

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE SOLDAGEM NO PROCESSO A ARCO SUBMERSO

Marília Aires Bezerra¹
João Victor Negreiros da Silva²
Jomar Meireles Barros³
Divanira Ferreira Maia⁴
Marcos Mesquita da Silva⁵

INTRODUÇÃO

A soldagem já está presente em nossas atividades há mais de 100 anos, mas a partir da 2ª Guerra Mundial é que a atividade se popularizou e ganhou importância em diversos aspectos da sociedade. Esta atividade tão importante é definida como a união de metais ou ametais de diferentes maneiras, tais como, soldagem a arco submerso, soldagem de alta intensidade, por resistência entre outras diversas formas (ABS, 2009; WAINER, 1992).

Os processos de soldagem podem ser divididos em dois grupos: processos por fusão e processos por pressão (deformação). Este último consiste em deformar as superfícies de contato permitindo a aproximação dos átomos a distâncias muito pequenas. As peças podem ser aquecidas localmente de modo a facilitar a deformação das superfícies de contato. Já o primeiro grupo se baseia na aplicação localizada de calor na região de união até a fusão do metal de base acompanhado do metal de adição (quando este é utilizado), destruindo as superfícies de contato e produzindo a união pela solidificação do metal fundido (MODENESI; MARQUES e BRACARENSE, 2005).

Os processos de soldagem por fusão são largamente utilizados. Como exemplos de processos de soldagem por fusão convencionais, tem-se: Soldagem a Arco com Eletrodos Revestidos (*Shielded Metal Arc Welding* – SMAW); Soldagem a Arco com Eletrodo de Tungstênio e Proteção Gasosa (*Gas Tungsten Arc Welding* – GTAW); Soldagem a Arco com Proteção Gasosa (*Gas Metal Arc Welding* – GMAW); Soldagem a Arco com Arame Tubular (*Flux Cored Arc Welding* – FCAW); Soldagem ao Arco Submerso (*Submerged Arc Welding*), e outros (SILVA, 2009).

Dentre os vários processos de soldagem por fusão, o processo de soldagem SAW se destaca por apresentar vantagens como a sua elevada taxa de deposição, sua mecanização, proporcionando uma obtenção de cordões de solda com maior probabilidade de homogeneidade, requisitos bastante desejados em operações de soldagem. Entretanto, este

1 Estudante do curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB, *Campus* Campina Grande, mariliaaires764@gmail.com;

2 Estudante do curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB, *Campus* Campina Grande, jvnssuperlegal@gmail.com;

3 Técnico em Mecânica do IFPB, *Campus* Campina Grande, jomar.barros@ifpb.edu.br;

4 Doutora em Engenharia de Processos, professora do curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB, *Campus* Campina Grande, divaniram@yahoo.com.br;

5 Professor orientador: Doutor em Engenharia Mecânica, professor do curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB, *Campus* Campina Grande, marcos.silva@ifpb.edu.br.

processo normalmente utiliza elevadas energias ou aportes térmicos e, conseqüentemente, altas diluições, aspecto indesejável durante soldagens de metais de base de pequenas espessuras e aplicações de revestimentos contra corrosão e/ou abrasão. Como equacionar e resolver esse problema? Para a solução desse problema é necessário a realização de pesquisas/estudos voltados para a análise de variáveis, e a combinação delas, que influenciam nas propriedades de soldas obtidas pelo processo SAW.

Para amenizar os impactos metalúrgicos inerentes ao processo SAW – devido o emprego de elevados aportes térmicos –, é preciso se utilizar de técnicas que reduzam esse aporte, ou seja, a energia de soldagem, tendo assim menores distorções e penetração. Várias técnicas utilizadas em outros processos de soldagem apresentam um potencial de aplicação para o processo SAW. Essas técnicas consistem em: alterar o tipo de corrente, (convencional, pulsada, alternada), inverter a polaridade da corrente, bem como aumentar o *stickout*, provocando maior dispersão de energia por efeito Joule, aumentando a taxa de fusão do arame-eletrodo e conseqüentemente diminuindo a penetração. É possível citar ainda a soldagem com múltiplos arcos, adição de arame quente e a aplicação de revestimentos através de fitas. Além disso, os parâmetros de soldagem podem influenciar o comportamento de diversos fatores tais como os níveis de tensões residuais, de diluição, o teor de Fe e o nível de dureza no metal de solda.

Assim, torna-se necessário pesquisas voltadas para o estudo de parâmetros, ou combinação deles, que influenciam na qualidade da soldagem SAW, gerando melhores propriedades mecânicas.

O trabalho tem como objetivos analisar a influência dos parâmetros de soldagem quando da realização do processo a arco submerso, além de confeccionar um suporte/garra para a tocha de soldagem e reservatório de fluxo, analisando também a geometria do cordão de solda obtido pela soldagem SAW.

O artigo apresenta uma pesquisa ainda em andamento, mas alguns aspectos já observados demonstram resultados significativos para a conclusão do projeto.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre soldagem de união e revestimento, com o processo de soldagem ao arco submerso, além das técnicas operacionais relacionadas a esse processo. Em seguida, os projetistas leram e estudaram o manual da máquina de soldagem, observando cuidadosamente os detalhes relacionados ao manuseio do equipamento e os aspectos relacionados à segurança.

Após essa etapa foi projetado e desenhado, em software CAD, um suporte para a tocha de soldagem e o reservatório do fluxo. Este dispositivo (suporte) foi usinado no Laboratório de usinagem (LABUS) do curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB, Campus Campina Grande.

Realizou-se também a configuração em uma fonte de soldagem multiprocesso, utilizando corretamente os cabos e a tocha do processo SAW. Em seguida, iniciou-se uma série de treinamentos para se familiarizar com o equipamento e desenvolver as habilidades necessárias para a realização de soldas com qualidade. Esse treinamento foi realizado no laboratório de soldagem e manutenção (LABSeM) do curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB, Campus Campina Grande.

Ocorreu a preparação adequada de peças planas de aço carbono (metal de base). Nessa etapa a obtenção dessas peças realizou-se a partir do corte a plasma e posterior usinagem em máquina operatriz denominada plaina.

Através da experiência nos treinamentos, no LABSeM, e das investigações na literatura, foram definidas as faixas de variação dos principais parâmetros a serem configurados na fonte de soldagem, sendo eles: corrente, velocidade de alimentação do arame, velocidade de soldagem, tensão e tipo de fluxo.

Após a definição dos valores (quantitativos e qualitativos) dos parâmetros, as soldagens foram realizadas obedecendo os critérios de segurança recomendados, utilizando os equipamentos de proteção individual e coletivo. Essas atividades desenvolveram-se no laboratório de soldagem e manutenção (LABSeM) do curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB, Campus Campina Grande.

Existe também uma etapa destinada à análise metalográfica que consiste em: lixamento (da lixa mais grosseira para a mais fina), polimento (da alumina de maior granulometria para a de menor granulometria), ataque químico (nital) e análise de macro e micrografias em um microscópio ótico de platina invertida. Essas atividades serão realizadas no laboratório de ensaios de materiais e tubulações industriais (LABMAT) do curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB, Campus Campina Grande.

DESENVOLVIMENTO

A soldagem é um processo que visa a união localizada de materiais, similares ou não, de forma permanente, baseada na ação de forças em escala atômica semelhantes às existentes no interior do material e é a forma mais importante de união permanente de peças usadas industrialmente. Existem basicamente dois grandes grupos de processos de soldagem. O primeiro se baseia no uso de calor, aquecimento e fusão parcial das partes a serem unidas, e é denominado *processo de soldagem por fusão*. O segundo se baseia na deformação localizada das partes a serem unidas, que pode ser auxiliada pelo aquecimento dessas até uma temperatura inferior à temperatura de fusão, conhecido como *processo de soldagem por pressão* ou *processo de soldagem no estado sólido* (WAINER, 1992; MODENESI; MARQUES e BRACARENSE, 2005)

Os processos de soldagem por fusão são os mais utilizados na indústria. Como exemplos, tem-se: Soldagem a Arco com Eletrodos Revestidos (*Shielded Metal Arc Welding* – SMAW); Soldagem a Arco com Eletrodo de Tungstênio e Proteção Gasosa (*Gas Tungsten Arc Welding* – GTAW); Soldagem a Arco com Proteção Gasosa (*Gas Metal Arc Welding* – GMAW); Soldagem a Arco com Arame Tubular (*Flux Cored Arc Welding* – FCAW); Soldagem ao Arco Submerso (*Submerged Arc Welding*), e outros (SILVA, 2009)..

A escolha do processo de soldagem mais adequado para a aplicação de um revestimento depende de diversos fatores, tais como, versatilidade, custo, fator operacional (tempo de soldagem/ tempo total), habilidade do operador, energia de soldagem, diluição (%), taxa de deposição (kg/h), tamanho da peça, posição de soldagem, tipo de liga para revestimento, dentre outros (WAINER, 1992).

O Arco Submerso consiste em um arame (eletrodo) nu, continuamente alimentado, o qual produz o arco elétrico com a peça, formando assim a poça de fusão, sendo ambos recobertos por uma camada de fluxo granular visível, que protege o metal contra a contaminação atmosférica e possui outras funções metalúrgicas. Portanto, o arco permanece “submerso” – dispensando o operador de usar equipamentos de proteção contra radiação. (MACHADO, 1996).

O enorme calor desenvolvido pela passagem da corrente de soldagem através da zona de soldagem funde a extremidade do arame e as bordas adjacentes das peças de trabalho, criando uma poça de metal fundido. Esta poça está em um estado líquido bem fluido e é

turbulenta. Por essas razões, qualquer escória ou quaisquer bolhas de gás são prontamente varridas para a superfície. O fluxo para soldagem por arco submerso protege completamente a região de soldagem do contato com a atmosfera. Uma pequena quantidade de fluxo se funde. Essa porção fundida tem várias funções: ela cobre completamente a superfície da solda, evitando a contaminação do metal de solda por gases atmosféricos; dissolve, e, portanto elimina as impurezas que se separam do metal fundido e flutuam em sua superfície. Além disso, o fluxo pode ser um agente de adição de certos elementos de liga. A combinação de todos esses fatores resulta em uma solda íntegra, limpa e homogênea.

À medida que o cordão de solda é constituído, a parte fundida do fluxo se resfria e endurece, formando um material duro e vítreo, que protege a solda até seu resfriamento, sendo normal seu completo destacamento da solda.

Desde que adequadamente executadas, as soldas por arco submerso não apresentam fagulhas, tornando desnecessários equipamentos de proteção contra a radiação. Não há respingos a serem removidos. (FORTES, 2004)

Esse processo é muito usado na soldagem de estruturas de aço, na fabricação de tubulações e de deposição de camadas de revestimentos tanto na fabricação como na recuperação de peças desgastadas. Trabalha frequentemente com correntes de soldagem elevadas, que podem ser superiores a 1000 A, o que pode levar a taxas de deposição de até 45 Kg/h. Sua maior utilização é na forma mecanizada ou automática, existindo equipamentos para soldagem semi-automática. (MODENESI e MARQUES, 2007).

Como qualquer processo de soldagem, o processo a arco submerso apresenta vantagens e desvantagens.

Vantagens:

- Elevada velocidade de soldagem;
- Maiores taxas de deposição;
- Boa integridade do metal de solda;
- Ausência de respingos e fumos;
- Processo de fácil uso;
- Melhor ambiente de soldagem e segurança para o operador;
- Permite alto grau de automação;

Desvantagens:

- Limitado a posições de soldagem plana e horizontal em ângulo;
- Necessário retirar escória entre passes;

Esse tipo de soldagem possui uma vasta gama de aplicações, dentre as quais é possível destacar: Soldagem em aços carbono e ligados; Soldagem em níquel e suas ligas; Soldagem de membros estruturais e tubos de grande diâmetro; Soldagem em fabricação de peças pesadas de aço (navios, etc) e Revestimento, manutenção e reparo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para iniciar as atividades práticas em laboratório, o primeiro desafio enfrentado foi a falta de um suporte adequado para sustentar a tocha de soldagem uma vez que acoplada ao carro de soldagem, apresentava-se muito pesada impedindo um funcionamento eficaz. Diante disso, realizou-se a elaboração de uma peça, em software CAD, a fim de assegurar sua posição fixa durante o procedimento de soldagem.

Após a elaboração do modelo do suporte, iniciou-se o processo de usinagem da peça a partir de uma chapa de metal com 6,35 mm de espessura. Essa chapa foi cortada no formato da peça por uma máquina de corte a plasma (Barracuda 150 da RHEM Welding Technology) utilizando-se corrente de 70 Amperes. As dimensões dessa peça cortada foram de: 26 cm de altura, 6,35 mm de espessura e 60 mm de largura.

Para fixar o suporte à tocha e ao carro de soldagem, foi necessário realizar a fabricação de um tirante. Utilizou-se um tarugo rosqueado com 8 mm de diâmetro, o qual foi deformado até a forma desejada do tirante, cujo diâmetro interno mediu 20 mm.

Logo após, deu-se início à sequência de furos na peça de suporte para introduzir nela os parafusos e sustentá-la no carro de soldagem. A primeira broca utilizada foi a de 2,5 mm para realizar o furo guia e, em seguida, foram usadas respectivamente as brocas de 3,5 mm, 4,5 mm até 5,5 mm para os furos inferiores. Já para os furos superiores, foi dado o seguimento destes a partir do furo com a broca de 5,5 mm até a broca de 8 mm. Todos esses furos foram feitos com o auxílio de uma furadeira de bancada (Motomil FBM-160i).

Com a furação da peça foi gerado rebarba de metal, sendo necessário removê-la. Portanto, foi realizado todo o acabamento necessário para remover a rebarba utilizando-se uma lima redonda murça para remover a rebarba nos furos e uma lima chata murça para remover a rebarba na superfície da peça. Com todas as medições da peça corretas, foi feito o teste com a peça, o tirante e a tocha de soldagem.

Entretanto, somente a peça de suporte não foi necessária para garantir uma soldagem segura, pois quando se realizou o teste de soldagem ocorreu passagem de corrente elétrica para o carro e o suporte. Para resolver esse problema, desenvolveu-se uma abraçadeira de metal de modo a impedir o contato elétrico entre as áreas de metal da tocha, o suporte e o carro.

Na confecção da abraçadeira, utilizou-se o mesmo material metálico da peça de suporte. Essa chapa metálica foi usinada e deformada até o modelo desejado, sendo suas medidas de: 6,35 mm de espessura; 12 cm de comprimento e 25 mm de largura. Esta peça também foi furada utilizando uma sequência de brocas a partir do diâmetro de 2,5 mm até a broca de 10,5 mm. Com os furos prontos, foram inseridos os parafusos na abraçadeira para fixá-la na tocha de soldagem e na peça de suporte realizando, em seguida, o segundo teste de soldagem, agora com auxílio da abraçadeira.

O segundo teste processou-se bem em comparação ao primeiro, uma vez que não ocorreu nenhuma interferência quanto à passagem de corrente elétrica pelos equipamentos de suporte, fluindo somente entre o arco elétrico e a poça de fusão ambos recobertos pelo fluxo granulado.

Em decorrência do bom procedimento do teste foi dado início às atividades de soldagem. Os parâmetros utilizados para o primeiro cordão de solda foram:

- DBCP (Distância do Bico de Contato à Peça) = 18 mm
- U (Tensão) = 25 Volts
- V_a (Velocidade de alimentação do arame) = 5 m/min
- V_s (Velocidade de soldagem/Deslocamento da tocha) = 12,5 cm/min

Ao final da atividade, foi realizada a medição das dimensões do cordão de solda, obtido através dos parâmetros acima citados, com o intuito de analisar a influência desses parâmetros na geometria do cordão. Os resultados obtidos para largura e altura do cordão de solda foi de respectivamente: 8,35 mm e 4,67 mm. Notou-se que o cordão apresentou certa quantidade de poros ao longo do seu comprimento, isso provavelmente pode ter ocorrido pelo fato de o fluxo ter recebido umidade ou ter sido contaminado com impurezas durante o seu

manuseio. Porém, isso ainda não foi devidamente comprovado, pois necessita da comparação com outros parâmetros, tanto para a geometria do cordão quanto para a presença de porosidade. Como o projeto ainda está em andamento, essa etapa não foi concluída.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se propôs, como objetivo geral, analisar a influência dos parâmetros de soldagem no processo a arco submerso, buscando os melhores parâmetros de soldagem SAW para deposição de metal de adição de aço carbono, em chapas de 6 mm. Quanto aos objetivos específicos, o projeto trouxe a elaboração e construção de um suporte para sustentar a tocha de soldagem SAW, já que a mesma apresentava-se muito pesada para o carro de soldagem, e também, analisar a geometria dos cordões de solda obtidos pelo processo SAW.

No que diz respeito à realização dos objetivos propostos, com base nas experiências relatadas no presente artigo, podemos concluir que o suporte confeccionado atendeu aos requisitos esperados, facilitando o trabalho de deslocamento do carro e promovendo uma boa fixação da tocha, fazendo com que ela permaneça firme durante a atividade de soldagem já que, além do seu peso, quando adicionado o fluxo no reservatório esse peso aumenta. Para os objetivos relacionados à análise da geometria do cordão de solda, apesar de o projeto ainda estar em andamento nessa fase, os resultados obtidos até o momento apontam para um bom desempenho por parte dos parâmetros escolhidos.

Palavras-chave: Soldagem a arco submerso; Geometria do cordão de solda; Parâmetros de soldagem.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SOLDAGEM (ABS) (Brasil). Construtores Navais Duplicam a taxa de Deposição na Soldagem de Painéis. **Revista da Soldagem**, São Paulo, Ano V, n. 13, p.15-20, 2009.

WAINER, E.; BRANDI, S.; MELLO, F. D. H. **SOLDAGEM: Processos e Metalurgia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1992.

MODENESI, Paulo José; MARQUES, Paulo Villani; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem-fundamentos e tecnologia**. Editora UFMG, 2005.

SILVA, Marcos Mesquita da. **CARACTERIZAÇÃO METALÚRGICA E TENACIDADE DE REVESTIMENTOS EM AÇOS INOXIDÁVEIS 317L APLICADOS POR SOLDAGENS MIG MANUAL E ROBOTIZADO PARA EQUIPAMENTOS DO SETOR DE PETRÓLEO E GÁS**. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

MACHADO, Ivan Guerra. **Soldagem e Técnicas Conexas: Processos**. Porto Alegre: Editado Pelo Autor, 1996. 477 p.

FORTES, C.. **Soldagem MIG/MAG**. Disponível em: <http://www.esab.com.br/br/por/Instrucao/biblioteca/upload/1901104rev0_ApostilaSoldagemMIGMAG.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2007.

MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V.. **Introdução aos Processos de Soldagem**. Disponível em: <www.demet.ufmg.br/grad/disciplinas/emt019/processo.pdf>. Acesso em: 20 out. 2007.