

SOFTWARE PARA CÁLCULO DO CUSTO DE ESTRUTURAS SOLDADAS

A. A. S. Queiroz, R. C. Tokimatsu, D. Y. M. Delforge

Departamento de Engenharia Mecânica, UNESP – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira
Av. Brasil Centro, 56, Ilha Solteira – SP, CEP: 15.385-000

Palavras-chaves: custo de fabricação, estruturas soldadas, tecnologia de solda, custo de solda, tempo de solda.

RESUMO

Atualmente existem mais de 40 processos de soldagem utilizados nas indústrias. A seleção destes processos leva em consideração o custo e a versatilidade dos mesmos, assim como o tempo gasto em treinamento. Dependendo do tipo de estrutura soldada a ser fabricada, a soldagem pode atingir 30-35% e 45-70% do custo total de fabricação, surgiu então a necessidade de se detalhar minuciosamente os custos de fabricação de elementos e de conjuntos estruturais soldados. No presente trabalho, desenvolveu-se uma metodologia de cálculo e de estimativa dos custos da soldagem, levando-se em consideração os processos de soldagem utilizados e as condições econômicas e de rateio envolvidos nesses processos.

Os elementos do custo de fabricação dividem-se em custo da solda, corte, preparação, manuseio, e outros. O tempo de fabricação depende do nível de tecnologia de cada país e manufatura, mas a melhor forma de se calcular o valor real do processo é trabalhando com o tempo. Depois de computado o tempo necessário em cada fase de fabricação, pode-se multiplicar este por um fator específico de custo, o qual representa os diferentes níveis de desenvolvimento de cada país.

Embora os custos de fabricação dependam de muitos parâmetros e estes sejam muito difíceis de serem expressados matematicamente, uma simplificação da função de custo foi utilizada tornando possível a sua manipulação e desenvolvimento de um *software* que possibilite a avaliação dos custos da soldagem.

As expressões numéricas utilizadas foram [1]:

$$K = K_m + K_f = k_m \rho V + k_f \sum_i T_i \quad (1)$$

onde K_m e K_f são o custo do material e de fabricação, respectivamente, k_m e k_f são os fatores de custo correspondentes, ρ é a densidade do material, V é o volume da estrutura, T_i são os tempos de produção. Assume-se que o valor de k_f para um manufaturado seja constante

$$\frac{K}{k_m} = \rho V + \frac{k_f}{k_m} (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7) \quad (2)$$

Os diferentes componentes de tempo podem ser calculados separadamente como segue:

$$T_1 = C_1 \Theta_d \sqrt{k \rho V} \quad (3)$$

onde Θ_d é o fator de dificuldade, k é o número de elementos estrutural.

$$T_2 = \sum_i C_{2i} a_{wi}^{1,5} L_{wi} \quad (4)$$

este é o tempo de soldagem, a_{wi} é o tamanho da solda, L_{wi} é o comprimento de solda, C_{2i} são as constantes que diferenciam a tecnologia de soldagem utilizada.

$$T_3 = \sqrt{\Theta_d} \sum_i C_{3i} a_{wi}^{1.5} L_{wi} \quad (5)$$

é o tempo de gasto por ações adicionais de fabricação como a troca de eletrodo. $C_3 = 1,2 \times 10^{-3} \text{ min/mm}^{2.5}$. Equações (3)-(5) foram propostas por Pahl and Beelich [2].

$$T_4 = \Theta_d \left(a_e + b_e t^3 + \frac{1}{a_e t^4} \right) A_p \quad (6)$$

onde $a_e = 9,2 \times 10^{-4} \text{ min/mm}^2$, $b_e = 4,15 \times 10^{-7} \text{ min/mm}^5$, Θ_d é o parâmetro de dificuldade ($\Theta_{de}=1, 2$ ou 3).

$$(7) \quad T_5 = \Theta_{ds} a_{sp} A_s$$

é o tempo de preparação da superfície, $a_{sp} = 3 \times 10^{-6}$, Θ_{ds} é o parâmetro de dificuldade, A_s é área da superfície que a ser limpa.

$$T_6 = \Theta_{dp} (a_{gc} + a_{tc}) A_s \quad (8)$$

onde $a_{gc} = 3 \times 10^{-6} \text{ min/mm}^2$, $a_{tc} = 4,15 \times 10^{-6} \text{ min/mm}^2$, Θ_{dp} é o fator de dificuldade, $\Theta_{dp} = 1, 2$ ou 3 para pintura na horizontal, vertical ou de ponta cabeça.

$$T_7 = \sum_i C_{7i} t_i^n L_{ci} \quad (9)$$

é o tempo gasto no corte das chapas que formarão a estrutura final, t_i é a espessura em mm, L_{ci} o comprimento em mm, n é um fator experimental de ajuste.

O *software* foi desenvolvido para tentar agilizar o cálculo do custo de fabricação de estruturas soldadas, estimar o tempo gasto em cada fase de fabricação e ainda auxiliar na avaliação do mérito da adoção de novas tecnologias.

REFERÊNCIAS:

- [1] Farkas J, Jármay K, Cost Calculation and optimisation of welded steel structures. In: Journal of Constructional Steel Research 50 (1999) 115-135
- [2] Pahl G, Beelich KH. Kostenwachstumsgesetze nach Ähnlichkeitsbeziehung für Schweissverbindungen. VDI-Bericht 1992;457:129-41.
- [3] Farkas J, Jármay K, Economic Design of Welded Steel Structures. In: Journal of Constructional Steel Research Vol. 46, Nos. 1-3, pp 35-36, paper number 142, 1998.
- [4] Yokota T, Taguchi T and Gen M, A Solution Method for Optimal Cost Problem of Welded Beam By Using Genetic Algorithms. In: Computers & Industrial Engineering 37 (1999) 379-382.