



APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MONTE CARLO NA QUANTIFICAÇÃO DE TEMPO E MORFOLOGIA DO CORDÃO DE SOLDAGEM

Letícia Maltempi Pereira Nagima (PIBIC/CNPq - UEM), Norival Ferreira dos Santos Neto (Orientador), e-mail: leticianagima@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/ Departamento de Engenharia Mecânica/Maringá, PR.

Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Metalurgia de Transformação – Soldagem.

Palavras-chave: Soldagem, FCAW, @RISK, morfologia do cordão.

Resumo

A Análise de Monte Carlo é um método numérico que permite resolver problemas matemáticos mediante a simulação de variáveis aleatórias. Este método permite um tratamento probabilístico dos parâmetros associados. Para tanto, tais estimativas passam a ser representadas por distribuições estatísticas de probabilidade. O @RISK é um software que irá auxiliar na análise da morfologia do cordão, executando a análise por meio do Método de Monte Carlo. O software efetua cálculos matemáticos objetivamente, e permite rastrear diversos possíveis cenários futuros, em seguida, ele informa as probabilidades e riscos associados a cada cenário. Isso significa que é possível ter condições de avaliar quais riscos deseja tomar ou evitar, e com base nisso, tomar as melhores decisões. Neste presente caso, pretende-se obter os melhores parâmetros de soldagem para resultar em uma morfologia do cordão satisfatória. Esta pesquisa tem por finalidade analisar a influência de parâmetros do processo de soldagem com arame tubular (*Flux Cored Arc Welding* – FCAW) nas características do cordão de solda. Parâmetros como tensão do arco, velocidade e corrente de soldagem foram variados a fim de detectar suas influências sobre a largura, a penetração e o reforço do cordão de solda. As medições geométricas dos cordões de solda foram realizadas em macrografias obtidas da seção transversal da solda, por meio de microscopia óptica.

Introdução

O processo de Soldagem a Arco com Arame Tubular (*Flux Cored Arc Welding* – FCAW) é um processo que produz a coalescência de metais pelo



aquecimento destes com um arco elétrico produzido entre a peça e um arame tubular consumível metálico, cujo interior contém um fluxo fundente. Esse fluxo é composto de pós de materiais inorgânicos e/ou metálicos, que tem como principais funções, desoxidar o metal de solda, estabilizar o arco, aumentar a taxa de deposição através do pó de ferro, a formação de gás de proteção pela decomposição de alguns dos seus elementos, e estabelecer conveniente geometria do cordão de solda.

O software @RISK executa a análise de risco por meio do Método de Monte Carlo, e permite que vários resultados possíveis do modelo sejam mostrados na forma de planilha, informando a probabilidade de ocorrência. O programa efetua os cálculos, matemática e objetivamente, e permite rastrear diversos cenários futuros; em seguida, ele informa as probabilidades e riscos associados a cada cenário. Isso significa que é possível ter condições de avaliar que riscos desejam tomar ou evitar, e com base nisso, tomar as melhores decisões possíveis em situações de incerteza. Neste projeto em questão, o software auxiliará a determinar os melhores parâmetros de soldagem a fim de observar um cordão de solda satisfatório.

O desenvolvimento de modelos matemáticos da junta soldada e do processo de soldagem utilizado, para todas as relações quantitativas a serem estabelecidas entre os parâmetros de soldagem e as dimensões do cordão de solda, tem sido uma crescente abordagem. Para o desenvolvimento de modelos matemáticos é requerido um considerável trabalho experimental para estabelecer as relações realísticas. Neste trabalho, será necessário desenvolver um modelo matemático relacionando os parâmetros de soldagens com as características do cordão de solda.

O presente projeto tem por objetivo analisar e quantificar a influência de variáveis do processo FCAW nas características do cordão de solda com o auxílio do software @RISK.

Materiais e métodos

O metal de base da junta soldada é o aço SAE 1010 com uma espessura de 12 mm. O metal de adição utilizado neste projeto é o arame tubular *Dual Shield 7100 LH* da ESAB com diâmetro de 1,2 mm.

A soldagem será realizada no Laboratório de Soldagem do Departamento de Engenharia Mecânica da UEM em Maringá – PR. Serão utilizados os equipamentos abaixo descritos:

- Fonte multiprocessado para soldagem marca ESAB e modelo AristoPower 460 e seus acessórios, que reúne num mesmo



equipamento, todas as características necessárias que possibilitam a sua utilização em vários processos de soldagem;

- Alimentador de arame para soldagem da marca ESAB e modelo AristoFeed 30-4W MA6;
- Uma bancada de soldagem mecanizada.

As soldas serão feitas em simples deposição do cordão de solda, utilizando os parâmetros e valores selecionados para cada um dos experimentos, presentes na Tabela 1.

Os parâmetros de soldagem que serão utilizados nesta pesquisa são a tensão do arco (U), a velocidade de soldagem (V_{sold}) e corrente (I). Utilizaram-se ferramentas estatísticas de análise de planejamento de experimento, no caso o planejamento fatorial. Neste projeto, cada um dos três parâmetros foi variado em dois níveis, obtendo-se dezesseis experimentos.

Tabela 1 – Valores dos parâmetros variáveis utilizados nos experimentos.

Ensaio	Corrente [A]	Tensão [V]	Vel. De Soldagem [mm/min]
1	150	22	200
2	200	22	200
3	150	25	200
4	200	25	200
5	150	22	200
6	200	22	200
7	150	25	200
8	200	25	200
9	150	22	400
10	200	22	400
11	150	25	400
12	200	25	400
13	150	22	400
14	200	22	400
15	150	25	400
16	200	25	400

Será mantida fixa durante a soldagem a velocidade de alimentação, a distância bico de contato-peça (DBCP) e a inclinação da tocha.

Resultados e Discussão



Os experimentos ainda não foram concluídos, sendo assim não é possível apresentar resultados e discussões.

Conclusões

Da mesma forma do item anterior ainda não é possível apresentar conclusões sobre o projeto.

Referências

ESAB – Especificações do Arame Tubular para soldagem. Disponível em <<http://www.esab.com.br/br/pt/products/index.cfm?fuseaction=home.product&productCode=0031124>>. Acesso em 18 de junho de 2015.

RODRIGUES, Emanuel Rezende. Dissertação de Mestrado, **Influência de Parâmetros do Processo FCAW-G nas Características da Solda do Aço ASTM A-36**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, 2010.

DA SILVA, José Hilton Ferreira. **Otimização e Comparação de Modelos Matemáticos para as Características Geométricas de Soldas GMAW e FCAW**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO, 4., 2007. Estância de São Pedro, SP, **Anais eletrônicos...** Disponível em <<http://www.abcm.org.br/app/webroot/anais/cobef/2007/files/021013114.pdf>> Acesso em 25 de abril de 2015.

MARQUES, Paulo Villani; MODENESI, José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem: fundamentos e tecnologia**. 2. ed. rev. ampl. Belo Horizonte: UFMG, 2007.