

INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE SOLDAGEM MIG DE ALUMÍNIO NA QUALIDADE DO CORDÃO DE SOLDA

H. R. da Silva (1), V. A. Ferraresi (1)

(1) Faculdade de Engenharia Mecânica, FEMEC, Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2160, Bloco 1M, Uberlândia MG, cep: 38.400-089.

Palavras-chave: Soldagem MIG em Alumínio, Indutância.

RESUMO

O alumínio, na crosta terrestre, é um elemento metálico abundante e a transformação de seus minérios em ligas metálicas atinge uma alta produção. O alumínio e suas ligas possuem um campo de aplicação vasto que abrange desde utensílios de cozinha até aplicações aeroespaciais. Um dos processos de fabricação mais importante na união de peças é a soldagem pelo processo MIG (Metal Inert Gas) (Miranda, 1999).

A forma com que a gota é transferida do eletrodo para a poça de fusão (modos de transferência metálica) é muito importante na soldagem MIG, pois afeta muitas características do processo (Figueiredo, 2000). Os modos de transferência dependem dos parâmetros de soldagem, tais como: tensão, corrente de soldagem e indutância da fonte, para o caso do modo de transferência por curto-circuito. O objetivo deste trabalho é o estudo da influência destes parâmetros de soldagem na qualidade do cordão de solda de alumínio com modo de transferência por curto circuito.

Na realização dos testes foi utilizada uma fonte eletrônica multiprocesso que opera no processo MIG/MAG. A mesma possui um controle eletrônico independente de efeito indutivo de subida e de descida. A soldagem foi executada de forma automática, utilizando um dispositivo de translação da tocha de soldagem. O material utilizado na soldagem foi o alumínio ABNT 6063 (liga Al-Mg-Si), e o arame eletrodo AWS ER 4043 de diâmetro 1,0 mm.

A avaliação das características do perfil do cordão de solda (Qualidade) foi realizada com base na análise visual dos corpos de prova. A observação foi feita por pesquisadores integrantes do Laprosolda-UFU. A penetração, largura e reforço do cordão de solda foram medidos através de análise de imagem do cordão de solda após o corte da seção transversal do corpo de prova.

Os testes foram executados variando-se a tensão de referência da máquina, a velocidade de alimentação do arame eletrodo (conseqüentemente a corrente de soldagem) e a indutância da fonte de soldagem, conforme apresentado na Tabela 01. Esta tabela apresenta também os resultados dos testes realizados, onde: Uref (V): tensão de referência, Valim (m/min): velocidade de alimentação de arame eletrodo, Im (A): corrente média, Vsol (cm/min): Velocidade de soldagem, Qual: qualidade e Ind: Indutância (que no equipamento é indicado por número de 0 a 10, sendo 0 uma alta indutância e 10 uma baixa indutância).

Para avaliar de maneira mais consistente os efeitos dos fatores empregados sobre as respostas observadas, foi necessário submeter estas resposta à análise de variância. Neste trabalho, considerou-se como critério

de análise que um determinado fator de controle afetou estatisticamente uma determinada resposta, quando o nível α obtido for inferior a 5%, ou seja, uma confiabilidade estatística de 95 %. A Tabela 02 mostra os valores do nível α para as respostas. O número em negrito nesta tabela indica que os valores médios das respostas foram estatisticamente afetados pelos fatores de controle com 95% de confiabilidade

Tabela 01 – Valores de ajuste e monitoramento e resultados:

Teste	Uref	Valim	Im	Ind	Vsol	Qual	Reforço	Largura	Penetração
1	20	11	188	5	50	2	2,96	8,63	4,16
2	20	11	192	7,5	50	2	3,21	8,39	4,75
3	20	11	191	10	50	2,43	3,15	8,22	4,23
4	20	11	193	2,5	50	2,85	2,98	8,57	4,73
5	22	11	204	0	50	1	3,17	9,02	7,26
6	22	11	196	5	50	3,43	2,64	9,59	3,77
7	22	11	197	2,5	50	3,14	2,62	8,74	6,74
8	22	11	195	7,5	50	3,43	2,56	9,10	4,23
9	22	11	193	10	50	3,57	2,51	9,45	4,86
10	20	11	197	0	50	1,71	3,12	8,24	7,33
11	22	13	216	5	58	2,57	2,98	10,67	5,97
12	22	13	219	2,5	58	2,57	2,70	9,55	6,54
13	22	13	214	7,5	58	3,71	3,04	9,18	5,07
14	22	13	209	10	58	3,71	2,94	9,11	3,80
15	22	13	226	0	58	1	2,45	6,81	7,28
16	20	13	205	5	58	3,28	3,28	8,34	3,43
17	20	13	212	7,5	58	1,57	2,89	8,02	3,95
18	20	13	209	2,5	58	2,71	2,59	9,72	4,10
19	20	13	223	0	58	1	2,86	11,05	7,33
20	20	13	199	10	58	1	2,97	8,78	4,04

Tabela 02-Níveis de α para os parâmetros relativos à transferência metálica

Nível Obtido em Função do fator de controle				
Fator de controle	Nível de α			
	Qualidade	Reforço	Largura	Penetração
Vref	0.077051	0.103900	0.583625	0.086144
Valim	0.488503	0.858035	0.583625	0.880717
Indutância	0.108415	0.732838	0.937082	0.016320

Pode-se afirmar com 95 % de confiabilidade que:

- A tensão de referência, velocidade de alimentação (Valim) e a indutância não afetaram a qualidade do cordão de solda. Verificou-se apenas que em termos de valores médios ocorreu um aumento de qualidade do cordão com o aumento da tensão. Entretanto, com o aumento da velocidade de alimentação e da indutância ocorreu uma diminuição de qualidade.
- A tensão de referência, velocidade de alimentação e o valor da indutância da máquina não afetaram o reforço. Em termos de valores médios ocorreu uma diminuição do reforço com o aumento da tensão de referência. Para a velocidade de alimentação do arame eletrodo foi verificado uma diminuição do reforço com o seu aumento. É importante lembrar que com o

aumento da velocidade de alimentação do arame eletrodo, foi também aumentado a velocidade de soldagem para manter a taxa de deposição de material por metro de cordão de solda constante. Para a indutância não foi possível fazer qualquer análise em termos de valores médios de reforço com o aumento da mesma.

- A tensão, a velocidade de alimentação e a indutância não afetaram a largura do cordão de solda. Há uma tendência ao aumento da largura do cordão com o aumento da tensão. Com o aumento da tensão de soldagem provavelmente ocorre um aumento no comprimento do arco (fonte de característica estática de tensão constante), ocasionando um aumento na largura do arco em sua base e acarretando em uma maior largura do cordão de solda. Há uma tendência ao aumento da largura do cordão de solda com o aumento da velocidade de alimentação, mas não de forma significativa.
- A tensão de referência e a velocidade de alimentação não afetaram a penetração. A penetração foi influenciada pela indutância conforme a Figura 01.. Verifica-se que ocorre uma queda acentuada da penetração (em valores médios) entre o valor zero e 5 da indutância (figura 01), a partir desse valor a penetração permanece praticamente constante. Para uma indutância próxima de zero, a variação da corrente ocorre de forma brusca, aumentando rapidamente com a ocorrência de curto-circuito, implicando em uma maior energia imposta a poça de fusão, o que acarretará em maior penetração.

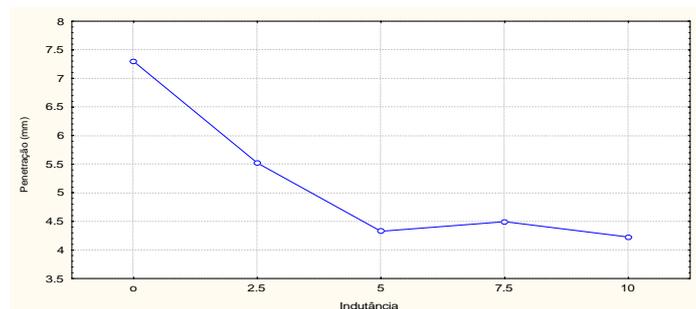


Figura 01: Gráfico da Penetração x Indutância.

Pelos resultados obtidos pode-se concluir com uma confiabilidade estatística de 95% que a indutância afeta a penetração. Houve uma relação entre a regulagem da indutância na fonte de soldagem, o nível de respingos e o aspecto superficial do cordão de solda.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Figueiredo, K. M., 2000 “Mapeamento dos modos de transferência metálica na soldagem MIG de Alumínio” (Tese, Mestrado).
- Miranda, H.C., 1999, “Influência da Indutância na Soldagem MIG/MAG”, Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, 1999. (Tese, Mestrado).