

INFULÊNCIA DO TRATAMENTO ISOTÉRMICO NA TENACIDADE DE FRATURA DINÂMICA APARENTE NO CORDÃO-DE-SOLDA DO AÇO COS CIVIL 300.

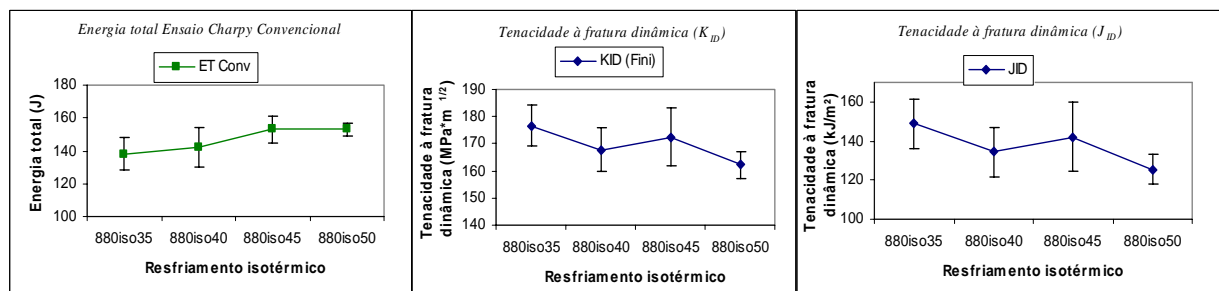
Glauber Perussi dos Santos, Ruís Camargo Tokimatsu, Rodrigo Hirayama. - Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Departamento da Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira.

Os processos de soldagem são um dos principais processos de fabricação, tanto em aplicações do setor metal-mecânico quanto nas estruturas metálicas. Um dos requisitos de qualidade mais desejável está diretamente ligado ao comportamento do material na sua escala microestrutural. Trata-se da tenacidade, que representa a capacidade que os materiais possuem de se deformarem consideravelmente. No entanto, a complexa microestrutura formada após a solidificação do cordão-de-solda e a presença do entalhe torna esta região crítica, onde a falha mecânica será mais propícia de ocorrer. Assim, faz-se necessária a formação de microconstituintes que inibem a propagação de trincas, aumentando a tenacidade sem, contudo comprometer as resistências mecânicas. Segundo a literatura a formação da ferrita acicular em junções soldadas mostrou contribuir com esse propósito, inibindo o crescimento da trinca e garantindo também um bom ajuste entre resistência mecânica e tenacidade. Esse trabalho, tem como objetivo reproduzir, estudar e compreender o efeito de ciclos térmicos nas propriedades mecânicas de cordões de solda, para a melhoria da tenacidade sem contudo comprometer as resistências mecânicas, favorecendo a implementação industrial de perfis estruturais soldados de um lado só.

Como o objetivo do trabalho é avaliar a tenacidade à fratura dinâmica aparente em diferentes rotas de resfriamento, foram confeccionados dos cordões-de-solda corpos-de-prova Charpy do tipo A segundo a norma ASTM E23/1996, que foram extraídos perpendicularmente ao cordão-de-solda de tal modo que o entalhe se encontre posicionado sobre o cordão. Os corpos-de-prova foram austenitizados em uma das três temperaturas: 880°, 1000° ou 1225°C. Qualquer que fosse a temperatura de austenitização, uma vez atingida a temperatura no interior do forno, o tempo de permanência foi de 25 minutos. Decorrido esse tempo os corpos-de-prova foram rapidamente mergulhados em banho de chumbo mantido aquecido em um forno vertical, permanecendo mergulhados durante uma hora, numa das cinco temperaturas: 350, 400, 450, 500 e 550°C. Depois foram retirados e resfriados bruscamente em água. Para análise metalográfica utilizaram-se técnicas convencionais de preparação para obter uma superfície polida e isenta de riscos. Para a revelação dos microconstituintes realizou-se ataque químico com solução de Ácido Nítrico a 2% em Etanol (Nital 2%).

Para o cálculo da tenacidade à fratura dinâmica aparente foi utilizado o método da variação da taxa de flexibilidade elástica e para o alisamento da curva utilizou-se o método da média móvel em conjunto com o método de filtragem por Fourier que elimina as frequências interferentes.

Realizou-se uma análise comparativa entre a energia total obtida pelo ensaio Charpy Convencional e a tenacidade à fratura dinâmica aparente (K_{IDA}). Foram construídos gráficos separados por temperatura de austenitização, mostrando o resultado da propriedade mecânica no eixo y e as diferentes temperaturas de resfriamento no eixo x. Os desvios padrões são também representados e foram calculados segundo o ensaio em cinco corpos-de-prova.



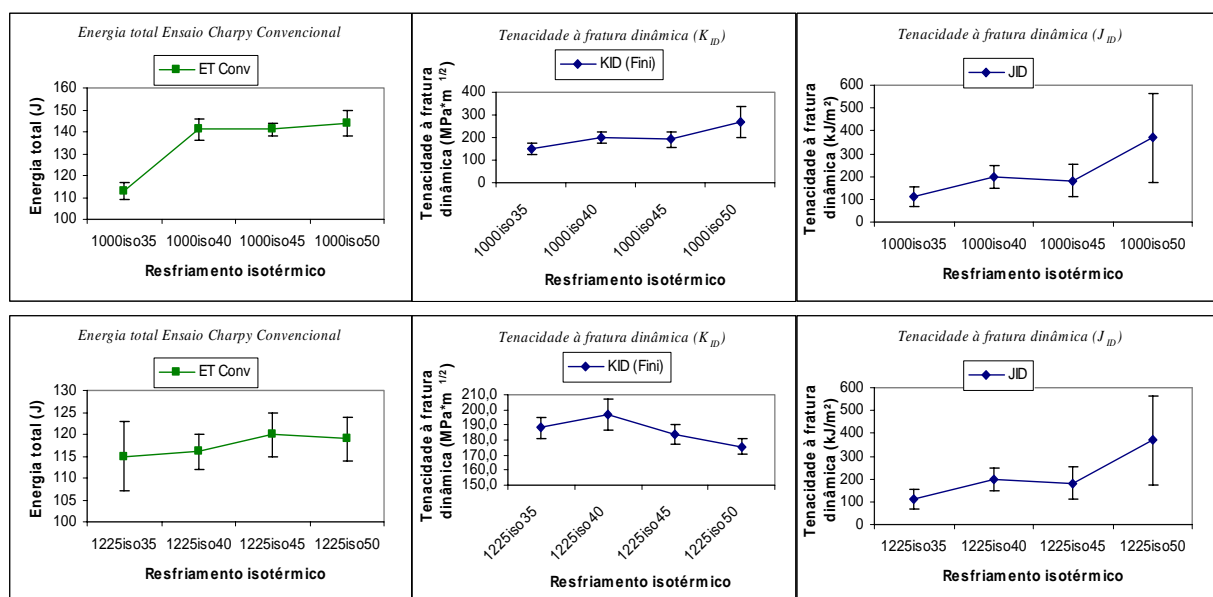


Figura 1 – Gráfico de Energia total Ensaio Charpy Convencional e Tenacidade à fratura dinâmica de corpos-de-prova do cordão-de-solda do aço COS Civil 300 austenitizados a 880°, 1000° e 1225° e resfriado isotermicamente.

O aumento da temperatura do resfriamento isotérmico provocou um aumento da energia total absorvida em todas as condições, tendência não acompanhada pela tenacidade à fratura dinâmica. Esse fato abriu caminho para a análise metalográfica dos corpos-de-prova ensaiados. Segundo a literatura esse fato é causado pela quantidade de material à frente da trinca, que para o ensaio em questão é determinado pelo raio de ponta (entalhe). A condição escolhida para a análise foi o austenitizado a 1000°, pois foi o que apresentou maior variação entre as duas tenacidades.

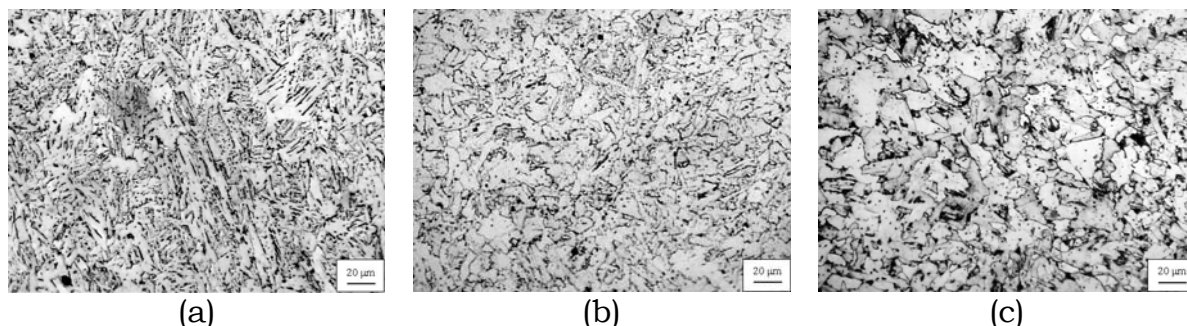


Figura 2. Cordão-de-solda depositado do aço estrutural COS Civil 300, austenitizado a 1000°C e seguido de tratamento isotérmico a (a) 350 °C; (b) 450°C; (c) 550°C. Ataque Nital 2%.

Através da análise da Figura 2 é possível verificar a mudança gradual da microestrutura do cordão-de-solda com a elevação da temperatura de banho. É observado o crescimento do tamanho de grão assim como da ferrita, tornando-se gradativamente mais grosseira. Bem como a concentração mais pronunciada dos agregados ferrita-carbonetos, ou seja, uma migração e aglomeração nos locais preferenciais. Fato esse esperado, pois, a difusão atômica aumenta com a temperatura. Assim, os grãos de ferrita tendem a se desenvolver de maneira mais acentuada a temperaturas mais elevadas tornando assim a microestrutura com granulação mais grosseira.

As conclusões apuradas ao término dos tratamentos térmicos seguidas de ensaios mecânicos na junta soldada do aço COS Civil 300 foram as seguintes: sobre a análise metalográfica realizada nas amostras austenitizadas a 1000°C observou-se um crescimento da ferrita para temperaturas de banho maiores. Com respeito à temperatura de austenitização a 880°C nas condições de banho a 450 e 500°C foram obtidas os maiores valores de tenacidade, por volta de 152 J. Porém no geral não ocorreram variações muito grande ficando entre 113 e 154 J. Os valores de tenacidade à fratura dinâmica

mostraram-se totalmente diferentes, a 880°C foram obtidos os menores valores de tenacidade, em torno de 47 MPa*m^{1/2}. Para temperaturas de banho maiores em geral diminuíram os valores de tenacidade. Esse fato ocorre devido à quantidade de material à frente do entalhe, como observado nas micrografias com temperaturas de banho aumentou-se o tamanho do grão, podendo ter modificado o caminho da propagação da trinca.

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.

KOBAYASHI, T., TODA, H. & MASUDA, T., 2001, “Analysis of test data obtained from Charpy-V and impact tensile test”, In: Charpy Centenary Conference 2001, France, v1. pp. 305-312.

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