Soldagem com Eletrodo Tubular Autoprotegido FCAW-S para aços Estruturais Empregados em Elementos da Construção Civil

Fábio dos Santos Silva[1], Estevan de Campos Gonçalves[1,2], Daniele Aline Pessoa[1], Willy Ank de Morais[1]

[1]Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil

[2]WILLY ANK – Soluções para o setor Metal-Mecânicos, Santos-SP, Brasil

E-mail: fabiio@hotmail.com

Resumo: Entre os processos mais utilizados e conhecidos na indústria, destaca-se a soldagem a arco elétrico empregando eletrodos revestidos (Shielded Metal Arc Welding ou SMAW). O trabalho teve por objetivo abordar processos de soldagem avançados e as novas tecnologias associadas em termos de consumíveis, máquinas e materiais aplicados na soldagem dos metais. Empregou-se um experimento comparativo entre a soldagem de chapas na alma de uma viga, ambos constituídos de aço estrutural, para a obtenção de uma emenda. Os resultados demonstraram um comparativo entre as técnicas de soldagem a arco elétrico FCAW-s e SMAW, possibilitando a verificação de dados e parâmetros sobre a viabilidade, vantagens e limitações de se alterar a aplicação de um processo convencional por um mais recente e avançado.

Palavras-chave: soldagem; arame tubular; aços estruturais; construção civil.

Welding with FCAW-S Autoprotected Tubular Electrode for Structural Steels Applied in Civil Construction Elements

Abstract: Among the most widely used and known processes in the industry, we highlight the welding to electric arc using coated electrodes (Shielded Metal Arc Welding or SMAW). The aim of the work was to address advanced welding processes and the new associated technologies in terms of consumables, machines and materials applied in the welding of metals. A comparative experiment was used between the welding of plates in the core of a beam, both made of structural steel, to obtain an amendment. The results demonstrated a comparison between the FCAW-s and SMAW electric arc welding techniques, allowing the verification of data and parameters on the feasibility, advantages and limitations of changing the application of a conventional process to a more recent and advanced one.

Keywords: Welding, Tubular wire, solid wire, structural steel, civil construction.

Introdução

Um processo de soldagem é considerado um método de união de elementos, peças ou materiais, porém, muitos desses processos ou variações deles são usados para a deposição de material sobre uma superfície, visando à recuperação de peças desgastadas ou para a formação de um revestimento com características especiais. Diferentes processos diretamente relacionados com os processos de soldagem são utilizados para o corte de peças metálicas. Os aspectos térmicos dessas operações de recobrimento e corte são bastante semelhantes aos de

soldagem e, por isso, muitos pontos abordados na metalurgia da soldagem são válidos para essas operações. No entanto, é importante observar que soldagem não se limita apenas aos metais e também que é possível executar tipos de soldagem sem fusão. A definição acima é a adotada pela AWS – American Welding Society, quase que totalmente operacional.

Existe um grande número de processos por fusão que podem ser separados em subgrupos, por exemplo, de acordo com o tipo de fonte de energia usada para fundir as peças. Dentre estes, os processos de soldagem a arco elétrico são os de maior importância industrial na atualidade. Devido à tendência de reação do material fundido com os gases da atmosfera, a maioria dos processos de soldagem por fusão utiliza algum meio de proteção para minimizar estas reações [1]. Pode-se salientar, como os processos de soldagem mais utilizados nas indústrias: Soldagem com eletrodo revestido; Soldagem a arco submerso; Soldagem TIG; Soldagem MIG/MAG; Soldagem com arame tubular; Soldagem por eletroescória; Soldagem eletrogás; Soldagem a gás.

Objetivou o presente trabalho, abordar processos de soldagem avançados e as novas tecnologias associadas em termos de consumíveis, máquinas e materiais aplicados na soldagem dos metais.

Materiais e Métodos

Através de uma junta sobreposta e com solda em filete (figura 4), foram soldados 6 corpos de prova, sendo um na posição 2G (horizontal), outro 4G (sobre cabeça) e outro com soldagem mista contendo cordões soldados em 3G (vertical descendente) e 2G (horizontal) no qual demonstra a real soldagem in loco para o processo SMAW e do mesmo modo para o processo FCAW-s.

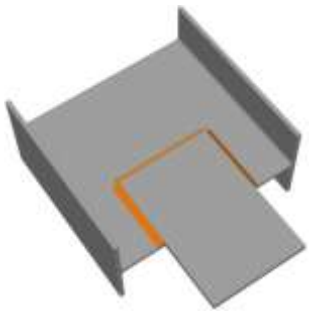


Figura 4 – Croqui do corpo de prova

De cada corpo de prova foram retiradas 4 amostraS, 3 para o ensaio de tração que possui dimensões 5x10x195mm e 1 para medição de dureza Brinell com dimensões 10x10x195mm, sendo todos os CP's submetidos a macrografia. Em todos os casos, devem ser

aferidos o tamanho da zona termicamente afetada (ZTA), nos corpos de prova de maior espessura realizar medição de dureza, para todas as posições de soldagem devem ser calculados o heat input e demonstrar a quantidade de metal depositado utilizando as fórmulas demonstradas a seguir.

Equipamentos de Soldagem e Consumíveis: Máquina e consumível utilizado no processo de soldagem SMAW (eletrodorevestido): Miller de modelo Fonte inversora CST 280; Consumível Esab E7018 – Ø 2,5 mm.

Máquina e consumível utilizado no processo de soldagem FCAW-s (arame tubular auto protegido): Miller XMT 350cc/cv; Consumível Lincoln Inner shield NR-211-MP – Ø 2,0 mm.

Ensaios Mecânicos : Para a avaliação dos corpos de prova, realizaram-se os ensaios macrográficos, dureza Brinell e tração. Para o ensaio macrográfico, foram utilizadas lixas 220 e 400 e Nital com concentração de 5%. Através do resultado encontrado após o ataque químico, foi possível dimensionar o tamanho da Zona Termicamente Afetada (ZTA). O ensaio de dureza foi do tipo Brinell com pré carga de 10Kgf e carga de 100 Kgf e esfera de 1/16", através de um medidor analógico de dureza de fabricação alemã e marca Heckert do ano de 1978. O ensaio de tração foi executado com equipamento EMIC de modelo DL10000.

Resultados

Após a soldagem, foram retiradas 4 amostras de cada corpo de prova e realizaram-se os ensaios mecânicos e os cálculos, foram efetuadas análises das superfícies rompidas ao principal ponto deformado no rompimento com auxílio de microscópio utilizando aumentos respectivos de 10x 20x 40x para o CP1- FCAW-S Mista e aumento 10x para os demais CP's. A seguir será demonstrado para cada posição de soldagem os resultados encontrados de tamanho da zona termicamente afetada (ZTA), temperatura da ZTA após soldagem, dureza, resistência a tração, heat input, quantidade de metal depositado e análise da fratura.

FCAW-s POSIÇÃO REAL / CAMPO (2G/3G) - Pode-se identificar: o Tamanho da zona termicamente afetada (ZTA): 1,8 mm; Temperatura da zona termicamente afetada (ZTA): 350 ºC; Dureza média metal base: 80 HB; Dureza média metal de adição: 92 HB; Dureza média ZTA: 89 HB; Resistência à tração: 350 Mpa; Heat input: 5,202 kJ/mm; Metal depositado: 35,32 g/min

FCAW-s POSIÇÃO PLANA (2G) - O Tamanho da zona termicamente afetada (ZTA) foi de 2,3 mm; Temperatura da zona termicamente afetada (ZTA): 250 ºC; Dureza média metal

base: 90 HB; Dureza média metal de adição: 92 HB; Dureza média ZTA: 89 HB; Resistência à tração: 210 Mpa; Heat input: 5,84 kJ/mm; Metal depositado: 34,04 g/min.

FCAW-s POSIÇÃO SOBRE CABEÇA (4G) - O tamanho da zona termicamente afetada (ZTA) foi de 2,6 mm; Temperatura da zona termicamente afetada (ZTA): 400 ºC; Dureza média metal base: 81 HB; Dureza média metal de adição: 90 HB; Dureza média ZTA: 90 HB; Resistência à tração: 250 Mpa; Heat input: 7,2 kJ/mm; Metal depositado: 27,94 g/min.

SMAW POSIÇÃO REAL / CAMPO (2G/3G) - O Tamanho da zona termicamente afetada (ZTA): 2,2 mm, a Temperatura da zona termicamente afetada (ZTA): 400 ºC, a Dureza média metal base: 80 HB, a Dureza média metal de adição: 92 HB, a Dureza média ZTA: 89 HB,a Resistência à tração: 265 Mpa, o Heat input: 7,23 kJ/mm e o Metal depositado: 16,14 g/min.

SMAW POSIÇÃO PLANA (2G) - O Tamanho da zona termicamente afetada (ZTA) foi de 2,9 mm; Temperatura da zona termicamente afetada (ZTA): 245 ºC; Dureza média metal base: 80 HB; Dureza média metal de adição: 92 HB; Dureza média ZTA: 89 HB; Resistência à tração: 260 Mpa; Heat input: 10,5 kJ/mm; Metal depositado: 21,03 g/min.

SMAW POSIÇÃO SOBRE CABEÇA (4G) - O tamanho da zona termicamente afetada (ZTA) foi de 2,1 mm; Temperatura da zona termicamente afetada (ZTA): 425 ºC; Dureza média metal base: 81 HB; Dureza média metal de adição: 90 HB; Dureza média ZTA: 90 HB; Resistência à tração: 250 Mpa; Heat input: 7,47 kJ/mm; Metal depositado: 18,72 g/min.

Ensaio de Tração

O ensaio de tração é considerado o teste mecânico que apresenta a melhor relação entre informações obtidas e custo/complexidade de ensaio. Apesar deste teste possa ser realizado em condições bem distintas daquelas nas quais o material será requisitado, os parâmetros obtidos deste ensaio são o ponto de partida para a caracterização e especificação. Isto pode ser visto, esquematicamente, pelo gráfico ensaio de tração que consiste, basicamente, em se tracionar um corpo de prova (CP) até a sua ruptura. Diversos parâmetros podem ser medidos.

Conclusão

Baseando-se nos métodos utilizados, nos materiais e equipamentos, nas expectativas e nos resultados, pode-se concluir que, para a aplicação proposta nas experiências realizadas para compor este trabalho, a técnica de soldagem a arco elétrico com Arame Tubular Autoprotegido possui potencial competitivo em relação ao processo com Eletrodo Revestido.

Por meio dos ensaios realizados, verificou-se que a estrutura da junta soldada em ambos os processos foi compatível no parâmetro de resistência mecânica. Isto pode ser visto pelos gráficos gerados e cada região de regime elástico verificada. Os principais fatores relacionados à produtividade verificados neste trabalho que indicam a vantagem da aplicação do arame tubular são a velocidade da operação e a taxa de deposição. Os resultados apresentam taxa de deposição e velocidade maiores de 33% a 54% no arame tubular, dependendo da posição de soldagem. No entanto, há mais indicadores a serem calculados e, para continuação em trabalhos e publicações futuros, são de grande importância os custos relacionados às operações, como despesas de energia elétrica, materiais e hora trabalhada do soldador. Este indicador também tem grande parcela de importância para a estratégia de uma empresa em optar pelo uso ou alteração de processo de soldagem a utilizar.

Referências

1. MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V.; BRACARENSE, Alexandre Q. **Soldagem Fundamentos e Tecnologia**. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Metalúrgica. Belo Horizonte, 2007.
2. MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V.i. **Soldagem I – Introdução aos Processos de Soldagem**. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Metalúrgica. Belo Horizonte, Nov. 2000.
3. WAINER, E.; BRANDI, S. D.e; DE MELLO, F. D. H. **Soldagem Processos e Metalurgia**. Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1992.
4. ALLUM C.J., QUINTINO, M.L. **Pulse MIG/MAG, Interactions and Process Parameters** - Parts 1 E 2, Weld & Metal.Fab, 52(3) E (4), 1984.
5. PARANHOS, R.; SOUZA, A.C., **Soldagem a Arco Submerso**, Coleção Soldagem 2000, 77 pp, volume 2, FIRJAN/SENAI, Rio de Janeiro, (1999).
6. DUTRA, J. C. – **Procedimento Computadorizado de Determinação, Seleção e Controle de Variáveis na Soldagem MIG/MAG**. Tese de Doutorado, 1990. UFSC.
7. GEHRING, M. e STUDHOLME, S., **Fabricators Pleased with Increased Submerged Arc Productivity from Cored Wires**, Svertsaren, pp. 70-72, no 1 - 2, (1999).
8. JOHN NORRISH, O que é o MIG Sinérgico, **Revista Soldagem & Inspeção**, No. 3. p.16-18, 1995.
9. MARQUES, P.V. **Tecnologia da Soldagem**. ESAB, Belo Horizonte, 1991, 352 p.
10. SCOTTI, A.; PONOMAREV, V. **Soldagem MIG/MAG: melhor entendimento, melhor desempenho**. São Paulo, Artliber Editora, 284 p., 2008(p.88,89).
11. STARLING, C.M.D., MODENESI, P.J. & BORBA, T.M.D., Comparação do Desempenho Operacional e das Características do Cordão na Soldagem com Diferentes Arames Tubulares, **Revista Soldagem & Inspeção**, V. 14, No. 1, Jan/Mar 2009, pp. 010-025
12. MAMANI, L., DUTRA, J. e GOHR, R. – **Desenvolvimento de um Programa Computacional para o Controle Sinérgico do Processo de Soldagem MIG/MAG**. Anais do XXII ENTS. ABS, Blumenau, Brasil, 1996. pp.: 401-410.