

VANTAGENS DO PRÉ-AQUECIMENTO NO TRATAMENTO TÉRMICO APLICADO À SOLDAGEM

AMADORI, Gabriel dos Santos ^{1*} ; BORTOLI, Tiago Henrique²
CAMARGO, Jonathan Felipe³

¹ FAHOR, Curso de Engenharia de Controle e Automação, Faculdade Horizontina, Campus Arnaldo Schneider, Avenida dos Ipês, 565, Horizontina, RS, Brasil.

² FAHOR, Curso de Engenharia de Controle e Automação, Faculdade Horizontina, Horizontina, RS, Brasil.

³ Professor da FAHOR, Faculdade Horizontina, Horizontina, RS, Brasil.

*Autor Correspondente: ga002540@fahor.com.br.

RESUMO

Tendo como objetivo verificar os benefícios provenientes da utilização do tratamento térmico chamado de pré-aquecimento na indústria metalmeccânica, realizou-se um experimento onde duas peças foram soldadas - uma pré-aquecida e a outra não – e cortadas ao meio por uma serra de fita para análise de fissuras. Tal experimento demonstrou-se um sucesso, pois tornou visível a diferença entre os dois tipos de tratamento, onde a amostra aquecida anteriormente resultou possuindo uma fissura menor que a outra, devido ao esforço para realizar sua penetração ser menor. Além disso, a amostra de fissura com maior profundidade se mostrou mais suscetível a falhas como trincas e falta de penetração, tornando-se menos recomendável que a amostra de tratamento térmico para aplicação em processos metalmeccânicos voltados à indústria.

Palavras chave: Solda, pré-aquecimento, MIG.

ADVANTAGES OF PREHEATING THERMAL TREATMENT APPLIED TO WELDING

ABSTRACT

Aiming to verify the benefits of using the heat treatment called preheating in the metalworking industry, an experiment with two welded parts was carried out - one preheated and the other not - both cut in half by a band saw for cracking analysis. The experiment became a success, since it made visible the difference between the two types of treatment, where the previously heated sample had a smaller crack than the other because of the smaller effort to make its penetration. In addition, the crack sample with greater depth proved to be

De 04/06/2018 a 06/06/2018

more susceptible to cracking and lack of penetration, making it less recommendable than the heat treatment sample to be applied in metallurgical processes aimed at the industry.

Keywords: Welding, preheating, MIG.

1 INTRODUÇÃO

A soldagem em metais possui um conjunto de procedimentos envolvendo aquecimento, tempo de conservação em determinadas temperaturas e resfriamento controlado, chamado de tratamento térmico, o qual possui objetivo de melhorar as propriedades do material ou conferir-lhe características pré-determinadas. A partir disso, coloca-se como foco de estudo o método chamado de pré-aquecimento, onde a peça é aquecida antes da realização do processo de soldagem.

Com a intenção de conhecer as vantagens do processo aplicado à metalurgia, buscou-se entender as diferenças entre a soldagem em metais tratados termicamente e os metais sem tratamento. A fim de perceber as características peculiares de cada caso, realizou-se a execução de um experimento que mostrasse essas diferenças.

Esse experimento consiste em realizar uma soldagem em duas amostras, uma com material pré-aquecido e a outra não, e posteriormente cortá-las ao meio e avaliar a profundidade de suas fissuras. Através dessa experimentação é possível analisar as amostras e consequentemente perceber as vantagens e desvantagens do tratamento térmico aplicado.

2 DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Para Bessa (2017), a soldagem por arco elétrico com gás de proteção (MIG/MAG), trata-se de um processo de soldagem por arco elétrico entre um eletrodo consumível nu alimentado continuamente e a peça, sob a proteção constante de uma atmosfera gasosa, realizando uma união de materiais metálicos pelo aquecimento e fusão. O sistema “MIG” significa Metal Inert Gás e utiliza um gás inerte como proteção o argônio puro ou outras misturas, enquanto o sistema “MAG” significa Metal Active Gás e utiliza como gás de proteção o dióxido de carbono ou outras misturas.

O metal de adição, ao se fundir, transfere-se à peça na forma de gotas. As propriedades da transferência quanto à forma, quantidade e dimensões das gotas, permitem

De 04/06/2018 a 06/06/2018

classificá-las em três tipos: transferência por spray, globular ou curto-circuito. O gás empregado é injetado durante toda a soldagem, numa vazão pré-regulada, pelo meio do bocal da pistola, enquanto desempenha o papel principal de proteger o metal líquido da poça de fusão e as gotas fundidas do metal de adição contra a contaminação pelo ar atmosférico.

2.1.1 Vantagens do processo

Segundo a Fundação Brasileira de Tecnologia da Soldagem (2017), as principais vantagens da soldagem pelo processo MIG/MAG são o fato de o processo superar a restrição de eletrodo com comprimento limitado encontrada no processo de soldagem com eletrodo revestido, a soldagem pode ser feita em qualquer posição, as taxas de deposição são significativamente maiores que as obtidas no processo de soldagem com eletrodo revestido.

Além disso, a velocidade de soldagem é maior do que a obtida com o processo de soldagem com eletrodo revestido, por causa da contínua alimentação do arame-eletrodo e da maior taxa de deposição. Devido à alimentação contínua do arame, longos cordões de solda podem ser depositados sem paradas e reinícios;

Quando a transferência em spray for utilizada é possível obter maior penetração comparativamente com o processo de soldagem com eletrodo revestido, o que pode permitir o uso de filetes de solda com menor dimensão para obtenção da mesma resistência.

2.1.2 Limitações ou desvantagens da soldagem MIG/MAG

A FBTS (2017) alega que entre as desvantagens desse tipo de solda destacam-se a complexidade de regulagem do processo, o fato de não ser aplicável a zonas de difícil alcance e não poder ser utilizado em presença de corrente de ar, além de haver alta probabilidade de gerar porosidade no cordão de solda, produção de respingos, possuir uma manutenção mais trabalhosa e um alto custo de equipamento em relação a outros tipos de soldagem.

2.1.3 Descontinuidades induzidas pelo processo

De acordo com Campos (2017) soldagem MIG/MAG podem ocorrer as seguintes descontinuidades conforme Quadro 1:

De 04/06/2018 a 06/06/2018

Quadro 1 - Descontinuidades induzidas pelo processo

Defeito	Motivo
Trincas	Elas ocorrem em soldagem com técnica deficiente, como por exemplo, uso de metal de adição inadequado.
Lascas, dobras, duplas laminações e trinca interlamelar	Surgem em soldas com alto grau de restrição.
Porosidade	O próprio gás de proteção pode causar porosidade, caso esteja contaminado ou caso venha a ser utilizado com vazão indevida. O oxigênio e o nitrogênio do ar ao dissolverem-se na poça de fusão darão origem a poros e porosidade no metal de solda.
Falta de fusão	A falta de fusão pode acontecer em decorrência da regulagem indevida dos parâmetros de solda, como o emprego de corrente de soldagem abaixo da recomendada, comprimento do arco muito longo ou uso de velocidade de soldagem.

Fonte: Adaptado de Campos (2017)

2.1.4 Tipos de tratamento térmico

O tratamento térmico em metais é um conjunto de operações envolvendo aquecimento, tempo de permanência em determinadas temperaturas e resfriamento sob condições controladas, com o objetivo de melhorar as propriedades do material ou conferir-lhe características pré-determinadas. Os principais tipos de tratamento térmico associados às operações de soldagem são: recozimento; normalização; revenimento, têmpera e pré-aquecimento. (Gimenes, 2017)

2.1.4.1 Recozimento

Conforme técnicos da Infosolda (2017), o recozimento consiste no aquecimento da peça até uma temperatura onde haja recristalização e/ou transformação em uma nova fase. Os principais objetivos a serem alcançados por este tratamento são: reduzir a dureza do metal; melhorar a usinabilidade; remover o encruamento; aliviar tensões internas e homogeneizar a microestrutura de peça.

2.1.4.2 Revenimento

O revenimento é um tratamento para aços que consiste no aquecimento da peça sob temperaturas entre 450 e 750°C e na permanência no forno por período de 30 minutos a

De 04/06/2018 a 06/06/2018

quatro horas, seguido de resfriamento controlado. É aplicado quando se deseja aliviar tensões internas e aumentar a tenacidade, isto é, diminuir a fragilidade do material de peças nas quais tenham sido produzidas microestruturas martensíticas. (Infosolda, 2017)

2.1.4.3 Têmpera

A têmpera consiste no aquecimento da peça até uma temperatura adequada para austenitização do aço, e na permanência do material nesta temperatura durante um determinado tempo para homogeneização da austenita, seguido de resfriamento rápido. Os objetivos da têmpera são: endurecer o material, aumentar a resistência mecânica, aumentar a resistência ao desgaste, aumentar a resistência ao escoamento. (Infosolda, 2017)

2.1.4.4 Pré-aquecimento

Gimenez (2017) afirma que o pré-aquecimento consiste em introduzir uma fonte de calor adicional na peça quando se executa uma soldagem; no entanto, muitos não o consideram como um tratamento térmico. O pré-aquecimento tem como objetivo diminuir a velocidade de resfriamento de uma junta soldada, tornando menores as tensões residuais. Em metais com alta condutibilidade térmica, facilita as operações de soldagem. Em aços, favorece a difusão do hidrogênio e reduz a ocorrência de zonas afetadas pelo calor com altos níveis de dureza.

Os principais parâmetros para especificar um pré-aquecimento são a espessura da peça, a natureza da composição química e condições metalúrgicas do metal, o nível de restrição a que a junta está sendo submetida e também o processo de soldagem e seu aporte de energia.

2.1.5 Aço SAE 1045

De acordo com ensaios laboratoriais realizados pela empresa AÇOESPECIAL (2017), o aço SAE 1045 é um aço para beneficiamento com temperabilidade baixa, ou seja, baixa penetração de dureza na seção transversal, não se recomendando seu uso para seções superiores a 60 mm. Possui uma boa relação entre resistência mecânica e resistência à fratura. É utilizado geralmente com durezas de 180 a 300 HB.

É empregado na fabricação de componentes de uso geral onde seja necessária uma resistência mecânica superior a dos aços de baixo carbono convencionais. Aplicado principalmente em eixos em geral, pinos, cilindros, ferrolho, parafusos, grampos, braçadeiras, pinças, cilindros, pregos, colunas, entre outros.

De 04/06/2018 a 06/06/2018

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados nos ensaios foram peças de Aço SAE 1045, um equipamento de solda da marca PanTools, um cilindro de dióxido de carbono e argônio, arame de solda da PanTools de 1mm de diâmetro e uma serra de fita industrial. Aqueceu-se o aço entre 840 a 870 °C manteve-se, em média, por 20 minutos por cada centímetro de espessura da peça nesta faixa de temperatura e resfriar ao ar.

O processo de soldagem empregado nas amostras foi MIG, semiautomático com transferência por curto-circuito, sendo uma peça com material pré-aquecido e soldado e a outra apenas soldada à frio. Os parâmetros utilizados na solda foram: 23 amperes de corrente constante, arame de 1mm, voltagem de 28 Volts e posição de soldagem 2F/PB, segundo padrões ASME e ISO.

Para resfriamento, colocou-se as peças em um tambor com fibra de vidro em tiras finas. Para o material estar completamente resfriado, aguardou-se 24 horas. Em seguida o material foi retirado da fibra de vidro e mandado para pintura.

O pré-aquecimento das peças foi realizado com gás de cozinha (Gás liquefeito de petróleo) e oxigênio industrial com auxílio de um maçarico. O gás da solda utilizado foi dióxido de carbono com argônio. As amostras podem ser observadas na Figura 1.

Como pode ser visto na Figura 2, o local de onde as amostras foram retiradas pertencem a um suporte da ponteira de eixo de um pulverizador da empresa DC versátil pulverizadores. Nessa mesma imagem é possível ver o local das amostras na área destacada.

Figura 1: Peça em aço SAE 1045 (a) pré-aquecida; (b) sem tratamento.



(a)

(b)

Fonte: Autores (2018)

De 04/06/2018 a 06/06/2018

Figura 2: DC versátil pulverizadores (a) Equipamento utilizado; (b) Local de origem das amostras



(a)

(b)

Fonte: Autores (2018)

Para a conferência da profundidade da solda, realizou-se o corte das peças com uma serra de fita industrial da Faculdade Horizontina (FAHOR), como pode ser visto na figura 3.

Figura 3: Peça sendo cortada



Fonte: Autores (2018)

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das amostras dos ensaios foi possível constatar que as espessuras das fissuras foram menores nas metades da peça pré-aquecida, como pode ser visto na imagem abaixo, onde a peça pré-aquecida situa-se na metade superior cortada ao meio.

De 04/06/2018 a 06/06/2018

Figura 6: Amostras pré-aquecidas e sem tratamento cortadas ao meio, respectivamente, na escala 1:5



Fonte: Autores (2018)

Figura 7: Fissuras da amostra sem tratamento térmico



Fonte: Autores (2018)

Figura 8: Fissuras da amostra pré-aquecida



Fonte: Autores (2018)

Tendo em vista que as amostras foram cortadas ao meio, todas as quatro faces foram

De 04/06/2018 a 06/06/2018

analisadas individualmente com um paquímetro de profundidade, com o objetivo de apresentar um resultado mais preciso para a pesquisa.

Quadro 2: Tamanho das Fissuras

Tamanho das Fissuras			
Amostra	Profundidade	Comprimento	Altura
Fria	1mm	18mm	2mm
	1,1mm	21mm	1mm
Pré-aquecida	0,6mm	21mm	2mm
	0,5mm	28mm	1.5mm

Fonte: Autores (2018)

Como pode ser observado no quadro 1, a profundidade das fissuras da amostra pré-aquecida mostra-se consideravelmente inferior àquela que não sofreu tratamento térmico inicialmente, sendo aproximadamente 50% inferior a última. Os valores de comprimento e altura das ranhuras das amostras tornam-se irrelevantes nesse caso porque a amostra com tratamento teve uma área soldada muito maior que a outra.

CONCLUSÃO

O pré-aquecimento proporciona ao aço SAE 1045 aumento de dureza e resistência e ajuda a reduzir as tensões internas induzidas por operações tais como forjamento, fundição, usinagem, oxicorte ou solda em aços de baixo e médio teor de carbono, como é o caso do aço utilizado. No experimento, a fissura possui uma profundidade menor na amostra pré-aquecida porque após o aquecimento ela não necessita de tanto esforço para realizar a penetração.

A peça soldada à frio possui uma fissura muito mais profunda que a outra, sendo mais propícia à descontinuidades, como lascas e falta de penetração. Conforme GIMENES (2017) o pré-aquecimento aumenta a difusão do hidrogênio e facilita sua remoção da junta soldada, pois o hidrogênio promove o surgimento de trincas, removendo a umidade que estiver presente no momento em que a soldagem é executada.

Logo, mostra-se necessário essa pesquisa pelo fato do processo ser amplamente empregado na indústria metalmeccânica, possuindo diversas aplicações e metodologias que visam a excelência na qualidade, a produtividade e confiabilidade dos produtos fabricados. Dessa forma, os estudos nessa área tornam-se valiosos para aqueles que produzem, projetam ou compram materiais originários desses processos.

De 04/06/2018 a 06/06/2018

De 04/06/2018 a 06/06/2018

REFERÊNCIAS

AÇOESPECIAL. Aço 1045. Disponível em: <<http://www.acoespecial.com.br/aco-1045>>.

Acesso em: 20 abr. 2018.

BESSA, Paulo Cesar. **Processo de Soldagem MIG/MAG**. Disponível em:

<<http://www.alusolda.com.br/conteudo/processo-de-soldagem-migmag.html>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

FBTS. **Processos de Soldagem - Soldagem MIG/MAG**. Disponível em:

<http://www.fbts.org.br/quantum/cursos/000071/downloads/M1_D4_T4_MIG%20MAG.pdf> . Acesso em: 04 nov. 2017.

GIMENES, Luis Júnior. **Tratamento térmico em juntas soldadas**. Disponível em:

<<http://assets.cimm.com.br/uploads/cimm/publicacao/arquivo/320/tratamen.16.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2017.

INFOSOLDA. **Tratamento térmico aplicado à soldagem**. Disponível em:

<<http://www.infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/metalurgia/138-tratamento-termico-aplicado-a-soldagem.html>>. Acesso em: 07 nov. 2017.



De 04/06/2018 a 06/06/2018

TERMO DE COMPROMISSO DE APRESENTAÇÃO

Eu, Gabriel dos Santos Amadori autorizo, caso meu Trabalho Vantagens do pré-aquecimento no tratamento térmico aplicado à soldagem, de autoria de Gabriel dos Santos Amadori e Tiago Henrique Bortoli, seja aprovado pela Comissão Científica da SEMANA INTERNACIONAL DE ENGENHARIAS E ECONOMIA FAHOR, a publicação nos anais e no site da instituição.

Assim sendo, firmo que a presente declaração é expressão absoluta da verdade e me responsabilizo integralmente, em meu nome e de eventuais coautores, pelo material apresentado.

Horizontina, 04 de maio de 2018.

Gabriel dos Santos Amadori