

GARANTIA DA QUALIDADE DA SOLDA MIG/TIG NA FABRICAÇÃO DE RADIADORES DE ALUMÍNIO

Oliveira, V. A. (valdemir.oliveira@br.behrgroup.com)

Silva, O. M. (oberdasilva@ig.com.br)

Debernardo, V. H. S. (vhds@globo.com)

Camargo, J. R. (rui@unitau.br)

UNITAU - Engenharia Mecânica, R. Daniel Danelli, S/N, Jardim Morumbi, 12060-440, Taubaté/SP

***Resumo.** Este trabalho busca demonstrar de forma simplificada os passos da produção e a avaliação da soldagem MIG/TIG durante a fabricação de radiadores de alumínio do segmento automobilístico, buscando atender os requisitos de montagem e estanqueidade. Um fator primordial na fabricação dos radiadores consiste na garantia da qualidade da aquisição dos insumos e materiais utilizados na produção, baseado na especificação da engenharia. A fabricação dos radiadores é feita com a utilização de dispositivos específicos para cada tipo de produto durante a soldagem MIG/TIG. Os cuidados com o resfriamento pós-solda para evitar problemas dimensionais, a conferência das cotas dimensionais com auxílio de gabaritos calibrados, evita problemas na linha de montagem do cliente. O teste de estanqueidade garante a qualidade da solda MIG/TIG para uma pressão de operação de até 2 Bar e consequentemente o uso do produto no veículo automotivo. Portanto, esse trabalho visa mostrar como a engenharia de fabricação atende a garantia da qualidade dos radiadores na produção quanto aos requisitos dos clientes do segmento automobilístico.*

***Palavras-Chave:** Garantia da qualidade, Solda ,MIG/TIG , Radiadores, Alumínio.*

1. INTRODUÇÃO

1.1. Soldagem Mig

Os termos soldagem a arco metálico, ou mais comumente conhecido como Metal Inert Gas, (MIG), foram adotados para designar o processo de soldagem em que o arco elétrico é obtido através de uma corrente contínua, sendo que o mesmo é estabelecido entre a peça e um arame de alumínio ou liga de alumínio que combina as funções de eletrodo e metal de adição, numa atmosfera de gás inerte. No processo MIG, o eletrodo é sempre o pólo positivo do arco elétrico (CCEP). As soldagens autógenas com o MIG não são possíveis, em razão da alimentação do metal de adição ser feita automática e continuamente. A corrente de soldagem, o comprimento do arco e a velocidade de alimentação do eletrodo são controlados pela máquina de solda, de modo que uma vez ajustados para um dado procedimento de soldagem, um novo ajuste não é mais necessário.

Portanto, em razão disto, a soldagem MIG manual é chamada de soldagem semi-automática. O processo MIG também é muito aplicável à soldagem automatizada, e nas duas versões, semi-automática ou automática, é possível soldar o alumínio desde espessuras muito finas, isto é, cerca de 1,0 mm, até espessuras sem limite. No processo de soldagem MIG, o gás inerte protege a região do arco contra a contaminação atmosférica durante a soldagem. Na soldagem MIG do alumínio, o gás normalmente utilizado é o argônio, o hélio ou mistura hélio/argônio.(Mans, 1973 e Sauders, 1984), Welding power handbook e Welding Aluminum.

1.2. Soldagem Tig

A soldagem a arco tungstênio com a atmosfera gasosa, ou mais comumente designada como soldagem TIG (Tungsten Inert Gas), é um processo de soldagem em que o arco elétrico é estabelecido entre um eletrodo de tungstênio não-consumível e a peça, numa atmosfera de gás inerte. No processo TIG o arco elétrico pode ser obtido por meio de corrente alternada (CA), corrente contínua (CC) e eletrodo positivo (CCEP) ou corrente contínuo e eletrodo negativo (CCEN). Entretanto, na indústria em geral, o processo TIG (CA) é o mais aplicado na soldagem das ligas de alumínio. Por isso, quando se refere ao processo TIG sem outra especificação, subentende-se que o processo empregado é a CA. Ele foi desenvolvido antes do processo MIG, bem como, foi o primeiro processo de soldagem com proteção de gás inerte adequado para soldar alumínio. Durante muito tempo, era usado para soldar uma vasta

variedade de produtos e estruturas nas mais diversas espessuras, mas, com a subsequente viabilidade do processo MIG com suas altas velocidades, arco com mais penetração e outras vantagens, o TIG passou a ser aplicado principalmente em espessuras mais finas, em juntas complexas e em soldas autógenas. Ainda continua sendo aplicado nesses casos, embora a soldagem MIG com corrente pulsante tenha se mostrado superior para muitas aplicações e, portanto, a soldagem TIG (CA) está se tornando pouco comum.

O processo TIG não é tão eficaz em determinados tipos de juntas quanto o MIG. Ele não penetra com a mesma facilidade em chanfros estreitos ou em ângulo, de modo que nas soldas de filete apresenta dificuldade em penetrar a raiz. As velocidades de soldagem mais usuais com o TIG são menores do que com o MIG. Portanto, o último possui vantagens indubitáveis para muitas aplicações. (Mans, 1973 e Sauders, 1984), Welding power handbook e Welding Aluminum.

2. QUALIDADE DOS COMPONENTES COMPRADOS

2.1. Padrão de Qualidade das Caixas de Alumínio e Arames de Solda

No caso de componentes para radiador, como por exemplo, caixas superior e inferior, arame de solda, eletrodos, entre outros, deve-se ter atenção especial, pois as características de qualidade dos componentes, conforme mostra as Tab.(1) e Tab.(2), podem influenciar e muito na qualidade final da solda. A engenharia de processo deve especificar claramente para os fornecedores de componentes qual é o nível de qualidade esperado para cada item.

Tabela 1. Critérios de qualidade para caixas de alumínio fundido (RAL-019,2008)

Características	Especificação
Porosidade	20 -50 μm
Resíduo superficial máximo	60 mg/m^2
Tamanho da porosidade	0,05 - 0,1 mm

Tabela 2. Critérios de qualidade dos arames de solda (Oxigen,2007)

Características	Especificação
% Al	95
% Si	4,5
% Outros	0,5

3. PROCESSO DE SOLDAGEM MIG

3.1. Preparação dos Componentes para Soldagem Mig

Os componentes são recebidos em palletes de madeira, devidamente inspecionados pelo controle da qualidade do fornecedor por meio da qualidade assegurada (QA).

3.2. Posicionamento das Caixas de Alumínio no Dispositivo de Soldagem Mig

O operador posiciona as caixas de alumínio superior e inferior no dispositivo, conforme mostra a Fig. (1), antes de posicionar o bloco do radiador.

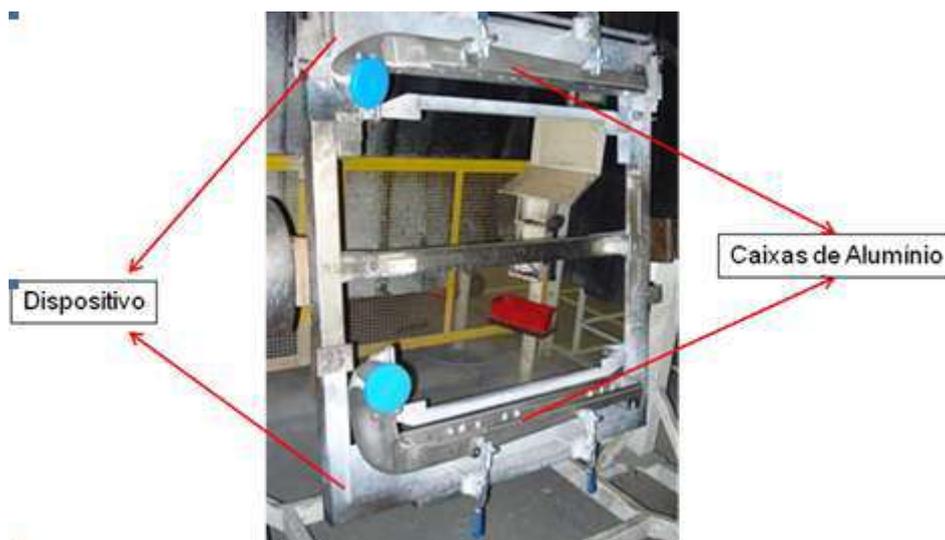


Figura1. Montagem das caixas de alumínio

3.3. Posicionamento do Bloco e Encaixe das Caixas de Alumínio para Soldagem Mig

O operador posiciona o bloco do radiador entre as caixas de alumínio superior e inferior no dispositivo, conforme mostra a Fig.(2), para garantir as cotas de montagem.

Após o posicionamento das caixas no bloco, conforme mostra a Fig.(3), o operador posiciona a tocha para execução da solda MIG.



Figura 2. Montagem das caixas de alumínio



Figura 3 – Ajuste do posicionamento a tocha a tocha para execução da solda MIG

3.4. Regulagem da Máquina de Solda Mig para Soldar Caixas de Alumínio

Para iniciar o processo de soldagem MIG, o operador deve seguir todos os parâmetros definidos nas instruções de trabalho para regular a máquina de soldagem. A Tab.(3) especifica os parâmetros básicos para soldar caixas de alumínio fundido.

Tabela 3. Parâmetros da máquina de solda MIG para soldagem de caixa de alumínio

Item	Descrição
1	Corrente de soldagem : 100-130 A
2	Chave liga-desliga
3	Tensão de soldagem : 15-25V
4	Velocidade de alimentação do arame : 4-7m/min.
5	Espessura do material a ser soldado: 2 - 4 mm
6	Seleção de diâmetro do arame : usar posição especial 1
7	Modo de regulagem dos parâmetros :usar 1º posição de cima p/baixo
8	Seleção do modo de soldagem : pulsado (pulse)
9	Regulagem do aspecto “escama”: só usado na posição “interpulse”
10	Modo de trabalho da tocha: usar posição superior lado esquerdo
11	Seleção do material: usar posição “especial 11”

Existem vários tipos de máquina de solda, abaixo uma máquina de solda MIG , Fig.(4), comum aos processos de soldagem de radiadores de alumínio.



Figura 4. Máquina de solda MIG

3.5. Aplicação da Solda Mig pelo Soldador

A execução da soldagem MIG ,conforme mostra a Fig. (5) deve ser feita após os ajustes do posicionamento da tocha e dos parâmetros da máquina. O operador confere os parâmetros inseridos na máquina de soldagem e inicia a execução da soldagem.

Após execução da solda MIG, o produto segue para a cabine de solda TIG para finalizar o processo de soldagem do radiador.



Figura 5. Execução da solda MIG no radiador

4. PROCESSO DE SOLDAGEM TIG

Os acessórios para soldagem TIG em radiadores de alumínio, conforme mostra as Fig.(6) e (7), são imprescindíveis para um bom posicionamento do radiador e maior facilidade na alimentação da célula com os insumos do arame solda.



Figura 6. Dispositivo de apoio do radiador



Figura 7. Suporte do arame de solda

4.1. Regulagem da Máquina de Solda Tig para Soldar Caixa de Alumínio

O operador regula a máquina seguindo os parâmetros descritos na instrução de trabalho, conforme Tab.(4) , parâmetros de regulagem da máquina de solda TIG. A corrente utilizada é de 260 a 280 A, utilizando-se o gás argônio como gás inerte com vazão de 12 a 18 l/min.

Tabela 4. Parâmetros de regulagem da máquina de solda TIG

Item	Parâmetros
1	Frequência : 60 - 90 Hz
2	Display (mostra seleção 12)
3	ON/OFF
4	Display (mostra seleção 6)
5	Pré – gás
6	Ajuste (junto com 5)
7	Tipo corrente AC
8	Solda pulsada
9	Seleção estabilidade arco
10	Regulagem corrente
11	Vazão do gás
12	Ajuste (junto com 1)

A Figura (8) mostra uma máquina de solda TIG normalmente utilizada em soldagem de radiadores.

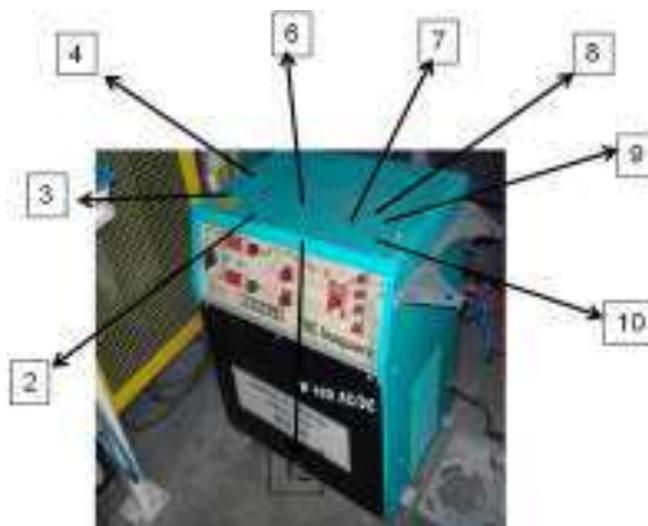


Figura 8. Máquina de solda TIG

4.2. Processo da Solda Tig em Radiadores de Alumínio

Após o operador ajustar os parâmetros de regulagem da máquina de solda, ele posiciona o radiador , conforme mostra a Fig. (9) a ser soldado no dispositivo de apoio.

O operador de solda TIG inicia a execução da solda , conforme mostra a Fig.(10) , começando por cobrir o final da solda MIG com a finalidade de manter um cordão uniforme, isento de porosidade e descontinuidade da solda.



Figura 9. Dispositivo de apoio do radiador



Figura 10. Execução da solda TIG

5. PROCESSO DE RESFRIAMENTO DOS RADIADORES

O processo de soldagem MIG e TIG em radiadores de alumínio gera muito calor e a sensibilidade do alumínio ao calor exige a utilização de gabaritos específicos ,conforme mostra a Fig.(11) , para a manutenção das cotas de montagem do radiador.

O tempo médio para o completo resfriamento do radiador nos gabaritos é de 30 minutos. Após este tempo o operador retira o gabarito e transfere o radiador para outra etapa do processo.



Figura 11. Gabarito de resfriamento do radiador

6. RESULTADOS / DISCUSSÃO

6.1. Controle Dimensional dos Radiadores

O controle dimensional dos radiadores é feito por meio de gabaritos, projetados e calibrados com as medidas definidas dos produtos. A conferência das medidas pelo operador, conforme mostra as Fig. (12) e (13) garante a montagem do produto no veículo automotivo.



Figura 12. Inspeção dimensional dos radiadores com uso de gabaritos



Figura 13. Inspeção dimensional dos radiadores com uso de gabaritos

6.2. Processo de Teste de Estanqueidade dos Radiadores

O processo de teste de estanqueidade do radiador inicia-se com o operador fixando os dispositivos de teste nos bocais de modo a evitar fuga de ar. Após a fixação dos dispositivos nos bocais, conforme mostra a Fig. (14), o operador abre a válvula de pressão do ar comprimido regulado previamente à pressão de até 2 Bar. A pressão de operação do radiador no veículo automotivo é geralmente de 1,2 a 1,8 Bar.

O ar comprimido é injetado no interior do radiador e permanece por 30 segundos, conforme mostra a Fig. (15) e neste momento, o operador verifica se há formação de bolhas de ar sobre a superfície da água do tanque de teste. Caso não haja formação de bolhas por um período de 30 segundos de teste, o radiador é considerado aprovado. Caso haja aparecimento de bolhas na superfície da água, o radiador seguirá para a área de reparo.



Figura 14. Preparação do radiador para o teste de estanqueidade



Figura 15. Execução do teste de estanqueidade

A avaliação do processo dimensional e de estanqueidade aplicados nos radiadores automotivos é feita em 100 % dos produtos na linha de fabricação, garantindo o processo de soldagem MIG/TIG. Em seguida, os produtos recebem etiquetas de rastreabilidade do operador responsável pela execução da inspeção.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho buscou demonstrar de forma simplificada os passos da produção e a avaliação da soldagem MIG/TIG durante a fabricação de radiadores de alumínio do segmento automobilístico, buscando atender os requisitos de montagem e estanqueidade. A fabricação dos radiadores foi feita com a utilização de dispositivos específicos para cada tipo de produto durante a soldagem MIG/TIG. A avaliação dimensional com uso de gabaritos calibrados garante a eliminação de possíveis problemas dimensionais na linha de montagem do cliente. O teste de estanqueidade garantiu a qualidade da solda MIG/TIG para uma pressão de trabalho de até 2 Bar. Portanto, esse trabalho mostrou como a engenharia

de fabricação atendeu a garantia da qualidade dos radiadores na produção quanto aos requisitos dos clientes do segmento automobilístico.

8. REFERÊNCIAS

Mans A. F. (1973) Welding power handbook, AWS/Union Carbide Corporation Linde Division, New York.

Oxigen (2007) Especificação técnica de arame. Ral-019 (2008) Procedimento de solda MIG/TIG – Instrução de trabalho, BEHR.

Sauders H. L.(1984) Welding Aluminum, Alcan Canada Products Limited, Kingston, 6a Edição.

Quality Assurance of the Mig/Tig Welding in the Manufacture of Aluminum Radiators

DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.