

Estudo Acustoelástico de uma Placa de Aço

Nathalia Salles Farias e Marcelo de S. Q. Bittencourt
Instituto de Engenharia Nuclear - IEN

INTRODUÇÃO

O estudo das ondas ultrassônicas no interior de um sólido elástico tensionado permite o conhecimento das tensões no material. A existência de tensões residuais ou aplicadas em um material implica na variação da velocidade da onda ultrassônica ao percorrer o material. Outros fatores além da tensão alteram também a velocidade da onda ultrassônica. O fenômeno da mudança da velocidade da onda ultrassônica através de um material elástico sob tensão é chamado **efeito acustoelástico**, que é a base da técnica de medida de tensões por ultrassom. Para a medida de tensão por ultrassom é necessário conhecer o tempo de percurso da onda ultrassônica. Para as ondas cisalhantes com incidência normal à espessura de uma chapa metálica, se as direções das tensões principais coincidem com as de simetria do material e com os eixos acústicos, então, a seguinte relação (equação 1) entre tensão e velocidade (ou tempo de percurso) da onda ultrassônica cisalhante.

$$B = B_0 + A(\sigma_a - \sigma_b) \quad (1)$$

onde B é a birrefringência induzida pelo fator microestrutural e pelo estado de tensão do material, B_0 é birrefringência induzida apenas pelo fator microestrutural, ou seja, na condição em que o material não sofreu efeito da tensão, A é definida como a constante acustoelástica do material e σ_a e σ_b são as tensões principais.

Para avaliar a tensão por ultrassom, é importante destacar a técnica da **birrefringência acústica**, que não depende da temperatura e nem da espessura do meio. A birrefringência fornece a avaliação do grau de anisotropia do material em relação à onda ultrassônica e, conseqüentemente, à tensão a que o material está submetido. Para obter as tensões só é necessário saber a diferença

entre as velocidades de propagação de duas ondas cisalhantes polarizadas em duas direções perpendiculares entre si. A birrefringência é dada a partir da equação:

$$B = \frac{V_L - V_T}{\frac{1}{2}(V_T + V_L)} \quad (2)$$

OBJETIVO

Esse experimento tem como finalidade medir os tempos de percurso da onda ultrassônica e conseqüentes diferenças nestes tempos decorrentes do estado de anisotropia encontrado no material.

METODOLOGIA

Nesse experimento foi utilizado um sistema ultrassônico composto de um gerador de sinal ultrassônico da Panametrics modelo EPOCH4 PLUS e o osciloscópio Tektronix (TDS3032C), para captura da onda ultrassônica. Foi usado um transdutor de ondas cisalhante Panametrics de 2,25Mhz (V154 – 2.25/.5” – 566597), que funciona como emissor e receptor e é acoplado ao material. Para o acoplamento foi usado o acoplante especial para ondas cisalhantes da Panametrics SWC (Shear Wave Couplant), de modo a garantir um perfeito acoplamento (sem ar) entre a amostra em teste e o transdutor. O material usado foi uma placa de aço empregado para fabricação de tubulação do setor de transporte de óleo e gás. Primeiramente, foi feita a marcação das áreas a serem medidas na placa de aço e dispostos os materiais a serem utilizados. O transdutor foi acoplado na placa com acoplante de alta viscosidade para capturar os sinais nos 30 pontos da placa. Em cada ponto foram capturados cinco sinais com a direção de polarização da onda ultrassônica cisalhante alinhada com a direção de laminação da placa e outros cinco sinais com a direção de polarização transversal em relação a direção de

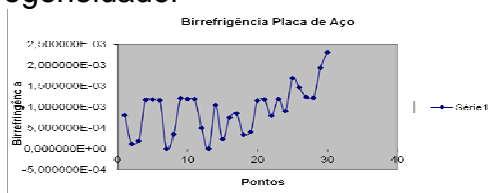
laminação da placa. Após a captura do sinal eletrônico presente na tela do osciloscópio através do programa WaveStar for Oscilloscope, foi feito o tratamento destes no programa do laboratório de ultrassom CHRONOS/IEN (Correlação cruzada e interpolação em L4), sendo obtidos os tempos de percursos nas duas direções. Utilizaram-se, em seguida, os dados obtidos, verificou-se a variação do tempo em relação aos pontos da placa. A partir dos tempos medidos foi calculada a Birrefringência acústica de cada ponto para a avaliação do comportamento acutoelástico do material.

RESULTADOS

A partir dos tempos médios nos dois sentidos de polarização da onda ultrassônica, foram calculadas as Birrefringências acústicas nos trinta pontos marcados na placa de aço, de acordo com a equação (2). Na tabela abaixo temos os pontos e suas respectivas birrefringência em L4.

PONTOS	B ₀	PONTOS	B ₀
1	8,038585E-04	16	7,536363E-04
2	1,203442E-04	17	8,520236E-04
3	1,905153E-04	18	3,409136E-04
4	1,172597E-03	19	4,016468E-04
5	1,182590E-03	20	1,152564E-03
6	1,162558E-03	21	1,182614E-03
7	0,000000E+00	22	7,925401E-04
8	3,509212E-04	23	1,192618E-03
9	1,202646E-03	24	9,029074E-04
10	1,192630E-03	25	1,685326E-03
11	1,192618E-03	26	1,464790E-03
12	5,009368E-04	27	1,234190E-03
13	0,000000E+00	28	1,214134E-03
14	1,042377E-03	29	1,935875E-03
15	2,303951E-04	30	2,309121E-03
	Média		9,253295E-04

A partir desta foram construídos os gráficos abaixo para melhor análise dos resultados e, assim, concluir sobre sua anisotropia ou isotropia, e sua homogeneidade ou heterogeneidade.



CONCLUSÕES

Com a análise feita a partir dos valores de birrefringência encontrados, pode-se concluir que a placa apresentou um comportamento anisotrópico heterogêneo. No entanto a análise gráfica feita por método de mínimos quadrados nas situações de tratamento com filtro L4 e correlação cruzada nos mostra uma tendência de o valor da birrefringência se tornar fixo e diferente de zero, significando que a diferença fracional da fórmula (2) tende a um valor constante. Conseqüentemente podemos inferir que se o processo de conformação da laminação poderia inserir no material um estado plano de tensões residuais que é mais bem distribuído do que disperso e aleatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fonseca, Manoel Antonio da Costa. **Avaliação acustoelástica de tubos OCTG do tipo casing API 5CT Grau N80Q soldados com o processo ERW/HFIW**– Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.
- [2] BITTENCOURT, M.S.Q., FONSECA, M.A.C., LAMY, C.A. *et al.* “Estudo acustoelástico de tubos API-5L-X70 com costura”, **RIO OIL & GAS 2006**, IBP 1791_06, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- [3] BITTENCOURT, M. S. Q., FONSECA, M.A.C., OLIVEIRA, C.H.F., “Determinação da constante acustoelástica de tubos API-5L-X70”, **RIO OIL & GAS 2008**, IBP 1663_08, Rio de Janeiro, Brasil, 2008
- [4] BITTENCOURT, M.S.Q., PAYÃO, J.C., LAMY, C.A., *et al*, “Medida de Tempo dePercurso da Onda Ultra-Sônica para Avaliação de Tensões”. In: **III Conferência Pan-Americana de Ensaos Não Destrutivos (PANNDT)**, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 02-06 Junho 2003.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq