes:



Figura 4: Conjunto IRIS - Digital

Estas máquinas se caracterizam pela versatilidade e facilidade de operação pois todos os ajustes são feitos pelo teclado do computador. O computador neste caso é parte integrante da máquina e as imagens são projetadas em sua tela.

A imagem obtida na tela além do formato B-Scan, pode ser Circular e D-Scan conforme ilustrações abaixo representados, toda a inspeção realizada pode ser gravada em meio magnético, e o relatório é gerado a partir destes dados.

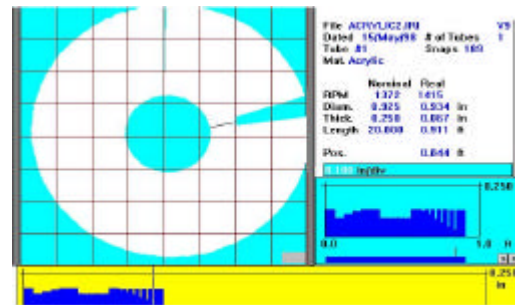


Figura 5: Imagem Circular e Perfil do Tubo em D Scan

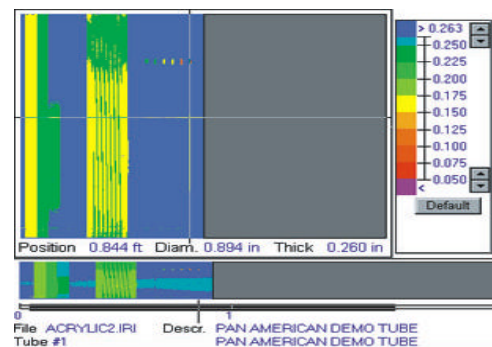


Figura 6: Imagem C Scan

Como as máquinas analógicas, sua operação é afetada pela presença de ruídos de rádio frequência e um mau aterramento.

5. NOVOS DESENVOLVIMENTOS

Visando melhorar a produtividade do ensaio está em desenvolvimento o seguinte:

5.1. AVANÇO AUTOMÁTICO DA SONDA

Este dispositivo já está desenvolvido e permite o avanço da sonda de forma automática, inclusive indicando a posição de menor espessura quando recebe o comando vindo do teclado. Este dispositivo deve ser utilizado com a máquina digital e possibilita que o ensaio seja executado com um operador somente.

5.2. TURBINA IMERSA EM ÓLEO

Este dispositivo está em desenvolvimento e o seu objetivo é evitar o enchimento dos tubos com água, principalmente no caso em que os tubos não podem ter contato com a água.

ENSAIO IRIS : Uma Ferramenta para Avaliação da Integridade Estrutural e Avaliação da Vida Útil de Trocadores de Calor e Caldeiras

5.3. CABEÇOTE ADAPTADO PARA DETECÇÃO DE TRINCAS

Este desenvolvimento é de maior complexidade pois busca agregar ao ensaio uma ferramenta importante que é a determinação de defeitos lineares, como trincas.

A maior dificuldade está no fato de que os cabeçotes atuais emitem feixes sônicos normais e para que possam detectar os defeitos citados, eles devem emitir feixes em ângulos previamente determinados.

Os pulsos gerados deverão ser “traduzidos” para o computador poder interpretar os resultados de espessura e defeitos lineares.

5.4. SOFTWARE PARA EMISSÃO DE RELATÓRIO

Conforme já citamos anteriormente, a máquina digital já gera um relatório, porém é um relatório de poucas informações, e como cada vez mais os usuários necessitam de informações mais detalhadas possíveis, inclusive estatísticas, estamos desenvolvendo um software que fornecerá as seguintes informações:

- Croqui de distribuição dos tubos com indicação da localização e da espessura remanescente, por faixa de cores;
- Distribuição percentual por faixa de espessura;
- Registro gráfico dos pontos críticos.

Apresentamos como exemplo a distribuição dos tubos de um trocador de calor com a distribuição das espessuras por faixa de cores.

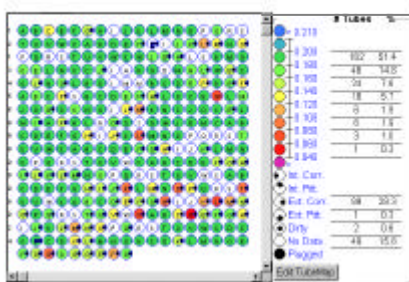


Figura 7 - Espessuras remanescentes

6. CONCLUSÃO

O ensaio IRIS tem demonstrado ao longo dos últimos anos ser uma técnica confiável para a inspeção de tubos de trocadores de calor e de caldeiras.

Em função disto é muito importante que ocorram os desenvolvimentos citados e outros que os clientes cada vez mais solicitam.

7. REFERÊNCIAS

- Vander Oliveira, R & Carneval, R. O., “Inspeção de Tubos Ferromagnéticos de Permutadores de Calor”, Anais do XII Congresso Nacional de Ensaios Não Destrutivos, pp 139-159, São Paulo, 1993.
- Birchall M. & Sevcic N., “Heath exchanger and boilers tube thickness measurement by ultrasonic internal rotary inspection system (IRIS)”, Proceedings of the 13th World Conference on Non-Destructive Testing, Vol 1, pp 816-822, São Paulo, Brazil, 1992.
- Sevcic N. & Birchall M., “Inspeção de Tubos de Trocadores de Calor e Caldeiras pelo método IRIS – Internal Rotary Inspection System”, Anais do 25^o Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, São Paulo, Brasil, 1992.

8. AGRADECIMENTOS

Para a confecção deste trabalho os autores contaram com colaborações e discussões proporcionadas por informações trazidas pelos operadores e auxiliares do ensaio, bem como de nossos clientes.

9. SUMMARY

IRIS is a relatively new but well established ultrasonic system for inspection of air-cooled and tube-in-shell heat exchangers and boilers.

It employs the conventional pulse-echo technique for measuring the wall thickness, but uses a novel method for displaying the measurements.

All of the measurements made during a complete scan around the circumference of the tube, are displayed on a computer screen to produce a real-time stationary rectangular, circular or C-scan picture of the tube circumferential cross section and a D-scan to show the profile of the tube.