

ESTUDO PARAMÉTRICO PARA ROBOTIZAÇÃO DA SOLDAGEM ORBITAL DE TUBOS COM ARAME TUBULAR¹

Alexandre Queiroz Bracarense²

Carlos Soragi³

Ivanilza Felizardo⁴

Resumo

Este trabalho teve como objetivo definir os parâmetros de soldagem a serem utilizados no processo FCAW, com proteção gasosa, para soldagem orbital de tubulações com auxílio de um robô, sem que os tubos girassem. Para isto os trabalhos foram desenvolvidos em duas etapas. Na primeira etapa foram soldados chapas de testes e tubos com soldador qualificado e com conhecimentos teóricos e práticos que o permitissem analisar, discutir e apresentar sugestões para melhoria da qualidade e da geometria dos cordões de solda depositados. Nesta etapa foram observados os comportamentos da soldagem nas posições verticais e sobre cabeça com arame tubular e definidos os parâmetros de soldagem que foram transferidos ao robô na segunda etapa. O procedimento de soldagem adotado foi definido e monitorado segundo normas de soldagem. Na segunda etapa a aplicação dos conhecimentos de robótica e experiência de soldagem foi supervisionada pelo soldador que “orientou” o robô na soldagem das juntas circunferências dos tubos. Ficou evidente que SOLDADOR e ROBÔ formam uma excelente equipe de trabalho. O robô, do tipo antropomórfico, utilizado na fase experimental não é o mais adequado para soldagem de juntas circunferências, sem girar o tubo, motivo pelo qual um robô específico para este fim está sendo desenvolvido e utilizará os parâmetros definidos neste trabalho.

Palavras-chave: Soldagem de dutos; Soldagem robotizada; Soldagem com arame tubular.

¹ 60º CONGRESSO ANUAL DA ABM, , 25 a 28 de julho de 2005, em Belo Horizonte – MG

² Físico, PhD, professor do Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG. Coordenador do Laboratório de Robótica, Soldagem e Simulação

³ Engenheiro Mecânico, Mestre em Engenharia Mecânica, Funcionário da RGB

⁴ Engenheira Mecânica, Doutora, Diretora da ROTECH Soluções em Robótica S.A.

1 INTRODUÇÃO

Por definição, tubulações são equipamentos utilizados para transportar, distribuir, misturar, separar, medir e reter fluxos de fluidos que podem ser produtos químicos no estado bruto, intermediário ou final; produtos de petróleo; gás, vapor, ar e água; sólidos fluidizados; fluidos refrigerantes e fluidos criogênicos [1]. As tubulações constituem de tubos fabricados por diferentes materiais e em diferentes dimensões que são especificados em função, principalmente, do tipo de fluido, temperatura e pressão de trabalho, de acordo com a norma que rege a aplicação. Os tubos são unidos por flanges ou soldas, sendo que os flanges são unidos aos tubos por solda.

Widgery [2] relata que a soldagem de tubulações teve início em 1929 com eletrodos revestidos rutilicos, porém, assumiu características produtivas somente a partir de 1933. Com o desenvolvimento da soldagem utilizando gás de proteção CO₂, em 1950 na Rússia, conduziu, em 1961 nos EUA, à utilização do processo GMAW. Já foram soldados mais de 40.000 km de tubulações com este processo. A partir de 1990, a soldagem orbital utilizando os processos GMAW e FCAW vêm atendendo com sucesso as indústrias de estaleiros navais de exploração e refino de petróleo, usinas hidroelétricas, químicas e sistemas de irrigação [3]. Atualmente, a soldagem de tubulações é feita utilizando os processos GTAW, SMAW, GMAW e FCAW, sendo que na maioria das aplicações, o passe de raiz é feito com o processo GTAW.

Em um quilômetro de tubulação, utilizando tubos de 12 metros de comprimento, 254 mm (10") de diâmetro nominal e 9,5 mm de espessura, são encontradas 83 juntas de topo e são necessários 1,4 kg de eletrodos revestidos para soldagem de uma junta [4], o que resulta em 116kg de eletrodos aproximadamente. Os tempos de soldagem para um quilômetro de tubulação são aproximadamente de 175 horas com o processo SMAW, 128 horas com GMAW e 112 horas com FCAW. Com estes valores justifica-se o uso de arame tubular na soldagem de tubulações. Emerson [5] explica que o crescimento da soldagem orbital se deve ao déficit de soldadores com habilidade para soldagem de tubulações. Assim, a elevada taxa de deposição dos arames tubulares associada à alta velocidade dos sistemas robotizados e à rapidez de comunicação destes sistemas com a fonte de soldagem faz com que a produção de tubulações soldadas com sistemas automatizados, utilizando arames tubulares, seja maior que qualquer outro processo manual ou mecanizado [2].

Este trabalho descreve o procedimento realizado para levantamento de parâmetros de soldagem de tubulações com arame sólido e tubular para utilização em um robô dedicado para soldagem orbital de tubulações [6]. Ensaio mecânicos e não destrutivos foram realizados com o objetivo principal de monitorar a qualidade da solda durante o desenvolvimento dos trabalhos e assim detectar possíveis não conformidades no momento em que estas viessem a ocorrer.

2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Apesar da literatura [3,7] sugerir que o processo FCAW não é aconselhável para o passe de raiz, inicialmente, foi definido que tanto este passe quanto os demais deveriam ser feitos com este arame. Foi definido também que a soldagem deveria ser realizada com fontes de soldagem convencionais de tensão constante, que é o equipamento dominante tanto em fábricas quanto em obras. Foi escolhido o arame tubular com fluxo do tipo rutilico [2,8], AWS E71T-1, pelo fato de possuir uma escória menos fluida que a do básico e ser mais fácil de manuseio, ideal para a soldagem fora de posição. O diâmetro escolhido foi de 1,2 mm, por não existir no mercado

brasileiro arames tubular com bitolas menores. Foram adquiridos 3 rolos de arames de diferentes fabricantes disponíveis no mercado brasileiro. Para evitar conflitos comerciais, os arames foram identificados com as letras “A”, “B” e “C”.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros de soldagem utilizados como ponto de partida para a realização dos testes neste trabalho. Estes parâmetros foram extraídos de boletins técnicos e catálogos dos fabricantes dos arames. A vazão de gás não é informada, porém a literatura sugere que esta deve variar de 15 a 20 l/mim [8-10]. Inicialmente, cordões sobre chapa em todas as posições foram realizados para definir o seu melhor perfil, bem como os valores aproximados das demais variáveis do processo, que estão apresentadas na Tabela 2. Soldas manuais fora de posição em chanfro de chapas de testes foram realizadas para refino dos parâmetros. Em seguida, estes parâmetros foram reajustados para a soldagem manual em chanfros em tubos e por último, houve a soldagem robotizada destes tubos.

Tabela 1. Parâmetros de soldagem para arames tubulares AWS E 71 T-1.

Arame	Diâmetro (mm)	Tensão (V)	Corrente (A)	Stick Out (mm)	Gás de Proteção	Taxa de Deposição (kg/h)	Taxa de Fusão (kg/h)
A	1,2	25 - 30	150 - 250	10 - 20	CO ₂ ou Ar + CO ₂	1,9 – 2,85	NI
B	1,2	NI	120 - 220	NI	Ar + CO ₂	NI	NI
C	1,2	24 - 32	140 - 255	19	Ar + CO ₂	1,8 - 4,5	2,1 – 5,2

NI: Não informado

Tabela 2. Dados de soldagem para as chapas de teste e para os tubos.

Metal de Base	Tubos	Chapas
Especificação	ASTM A 106	ASTM A 36
Espessura em mm	11	9,5
Tipo de Junta	de topo sem cobre junta	de topo sem cobre junta
Ângulo do Bisel	37,5°	30°
Face da Raiz (mm)	2	3
Abertura da Raiz (mm)	2,5	2
Posição de Soldagem	5G	3G e 4G
Progressão de Soldagem	ascendente	ascendente
Técnica de soldagem	sem trançar	sem trançar
Tipo de gás	75%Ar +25%CO ₂	75%Ar +25%CO ₂
Vazão de gás l/mim	15	15

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Resultados Preliminares

Conforme recomendado na literatura [6,9,11,12], os parâmetros elétricos devem ser ajustados para um “stickout” de 13 a 19 mm, e o ângulo da tocha deve ser negativo (poça sendo empurrada). Cordões sobre chapa assim foram realizados e não foi possível obter resultados satisfatórios na posição vertical com o arame “A”. Foi observado falta de sustentação da escória, havendo o escorrimento do metal líquido durante a solidificação. Este escorrimento pode estar relacionado a vários fatores, dentre eles à viscosidade da escória que é a resistência ao espalhamento da poça

sobre a superfície. Com as altas temperaturas de soldagem, a viscosidade diminui com valores da ordem de 2 a 7 poises. Para soldagem fora de posição: vertical e sobre cabeça, a escória deve ser mais viscosa para poder envolver a poça de fusão e impedir o seu espalhamento [12]. Quanto mais baixa a viscosidade, mais fluida é a escória facilitando o escoamento da poça, entre outras coisas [2,8,13].

A hipótese inicialmente levantada para o problema ocorrido era que o calor fornecido estava excessivo, fazendo com que a poça ficasse bastante fluida reduzindo a sua sustentação pela escória. Foram realizados vários cordões sobre chapa com variação da tensão, corrente e “stickout” com o objetivo de ajustá-los a valores que permitissem soldar na posição vertical com o arame “A”. Estes testes em nada contribuíram na solução do problema e não foi possível aumentar a velocidade de soldagem para reduzir o calor fornecido à poça.

Vários ângulos da tocha também foram testados e as variações introduzidas não influenciaram na solução do escoamento da poça de solda. O gás de proteção inicialmente escolhido foi à mistura de 75% de argônio de 25% de CO₂ (Tabela 2). Esta mistura foi trocada por CO₂ puro, no sentido de verificar se o gás estava tendo alguma influência no escoamento da poça. A soldagem com CO₂ puro mostrou-se menos favorável, promovendo uma maior fluidez da poça, não apresentando nenhum benefício no sentido de melhorar ou eliminar o problema.

Outro fator importante que influencia no escoamento da poça de fusão é o tempo de solidificação da escória. Para soldagem fora de posição, a escória deve apresentar uma solidificação rápida, “fast freeze slag”, e deve ter rigidez suficiente para sustentar a poça de fusão sujeita à ação da gravidade [13]. O sistema de escória escolhido, conforme comentado – rutilico – fornece uma escória mais fácil de ser manuseada do que no sistema básico [2,8]. Uma vez que todas as tentativas para solucionar o problema foram em vão e que os arames “B” e “C” não apresentaram o mesmo tipo de problema, concluiu-se que o escoamento da poça de fusão estava sendo causado por algum problema específico do arame “A”.

3.2 Soldagem Manual das Chapas de Teste Chanfradas

Soldas manuais fora de posição em chapas de teste foram realizadas com os arames “B” e “C”. Na soldagem do passe de raiz na posição sobre cabeça com estes arames foi observada uma descontinuidade que se assemelha a uma concavidade na raiz da solda, conforme apresentado na Figura 1. Tem-se que na soldagem com arame tubular, a única força que atua sobre a gota em direção à junta, na posição sobre cabeça, é a força devida ao arraste do plasma [14]. Já a ação da capilaridade, em qualquer posição, é o único mecanismo capaz de manter a poça firmemente à junta [15]. Considerando que este mecanismo estava sendo insuficiente, admitiu-se que o problema era causado provavelmente por uma insuficiência de material depositado. Para tentar eliminá-lo, aumentou-se a alimentação do arame, porém, isto ocasionou a perfuração da junta, uma vez que o calor fornecido à junta também aumentou. Em corpos de prova com espessuras maiores, 16 mm (5/8”), foi observado o mesmo tipo de descontinuidade quando a alimentação do arame foi aumentada, porém sem perfuração da junta.

Os fabricantes de arames tubulares não indicam o diâmetro mais adequado para uma determinada posição de soldagem. A especificação ASME, SFA 5.20 (AWS 5.20), para arame tubular de aço carbono, define que o diâmetro deve ser menor que 2,4 mm na realização dos corpos de prova para classificação do arame.



Figura 1. Indicação da falta de metal de adição na raiz. Passe de raiz executado na posição sobre cabeça com arame tubular E71T-1 do fabricante C.

Little [16] indica que o diâmetro ideal do arame tubular para soldagem sobre cabeça é 0,9 mm. Na impossibilidade de obter arame deste diâmetro no mercado brasileiro, optou-se em fazer o passe de raiz com o processo GMAW, utilizando arames sólidos AWS ER70S de 0,8 mm de diâmetro. Os passes de enchimento e de acabamento foram realizados com processo FCAW. Destaca-se que não existe contra indicação das normas [1,17,18] na utilização do processo misto GMAW-FCAW para a soldagem de tubulações, desde que os mesmos sejam devidamente qualificados.

Chapas de testes foram soldadas fora de posição com arame sólido para realização do passe de raiz e com os arames tubulares “B” e “C” para a realização dos demais passes. A Tabela 3 apresenta os parâmetros experimentais estabelecidos na soldagem do passe de raiz nas posições vertical e sobre cabeça e a Tabela 4, os parâmetros relacionados aos demais passes com arame tubular, na posição vertical.

Tabela 3. Parâmetros para chapa de teste soldada manualmente com o processo GMAW – Passe de raiz.

Variáveis	Passe de Raiz	
	Sobre Cabeça	Vertical
Posição de Soldagem	Sobre Cabeça	Vertical
Tensão (V)	17 - 22	17 - 22
Corrente (A)	110 -130	90 - 115
Stick Out (mm)	10	10
Ângulo de Soldagem	0°	5 ° - 10°.

Tabela 4. Parâmetros para chapa de teste soldada manualmente com o processo FCAW – Passes de enchimento e acabamento – Posição vertical.

Variáveis	Passe de enchimento e acabamento	
	“B”	“C”
Fabricante do arame	“B”	“C”
Tensão (V)	26	22
Corrente (A)	120 -125	120-130
Stick Out (mm)	19	19
Ângulo de Soldagem	10°	10°

As chapas de teste foram examinadas por ultra-som e não foram constatadas indicações de inclusões de escórias e/ou falta de fusão lateral. Além deste, foram realizados exames macrográficos, análise química e de dureza. A Figura 2 apresenta uma macrografia da seção transversal da junta da chapa de teste soldada com os processos GMAW, no passe de raiz, e FCAW, para os passes de enchimento e acabamento. Observa-se a ausência de descontinuidades entre a raiz e o metal de base e entre a raiz e o metal de solda do passe de enchimento.

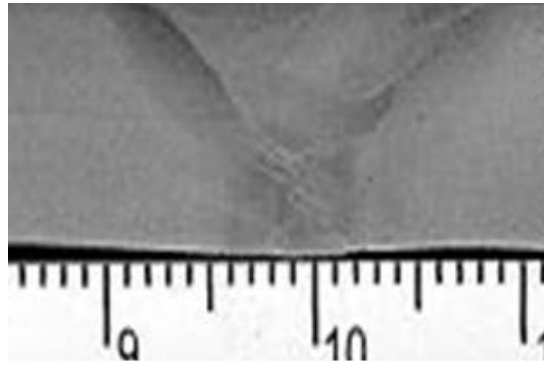


Figura 2. Macrografia da chapa de teste, passe de raiz soldado com GMAW e os demais com FCAW.

A Figura 3 mostra a aparência dos cordões depositados nas chapas de testes, soldadas na posição vertical, incluindo o passe de raiz, com os arames “B” e “C”, respectivamente. Percebe-se que apesar da diferença nos parâmetros os cordões ficaram muito similares.

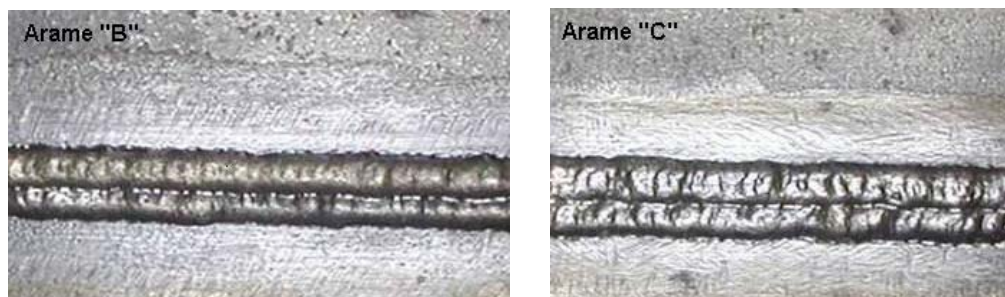


Figura 3. Análise visual das chapas de teste, passe de raiz soldado com GMAW e os demais passes com FCAW.

3.3 Soldagem Manual dos Tubos Chanfrados

Após a soldagem das chapas, testes em tubos na posição 5G foram realizados para reajustar os valores dos parâmetros para esta nova condição, sendo o passe de raiz realizado com o processo GMAW e os demais passes, com FCAW. Os parâmetros estão relacionados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores dos parâmetros de soldagem utilizados na soldagem do tubo na posição 5G com o processo GMAW e FCAW, manualmente.

Parâmetros \ Passes	Arame Sólido		Arame Tubular			
	Raiz		Enchimento		Acabamento	
Posição de soldagem	Sobre Cabeça	Vertical	Sobre Cabeça	Vertical	Sobre Cabeça	Vertical
Tensão (V)	19 - 20	19 - 20	25 - 26	25 - 26	27	27
Corrente (A)	114 - 125	105 - 112	163	161	140 - 155	140 - 155
Stickout (mm)	10	10	19	19	19	19
Ângulo da tocha	0°	5° - 10°	0°	5° - 10°	0°	5° - 10°

Soldagem em toda a circunferência do tubo foi realizada e os parâmetros adotados para a posição plana foram os mesmos da vertical. Testes detalhados nesta posição não foram realizados, visto a facilidade de deposição nesta posição em relação às demais. Inspeção por ultra-som foi realizada e nenhuma descontinuidade foi encontrada. Ensaio mecânico de dobramento e de tração foram realizados tanto na posição vertical quanto sobre cabeça e os resultados obtidos foram satisfatórios. Nos ensaios de tração, os corpos de prova romperam no metal de base, conforme mostra a Figura 5. A Figura 6 apresenta os resultados dos ensaios de dobramento de raiz e de face das solda realizadas na posição sobre cabeça.

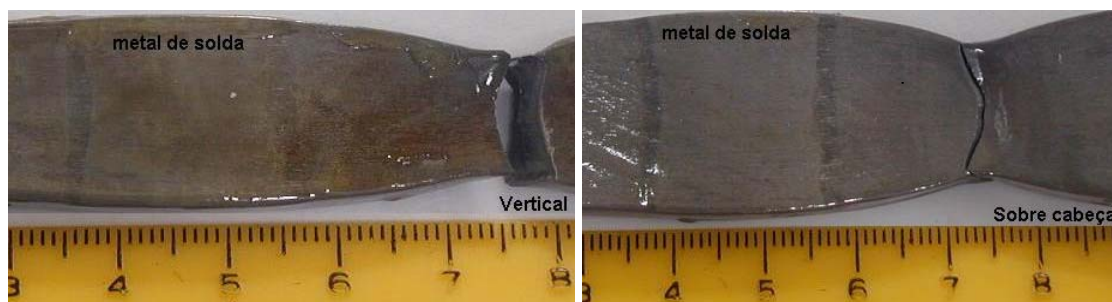


Figura 5. Resultado dos ensaios de tração da soldagem manual em tubos.



Figura 6. Resultado dos ensaios de dobramento da soldagem manual em tubos realizada na posição sobre cabeça.

3.4 Soldagem Robotizada dos Tubos Chanfrados

Inicialmente tubos foram soldados utilizando um robô antropomórfico de 6 graus de liberdade acoplado a uma fonte de tensão constante, Figura 7, para ajuste fino dos parâmetros de soldagem obtidos manualmente. Nesta fase, o soldador desempenhou um papel fundamental de informar ao robô o que precisava ser ajustado, isto é, transmitiu ao robô as condições operacionais da solda, como se ele, o soldador, estivesse soldando. O robô “viu” através dos olhos do soldador. Os valores finais das variáveis de soldagem com auxílio do robô, utilizados na soldagem de tubos na posição 5G estão resumidos na Tabela 6. Observa-se nas Tabela 4 e 5, sendo nesta mais evidente, uma alteração dos parâmetros de soldagem para as posições sobre cabeça e vertical. Na soldagem manual, visto o elevado grau de dificuldade para o humano realizar simultaneamente a soldagem e as alterações necessárias nos parâmetros, definiu-se que o soldador interromperia o processo para que os parâmetros fosse alterados. Na soldagem robotizada não há

necessidade desta interrupção, visto que se pode programar o robô para fazer a transição de forma suave, via interpolação dos parâmetros na faixa desejada. A Figura 8 destaca a região de transição entre a posição sobre cabeça e vertical de soldas sobre tubos realizadas com o robô, onde observa-se pequenas ou quase imperceptíveis variações na geometria do cordão de solda.



Figura 7. Tubo posicionado para soldagem com o robô antropomórfico.

Tabela 6. Parâmetros de soldagem utilizados na soldagem robotizada do tubo na posição 5G com os processo GMAW e FCAW.

Parâmetros \ Passes	Arame Sólido		Arame Tubular			
	Raiz		Enchimento		Acabamento	
Posição de soldagem	Sobre Cabeça	Vertical	Sobre Cabeça	Vertical	Sobre Cabeça	Vertical
Tensão (V)	16 - 25	16 - 25	23 - 25	23 - 25	23-25	23-25
Corrente (A)	75 - 135	65 - 125	145-180	155-180	150 - 190	145 - 185
Stickout (mm)	10	10	19	19	19	19
Ângulo da tocha	0°	5° - 10°	0°	5° - 10°	0°	5° - 10°
Velocidade de soldagem (cm/min)	20,4	18,0	24,0	21,0	36,0	27,0

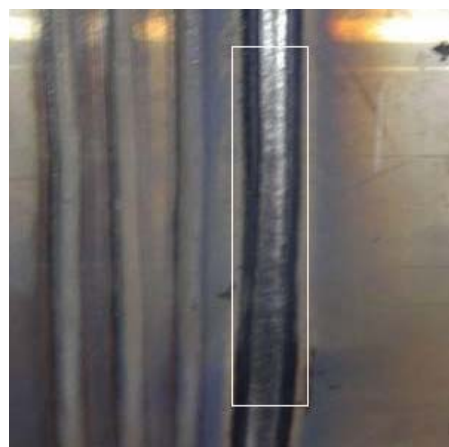


Figura 8. Região de transição sobre cabeça para vertical na soldagem robotizada.

Na Figura 9 são apresentadas macrografias dos cordões depositados pelo robô nas posições vertical e sobre cabeça. Observa-se que mesmo com um desalinhamento entre as faces internas do tubo, da ordem de 0,3 mm, não foram encontradas indicações de descontinuidades.

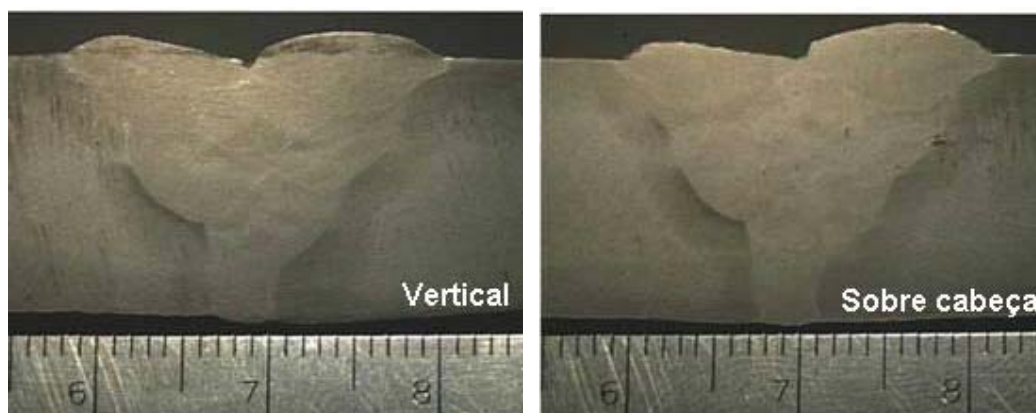


Figura 9. Macrografias de uma solda de um tubo soldado pelo robô na posição 5G.

4 CONCLUSÕES

Os objetivos do trabalho foram alcançados, visto que foram estabelecidos os parâmetros de soldagem para soldagem de tubos na posição 5G com auxílio de um robô. A partir dos testes realizados foi possível concluir que:

1. Embora os arames tubulares dos fabricantes A, B e C atendam às especificações SFA 5.20, o comportamento dos mesmos pode ser diferente, cada um requerendo uma faixa diferente de parâmetros. Este fato é importante na especificação de um arame de um certo fabricante para ser utilizado na soldagem com o robô;
2. A elevada taxa de deposição e velocidade do processo FCAW, a repetibilidade e as exigências de qualidade das juntas soldadas, sugerem que a solda robotizada oferecerá excelentes resultados de produtividade, qualidade e de custo;
3. Os cordões depositados pelo processo FCAW apresentam melhor qualidade que os depositados pelo processo GMAW, devido a maior capacidade de penetração e menor possibilidade de formação de poros;
4. A preparação da junta é de fundamental importância para a soldagem com robôs para se obter uniformidade na abertura da raiz e nas dimensões da face da raiz;
5. Deve-se tomar muito cuidado com o alinhamento interno dos tubos. Desalinhamentos, mesmo que na ordem de décimos de milímetros, podem causar falta de fusão e ou falta de penetração das soldas;
6. O operador do robô deve ser um soldador para ele “enxergar” para o robô.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Robótica, Soldagem e Simulação da Universidade Federal de Minas Gerais, LRSS/UFMG, pelo auxílio na realização dos testes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASME. American Society Mechanical Engineer. **B31.1: Power Piping**, 2001.
- 2 WIDGERY, D. J. Linepipe welding beyond 2000. Svetsaren: **Grupo ESAB**, p.8–10, nov. 1999.
- 3 MAGNATECH. Introduction to orbital welding. Disponível em: www.magnatecheurope.com Acesso em: jan.2004.
- 4 WELDING pressure pipelines & piping systems. **Lincoln Electric Company**, Cleveland, Ohio, p.14-16; 40-44, 2003.
- 5 EMMERSON, J. G. FCAW orbital pipe welding technology improves shop productivity. **Welding Journal**, American Welding Society, EUA, v.78, n.1, p.57-60, Novembro, 1999.
- 6 LIMA II, E.J.; Torres, G.C.F.; Felizardo, I.; Ramalho Filho, F.A.; Bracarense, A.Q. Development of a robot for orbital welding. In: 2004 **IEEE Mechrob International Conference**. Welding Robots Technology, Systems Issue and Applications, Aachen, Germany: IEEE, 2004. v. 1, p. 1-5.
- 7 OLIVEIRA, J.E.M. Estudo dos parâmetros para soldagem fora da posição com arame tubular. 101º **Dissertação**, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- 8 STAVA, E.K. The surface-tension-transfer power source a new low-spatter arc welding machine. **Advanced Welding Technology**. Cleveland, Ohio: Lincoln Electric Company, p. 1-8, 2003.
- 9 CRAIG, E. Flux Cored/MIG/SMAW pipe and yube welding. Disponível em: www.weldreality.com. Acesso em: out. 2003.
- 10 SCHWEMMER, D. D.; Olson, D.L.; Willianson, D.L. The relationship of weld penetration in welding flux. In: **60th Annual Meeting**. American Welding Society, EUA, 1979.
- 11 OLSON, D.L.; Liu, S.; Frost, R.H.; Edwards, G.R.; Fleming, D.A. Nature and behavior of fluxes used for welding. **American Society of Materials Handbook**, EUA, v.6, p.55-63, 1993.
- 12 JACKSON, C.E. Fluxes and slags in welding. **Welding Resource Council Buletin**, EUA, n.190, p. 18-21, dez. 1973.
- 13 CRAIG, E. Flux cored process control. Disponível em www.weldreality.com. Acesso em: nov. 2003.
- 14 TWI World Center for materials joining technology. Defects and imperfections in welds slag inclusion. Disponível em www.twi.com.uk. Acesso em: mar. 2003.
- 15 MATUSNAWA, A.; Ohji, T. Role of surface tension in fusion welding (part 2).
- 16 LITTLE, K.A. Shielding Gases. **American Society of Materials Handbook**, EUA, v.6, p. 64-69, 1993.
- 17 ASME. American Society Mechanical Engineer. Boiler and pressure vessel code Rules for construction of pressure vessels. **Seção VIII – Div1**, 2001.
- 18 ASME. American Society Mechanical Engineer. Boiler and pressure vessel code. Qualification standard for welding and brazing procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators. **Seção IX**, 2001.

ORBITAL PIPE WELDING WITH FLUX CORED ARC WELDING

Alexandre Queiroz Bracarense¹
Carlos Soragi²
Ivanilza Felizardo³

Abstract

This work had as objective to define welding parameters for FCAW, for orbital welding of pipes with a robot. The work was developed in two phases. In the first, welds were performed on plates and pipes by a qualified welder with enough theoretical knowledge to analyze, discuss and present suggestions to obtain welds with high quality. In this phase the behavior of welding in vertical and overhead positions with FCAW were observed and the parameters were defined for the second phase where they were transferred to a robot. The welding procedure was defined and monitored following welding standards. In the second phase, robotic knowledge was applied and the welding experience was supervised by the welder that "advised" the robot during programming for the pipe welding. The used robot in the second phase is an anthropomorphic, therefore not adequate for this type of application. It was evident that WELDER and ROBOT made an excellent work team. A specific robot was developed and is using the parameters defined in this work.

Key-words: Pipe welding; Robotic welding; Flux cored arc welding.

1 Físico, PhD, professor do Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG. Coordenador do Laboratório de Robótica, Soldagem e Simulação

2 Engenheiro Mecânico, Mestre em Engenharia Mecânica, Funcionário da RGB

3 Engenheira Mecânica, Doutora, Diretora da ROTECH Soluções em Robótica S.A.