

FILTRAGEM DO SINAL OBTIDO PELO ENSAIO DE IMPACTO CHARPY INSTRUMENTADO UTILIZANDO MÉTODO DE FOURIER.

Rodrigo Hirayama, Ruís Camargo Tokimatsu, Vicente Gerlin Neto. - Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Departamento da Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira.

O ensaio de impacto Charpy convencional é um ensaio muito utilizado para determinar energia total absorvida, já o ensaio Charpy Instrumentado aumenta a quantidade de informações captando informações como força máxima, força de limite de escoamento e força de início de propagação da trinca, que são utilizadas para calcular a tenacidade à fratura dinâmica. Para a aquisição do sinal são utilizados extensômetros elétricos de resistência, posicionadas no martelo pendular. No trabalho proposto foi estudado o cordão-de-solda do aço COS Civil 300 utilizado na fabricação de perfis metálicos para construção civil. Como a fabricação de tais perfis soldados torna-se de custo muito elevado, propôs-se a utilização de apenas um cordão-de-solda, porém para tal se necessita de uma melhora nas propriedades mecânicas a fim de compensar a falta de um dos cordões.

Com o sinal força – tempo obtidas pelo ensaio de Charpy Instrumentado surgiu outro problema. Junto com o sinal do ensaio aparecem oscilações interferentes causadas: pelo avanço da trinca, efeitos do processo de deformação, ou mesmo originadas pelo impacto das partes envolvidas. O objetivo do estudo é eliminar essas ondas indesejáveis utilizando o método da transformada de Fourier para a identificação das frequências interferentes eliminando-as para enfim determinar as propriedades do ensaio.

Para tal trabalho foi utilizado um cordão-de-solda do aço COS Civil 300 com 0,06% C, 1,16% Mn e 0,66% Si. Para que os ensaios se aproximassem dos perfis reais foram utilizadas duas chapas de 5 metros de comprimento utilizando soldagem arco submerso chanfradas em V com ângulo de 90°. A confecção dos corpos Charpy do tipo A utilizou-se à norma ASTM E23/1996. Confeccionou-se 5 corpos-de-prova do cordão-de-solda, que foram ensaiados numa PW30 instrumentado e informatizado de impacto Instron Wolpert. A velocidade de impacto do martelo no ensaio foi de 5,52 m/s com fundo de escala de 300 J.

Para análise do sinal foi desenvolvida uma linguagem de programação em Matlab. Primeiramente o programa realiza uma filtragem do sinal utilizando a transformada de Fourier, que representa o sinal no domínio das frequências para que possa passar um filtro passa baixa eliminando os sinais indesejáveis. Em seguida é realizada a aquisição dos pontos: energia absorvida (integração da curva força x deslocamento), força máxima, escoamento e início de propagação de trinca (taxa de alteração da flexibilidade – CCR – compliance changing rate). Para finalmente calcular o K_{ID} e o J_{ID} dados pelo conceito da Mecânica Elasto plástica.

O programa fornece as propriedades como mostrado na Tabela 1 e gera os gráficos representados na Figura 1. O primeiro gráfico faz uma comparação do sinal original com todas as interferências e o sinal depois de filtrado. No segundo é mostrado o exato ponto da força de escoamento, que foi encontrado utilizando $E=210$ MPa (módulo de elasticidade). No terceiro é apresentado o gráfico da taxa de alteração da flexibilidade. E o último gráfico é identificado os pontos de força de iniciação de trinca, força de escoamento e força máxima.

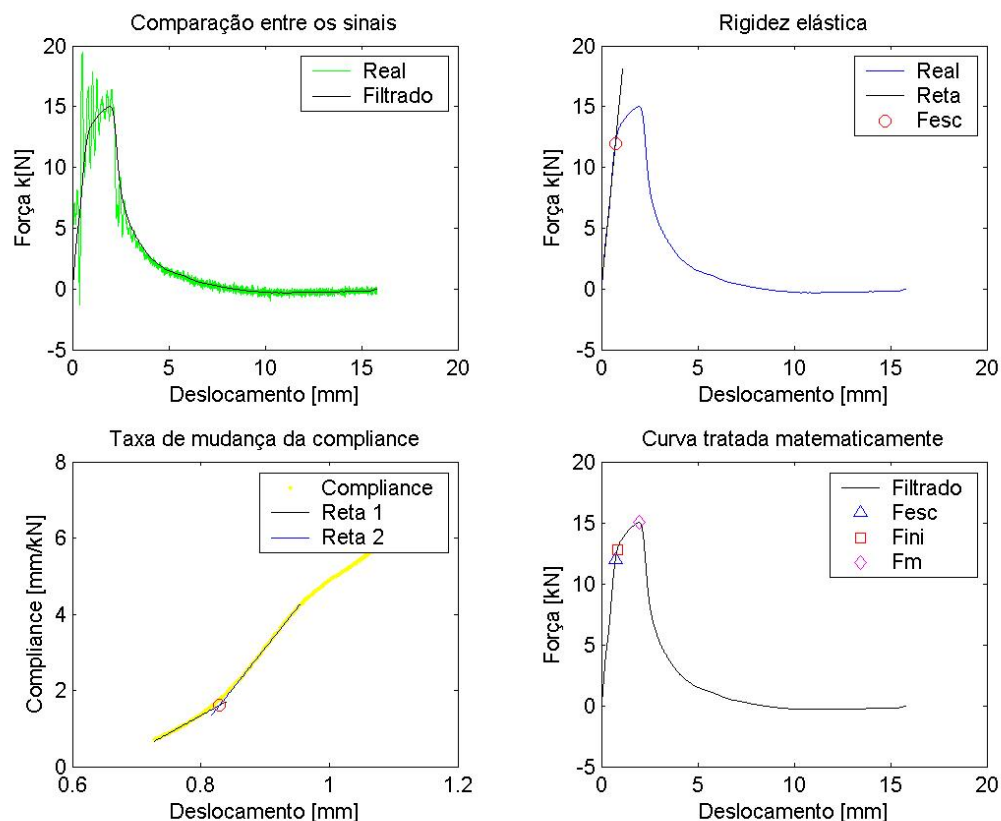


Figura 1. Resultados obtidos pelo programa em Matlab.

São apresentados os resultados dos cinco corpos-de-prova do cordão-de-solda do aço COS Civil 300, na Tabela 1. A primeira energia absorvida até a força de início de propagação da trinca (F_{ini}) representa a energia captada pela máquina Instron Wolpert, a segunda foi calculado pela integração da curva até a F_{ini} . Os dados de força de escoamento, força de início de trinca e força máxima foram obtidas pelo programa e são mostradas na Figura 1. A energia total foi calculada pelo método da integração de toda a curva.

Para o cálculo de K_{ID} foram utilizados dois métodos primeiramente pela força de início de trinca e posteriormente pela força máxima. Quando o material apresenta comportamento mecânico essencialmente frágil a força de início de trinca ocorre próximo ao ponto de carga máxima por isso se usa a F_m para o cálculo de K_{ID} . Como não se sabe exatamente o real comportamento do material utilizamos a força de inicio de trinca para o cálculo de K_{ID} .

Com o ponto de iniciação da trinca obtido pela taxa de alteração da flexibilidade calculou-se o J_{ID} .

Tabela 1. Resultados para cinco corpos-de-prova do aço COS Civil 300 soldados por arco submerso.

	CS 01	CS 02	CS 03	CS 04	CS 05	Média	Desvio
	Filtro media móvel	Filtro media móvel	Filtro media móvel	Filtro media móvel	Filtro media móvel		
Energia absorvida até F_{ini} (máquina) [J]	10,5	8,0	8,2	7,6	9,7	8,6	1,3
Energia absorvida até F_{ini} (F x d) [J]	9,6	7,6	7,7	6,4	8,5	7,8	1,3
Força de escoamento [kN]	13,6	13,9	13,8	13,5	13,4	13,7	0,2
F_{ini} [kN]	14,1	14,2	14,2	13,7	14,2	14,1	0,2
F_m [kN]	15,1	14,3	14,3	14,3	15,4	14,5	0,4
Energia total (Charpy Instrumentado)	37,5	27,7	27,6	27,7	33,7	30,1	4,9
Energia total (Charpy convencional)	43,9	33,6	32,6	29	40,8	36,0	6,2
Cálculo de K_{ID} [$MPa \cdot m^{1/2}$] (F_{iu})	51,5	59,0	49,7	62,6	66,9	55,7	6,1
Cálculo de K_{ID} [$Mpa \cdot m^{1/2}$] (F_m)	63,9	67,9	64,1	71,9	72,2	67,0	3,8
Cálculo de J_{ID} [kJ/m^2]	261,2	199,8	205,1	190,4	241,3	13,8	3,0

Observa-se que os resultados obtidos do ensaio Charpy Instrumentado são menores que os dados fornecidos pela Instron Wolpert, esse fato é comprovado na comparação da energia absorvida até F_{ini} da máquina e da integração da curva F x d até força de inicio da trinca. O mesmo ocorrendo na energia total do ensaio instrumentado e convencional. Esse problema deve ser causado pelo fato do ensaio convencional existirem perdas de energia na queda do martelo.

Com respeito à tenacidade observam-se diferentes resultados entre a tenacidade à fratura e a energia do impacto Charpy. O maior valor de tenacidade à fratura se encontra na amostra CS05 e para a energia total CS01. Esse fato já foi estudado e comprovado e está relacionado à quantidade de material envolvido, raio de ponta. Apesar dos ensaios terem sido realizados sem a presença de uma trinca acredita-se que o entalhe foi suficiente para realizar uma trinca ao nível de grão.

Com a rotina implementada utilizando a filtragem pelo método de Fourier surge uma nova ferramenta para o tratamento das curvas força x tempo. Possibilitando um melhor entendimento do processo de aquisição de informações do ensaio Charpy Instrumentado. Essa ferramenta ainda necessita de melhoras, que somente através de ensaios com outros tipos de materiais poderá ser definitivamente implementada.

Referências Bibliográficas

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard test methods for Plane-Strain Fracture Toughness of Metallic Materials. In: __. Annual book of ASTM standards: metals test methods and analytical procedures. Danvers: ASTM, 1997. (ASTM E 399-90).
- ANGAMUTHU, K.; GUHA, B.; Abd ACHAR, D. R. G. Investigation of dynamic fracture toughness (J_{Id}) behavior of strength mis-matched Q & T steel weldmenst using instrumented Charpy impact testing. Engineering Fracture Mechanics. Vol. 64, p 417-432, 1999.
- FORTES, C. Apostila de Soldagem a Arco Submerso. ESAB, 2004.
- NOGUEIRA, F. C. Influência do raio de ponta do entalhe, do tipo de carregamento e da microestrutura no processo à fratura do aço estrutural ABNT – 4340. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2006.
- RODRIGUES, A. R. Charpy Instrumentado – Determinação da tenacidade à fratura dinâmica de materiais metálicos. Ilha Solteira, 2001. 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

VILCHEZ, C. A. Z. Influência de Ciclos Térmicos na Microestrutura e Propriedades Mecânicas de Junta Soldada do Aço COS CIVIL 300. 2005. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2005.

ZIEDAS, S.; TATINI I. (org.). Soldagem. Coleção Tecnologia Senai, São Paulo, 1997.