

CONTROLE DA POROSIDADE NA SOLDAGEM NO PROCESSO MIG/MAG (MIG-METAL INERT GAS E MAG-METAL ACTIVE GAS) NA FABRICAÇÃO DE COMPONENTES AUTOMOTIVOS.

Geoval Jose da Silva Neto – Aluno especialização (silvatur12@gmail.com)
Manoel Carreira Neto – Prof.Dr. Senai Cimatec (manoelc@fiel.org.br)

RESUMO

Porosidade na soldagem robotizada MIG e MAG é um dos defeitos mais comuns na união dos metais. No ramo automotivo a reincidência desse tipo de defeito em juntas soldadas pode comprometer a qualidade do produto final, tanto no aspecto visual quanto na resistência do conjunto soldado. A falta de controle nos parâmetros e equipamentos de soldagem, dentre eles o stick-out, pode ter grande influência na ocorrência da porosidade. Esse tipo de defeito foi identificado na costura de solda do eixo traseiro de um veículo automotivo através de análises macrográficas. O objetivo deste trabalho é identificar a causa e controlar a ocorrência deste defeito. A causa identificada foi o tamanho do stick-out utilizado no processo de soldagem. Para controle deste parâmetro foi desenvolvido um dispositivo a fim de estabelecer o tamanho do stick-out em 17mm. Dados obtidos após o controle confirmam a eficácia do dispositivo desenvolvido.

Palavras-chave: *Stick-out, Soldagem, Porosidade.*

1 INTRODUÇÃO

A soldagem é o processo de união de materiais (particularmente os metais). Esta união de duas ou mais peças visa assegurar na junta a continuidade das propriedades físicas e químicas do material. Contudo, nem sempre este objetivo é alcançado e ocorrem inúmeros tipos de descontinuidades na junta. Estas descontinuidades podem prejudicar o desempenho da junta soldada classificando-se assim como um defeito. Segundo Alves (2003) a presença de poros é um tipo de descontinuidade que ocorre com frequência nos conjuntos de peças soldadas com processo MIG / MAG robotizado no setor automotivo.

Roseana em seu artigo relata que a porosidade trata-se de um defeito em forma de cavidade que surge devido ao aprisionamento de gases durante a

solidificação do metal de solda. Existem várias maneiras de se prevenir a formação de poros em juntas soldadas.

Na soldagem com arco elétrico com gás de proteção (GMAW – GAS METAL ARC WELDING), também conhecido como soldagem MIG/MAG (MIG – METAL INERT GAS E MAG – METAL ACTIVE GAS), um arco elétrico é estabelecido entre a peça e um consumível na forma de arame Fortes (2005). O arco funde continuamente o arame à medida que este alimenta a poça de fusão, sendo realizado o processo de soldagem. O metal de solda é protegido da atmosfera pelo fluxo de um gás (ou mistura de gases) inerte ou ativo.

Os gases inertes mais utilizados são: argônio (Ar), hélio (He), e nitrogênio (N₂) ou misturas entre eles, porém o hélio e o nitrogênio, mesmo sendo considerados gases inertes, tem a capacidade de potencializar o arco elétrico em algumas situações, propiciando maiores penetrações que quando se usa o Argônio puro, a exemplo de soldagem de alumínio e suas ligas, quando o material de base tem elevadas espessuras (Considerar espessuras maiores que uma polegada).

O conceito básico de GMAW foi introduzido na década de 1920, tornando comercialmente viável após 1948. Inicialmente foi empregado com um gás de proteção inerte na soldagem do alumínio. Conseqüentemente, o termo soldagem MIG foi inicialmente aplicado e ainda é uma referência ao processo. Desenvolvimentos subsequentes acrescentaram atividades com baixa densidade de corrente e corrente contínua pulsada, integradas a uma alta gama de matérias e o uso de gases de proteção reativos ou ativos (particularmente o dióxido de carbono, CO₂) e mistura de gases. Esse desenvolvimento posterior levou à aceitação formal do termo GMAW para o processo, visto que tanto gases inertes quanto reativos são empregados. No entanto, quando se empregam gases reativos, é muito comum usar o termo soldagem MAG (Welerson 2004).

De acordo com Scotti e Panomarev (2014), MIG/MAG é um processo de soldagem que se baseia na fonte de calor de um arco elétrico mantido entre a extremidade de um arame consumível, alimentado continuamente, e a peça a soldar. A proteção da região da solda é feita por uma atmosfera de gás inerte (comercialmente, Ar e He) ou ativo (usualmente CO₂) ou misturas deles (no caso, incluindo como gás ativo, o O₂ e o N₂). As principais características desse processo

são a elevada taxa de fusão do arame-eletrodo, a possibilidade da variação de modos com que a transferência metálica se dá e a relativa portabilidade da tocha.

Para o processo de soldagem funcionar com corrente contínua (CC), normalmente o arame deve estar no polo positivo. Esta configuração é conhecida como polaridade reversa. A polaridade direta é raramente utilizada neste processo por causa da transferência deficiente do metal fundido do arame de solda para a peça. São comumente empregados correntes de soldagem de 50A até mais que 600A e tensões de soldagem de 15V até 32V. Um arco elétrico com comprimento autocorrigido e estável é obtido com o uso de uma fonte de tensão constante e com um alimentador de arame de velocidade constante.

2 MATERIAIS E METODOS

Segundo Welerson (2004), as causas mais comuns da porosidade são as contaminações atmosféricas, excesso de oxidação nas superfícies das peças a serem soldadas, elementos de liga desoxidantes inadequados ou insuficientes no arame e a presença de sujeira.

A contaminação atmosférica pode ser causada por:

- vazão de gás insuficiente,
- vazão de gás de proteção excessiva (que pode causar aspiração do ar atmosférico para dentro do fluxo do gás de proteção por turbulência
- stick-out fora do especificado,
- bocais da tocha obstruídos,
- sistema de fornecimento de gás danificado (mangueiras e conexões com vazamento),
- correntes de ar excessiva na área de soldagem, que podem arrastar o gás de proteção da região para fora da poça de fusão.

Técnicas de processamento de imagem associadas à inteligência computacional podem extrair características relevantes e classifica-las em função do defeito. Apesar de a técnica radiográfica estar consolidada o emprego de técnicas computacionais melhorou significativamente a resolução e confiabilidade deste ensaio (Liao 2001).

Devido à simplicidade de aplicação e boa sensibilidade de detecção, diversos trabalhos foram desenvolvidos utilizando a técnica pulso eco. Essa técnica foi utilizada em cordões de solda apresentando três condições, sem defeito, falta de penetração e porosidade. Os sinais ultrassônicos provenientes do ensaio pulso eco foram realizados como entradas para um classificador neural, que foi capaz de classificar os sinais com eficiência superior a 70% em três condições, sem defeito, falta de penetração e porosidade (Alves 2003).

Os gases atmosféricos que são primariamente responsáveis pela porosidade no aço são o nitrogênio e o oxigênio em excesso. No entanto, uma quantidade considerável de oxigênio pode ser tolerada sem gerar porosidade na ausência do nitrogênio. O oxigênio na atmosfera pode causar problemas graves com o alumínio por causa da rápida formação de óxidos.

Outro problema de qualidade bastante comum encontrado no processo de soldagem é a distância existente entre o início da parte externa do eletrodo (ou fim do bico de contato) e o arco elétrico. Esta distância é chamada de stick-out

O stick-out está relacionado à velocidade de fusão do eletrodo. Se o stick-out for muito alto o calor é relacionado por efeito Joule, e a velocidade de fusão do eletrodo também se torna maior. Se o stick-out for menor o calor gerado não será suficiente para fundir o eletrodo adequadamente, por outro lado se for muito elevado o arco torna-se instável, a proteção gasosa deixará de existir e a consequência será o aparecimento de poros.

Alves (2003) afirma que sua pesquisa foi realizada para avaliar e identificar as situações e melhorias que podem ser adaptadas ao processo, eliminando esse tipo de defeito, assim como minimizando as reclamações e ou situações de não conformidade.

Em um processo produtivo é preciso ter o controle rigoroso do stick-out, através de verificações diárias e controle dos parâmetros das máquinas e registrando através de um check list que os mesmos serão mantidos e controlados diariamente. Outro potencial agravante é a ocorrência de valores elevados de corrente de soldagem que levam a um aumento da poça de fusão, o que aumenta a solubilidade do oxigênio e outros gases na peça, aumentando assim a ocorrência de porosidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Existem vários tipos de descontinuidade no processo de soldagem. Nas análises realizadas no perfil de um eixo traseiro de aço carbono manganês de 7,0 mm de espessura, foram identificados dois tipos de porosidade: Porosidade distribuída - quando o conjunto de poros é distribuído de maneira uniformes não alinhados como visto na figura (1); e Porosidade alinhada - conjunto de poros dispostos em linhas seguindo uma direção paralela ao eixo longitudinal da solda figura (2).

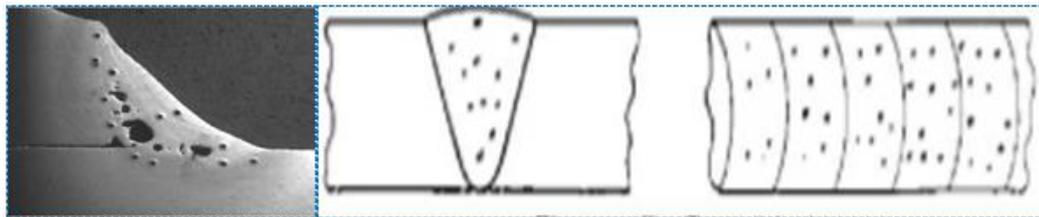


Figura 1: Ilustração de um cordão de solda com porosidade distribuída.

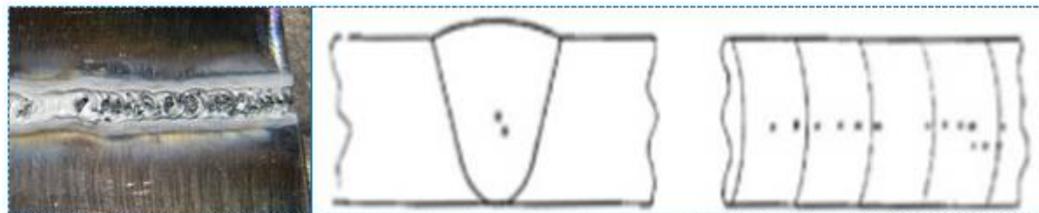


Figura 2: Ilustração de um cordão de solda com porosidade alinhada.

Segundo norma AWS A5. 20-95 esse tipo de defeito pode ser reparado desde que seja seguido todo processo de aceitação.

Estas descontinuidades de soldagem, identificada no eixo do veículo citado, ocorreram em equipamentos de soldagem onde foi constatado que o tamanho ou comprimento do stick-out estava acima do que era previsto em desenho, especificado com o comprimento total de 10 mm. O tamanho do stick-out identificado nas análises era de 17 mm. Constatou-se também que o time de manufatura não controlava este parâmetro durante a jornada de trabalho.

Foram realizadas reuniões com uma equipe multidisciplinar levantando os possíveis itens do processo que deveriam ser tratados/monitorados para garantir a qualidade do produto final dentro do especificado em desenho pelo cliente.

Como plano de ação foi desenvolvido um dispositivo para ajudar a controlar de forma rápida o comprimento do stick-out como podemos ver na figura (3).



Figura 3: Dispositivo de verificação do comprimento do stick-out.

Esse dispositivo foi desenvolvido através de um alicate de corte de arame consumível e uma porca de 10 mm, onde a porca foi cortada ao meio e soldada com solda Mig e Mag sobre o alicate de corte como visto na figura (5).

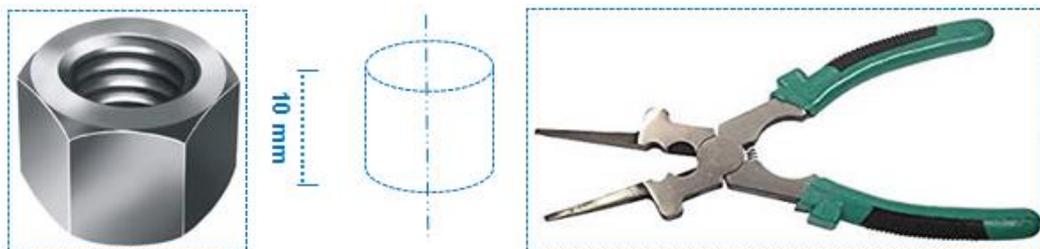


Figura 5: Ilustração da elaboração do dispositivo.

Foram implementados melhorias e novos gerenciamentos, revisão da documentação e melhoria na gestão visual no processo, assim como indicadores que e acompanhados para garantir a evolução e solução do problema gradativamente. Implementou-se ensaios destrutivos macrográficos no início e no meio da produção dos conjuntos soldados por parte do time de qualidade.

Realizou-se testes macrograficos e inspeções visuais necessárias para revalidar o processo., também foi criado um check list para ser preenchido pelo time de manufatura antes de iniciar a produção a cadaturno.

Após a implementação do dispositivo e monitoramento diário através do check list houve uma melhora significativa no controle do stick-out e consequentemente na ocorrência de porosidade como podemos ver na figura 5 abaixo.



Stick-out acima do especificado



Stick-ut dentro do especificado

Figura 5: Ilustração do Stick-out acima do especificado a esquerda e dentro do especificado a direita

Análise macrográfica após o controle e monitoramento do stick-out pode ser vista na figura 6.

Cordão 076A

Medições	Espeçif.
Penetração 1	1.57 Min. 0.2
Penetração 2	3.03 Min. 0.2
Perna 1	9.31 Min. 1.4
Perna 2	2.38 Min. 1.4
Seção resist.	2.28 Min. 1.4
Mordedura	Máx. 0.4
Gap	Máx. 1.2
Excesso	6.59 Máx. 2.2
Penetração na raiz	Min.
Trinca	<input type="checkbox"/> Porosid <input checked="" type="checkbox"/> Overlap <input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/> RETRABALHO

Ensaio macrografico antes do controle do Stick-out

Cordão 076A

Medições	Espeçif.
Penetração 1	1.89 Min. 0.2
Penetração 2	1.75 Min. 0.2
Perna 1	5.00 Min. 1.4
Perna 2	5.13 Min. 1.4
Seção resist.	3.91 Min. 1.4
Mordedura	Máx. 0.4
Gap	Máx. 1.2
Excesso	Máx. 2.2
Penetração na raiz	Min.
Trinca	<input type="checkbox"/> Porosid <input type="checkbox"/> Overlap <input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>

Ensaio macrografico após o controle do Stick-out

Figura 6: Ilustração de imagem macrografica e respectivos controles de processo

Após os monitoramentos, inspeções visuais, análises macrograficas e os outros itens de controle de processo implementados, durante o primeiro mês de

acompanhamento percebemos uma redução de 50% no número de reprovações em relação aos meses anteriores, como pode ser visto na figura 7

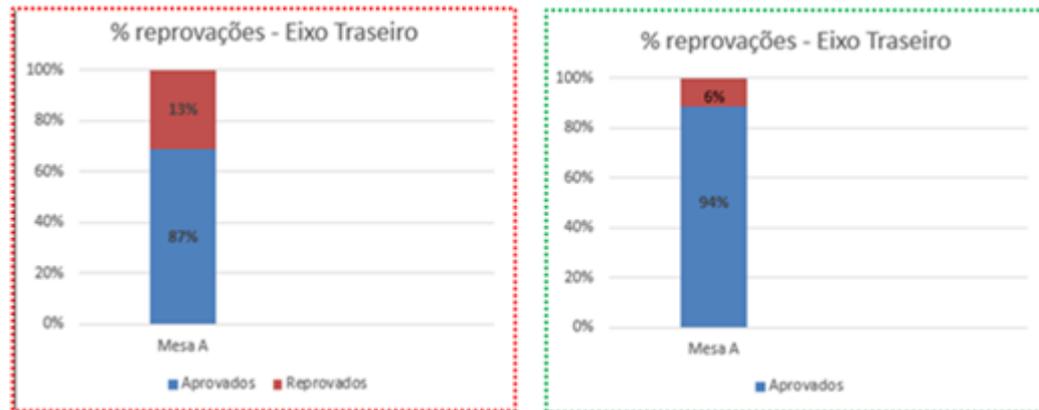


Figura 7: Ilustração do gráfico de aprovações após o controle do stick-out

4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste estudo conclui-se que:

- O excesso de stick-out é a principal causa na ocorrência de porosidade neste processo
- Após a implantação do dispositivo de controle do stick-out, registros e modificações nas documentações a reprovação por porosidade foi reduzidos de 13% para 6% sobre a produção diária.
- As ações implementadas permitiu um processo mais robusto com a eliminação das falhas.
- A eliminação da porosidade influi na boa qualidade do produto final.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dedico esse trabalho ao mestre Manoel Carreira Neto que dedicou seu tempo para a orientação desse projeto, e a minha família pelo apoio e incentivo em realizar este curso para realização e crescimento profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMÉRICO SCOTTI, VLADIMIR PONOMAREV. Soldagem MIG/MAG, Melhor entendimento, Melhor desempenho, Artliber, 2014

FORTES, CLEBER MSc. Assistência Técnica Consumíveis – ESAB BR, Traduzido e adaptado jan/2005.

ROSEANA DA EXALTAÇÃO Trevisan. DEF-FEM-UNICAMP .13083-970 – Campinas – SP

SILVA, R.R, CALÔBA, L.P, SIQUEIRA, M.H.S, REBELLO, J.M.A, Patterns Nonlinear Classifiers of Weld Defects in Industrial Radiographies, IN: Pandt, 2003.

VEIGA, J.L.B.C, ALVES, A.C, SILVA, I.C, REBELLO, J.M.A, Automação da Análise do Ensaio Ultra-Sônico Pulso-Eco Utilizando Redes Neurais Artificiais, In: PANDT, Rio de Janeiro, 2003.

WANG, G. LIAO, T.W, Automatic identification of Different Types of Welding Defects in Radiographic Images, NDT&E International, 2001.

WELERSON REINALDO DE ARAUJO, Dissertação de Mestrado. Comparação entre soldagem robotizada com arame sólido e metal cored. UFMG, fev/2004