

EFEITO DO HÉLIO EM UM GAS DE PROTEÇÃO A BASE DE Ar E O₂ NA SOLDAGEM MIG/MAG DE AÇO CARBONO EM JUNTA DE TOPO COM CHANFRO

Marcos José S. M. de Freitas, mfreitas@mecanica.ufu.br
Diandro Bailoni Fernandes, diandro@mecanica.ufu.br
Américo Scotti, ascotti@mecanica.ufu.br
Luiz Carlos de Menezes Júnior, luizmenezesjr@mecanica.ufu.br

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, Centro para Pesquisa e Desenvolvimento de Processos de Soldagem (LAPROSOLDA), Avenida João Naves de Ávila, 2121 - Campus Santa Mônica, CEP: 38400-902, Uberlândia, MG, Brasil.

Resumo: Em aplicações industriais da soldagem MIG/MAG, acredita-se que o Hélio, usualmente em mistura com outros gases na proteção, promova melhorias no desempenho do processo, por possuir características térmicas mais acentuadas (condutividade) em relação a outros comercialmente utilizados. Em estudos anteriores, não houve evidências de que a adição em até 25% de He em mistura de Ar+5%O₂ tenha influenciado nas características geométricas dos cordões e de transferência metálica. Mas estes estudos foram feitos por simples deposição sobre chapa de aço ao carbono, o que poderia mostrar resultados diferentes caso a ação térmica se desse sobre as paredes de um chanfro. Sendo assim, este trabalho propõe-se a verificar a influência da adição de Hélio em mistura de Ar+5%O₂ na soldagem de juntas de topo com chanfro em V de chapas de mesmo material. Os experimentos foram realizados utilizando-se os mesmos parâmetros de soldagem (corrente, velocidade de alimentação e velocidade de soldagem) dos estudos prévios. Mediram-se as características geométricas (penetração, largura do cordão, reforço e área fundida) de cada cordão soldado. Os resultados confirmaram que o Hélio não influencia significativamente a geometria do cordão de solda neste tipo de junta, nas condições experimentais deste trabalho e na mistura de gás de proteção utilizada. Dessa forma, não foi possível encontrar vantagens em se utilizar Hélio em mistura de gases de proteção, ao passo do aumento de custo.

Palavras-Chave: MIG/MAG, Gás de proteção, Geometria do Cordão, Hélio, Argônio.

1. INTRODUÇÃO

Em aplicações industriais do processo MIG/MAG, vários tipos de gases de proteção são usados, desde componentes únicos até misturas de quatro componentes (Suban and Tusek, 2001). A função primária da proteção gasosa é excluir o contato da atmosfera com o metal fundido. Isso é necessário porque a maioria dos metais, quando aquecidos até seu ponto de fusão na presença do ar atmosférico, exibe uma forte tendência de formar óxidos e nitretos (gasosos ou sólidos) (AWS, 1991). Argônio (Ar) e Hélio (He) são exemplos de gases de proteção utilizados, puros ou como componente de misturas, nos processos MIG/MAG. Ambos são inertes, mas apresentam propriedades ímpares, como densidade, potencial de ionização (o que reflete a facilidade de ionização de um gás) e condutividade térmica. Assim, estes deveriam proporcionar características desiguais durante a soldagem por arco elétrico.

A densidade do gás atua com um papel importante na proteção do arco e poça de fusão contra a atmosfera (Suban and Tusek, 2001), desde que estes interfiram na velocidade e no perfil de fluxo dos gases. Ar é aproximadamente 1,4 vezes mais denso do que o ar, ao passo que a densidade do He representa 0,14 vezes este valor (AWS, 1991). Em outras palavras, quando o Hélio é usado puro como gás de proteção, o fluxo requerido precisa ser duas ou três vezes maior para realizar uma proteção equivalente à do Ar (AWS, 2000), e assim este é considerado proporcionar melhor proteção da poça de fusão.

De acordo com Lancaster (1984), o primeiro potencial de ionização (o que representa a perda de um elétron) para Ar e He é de 15.755 e 24.580 eV, respectivamente. Este menor valor para o Ar indica que este é ionizado por uma menor demanda de energia quando comparado ao He, conseqüentemente o arco pode ser aceso e mantido facilmente. Ao contrário disso, o alto potencial de ionização do Hélio requer maior potencial elétrico para ionizá-lo e manter o fluxo de corrente para sustentar o arco (Jönsson, 1995); conseqüentemente, maior energia de soldagem ($E=$

U.I/Velocidade de soldagem) é obtida. É nesta observação que muitos sustentam que o Hélio proporciona maior penetração numa soldagem, fato que deveria ser, por si só, olhado com cuidado, pois não há como dizer se este aumento de energia de soldagem se transfere para a peça ou para o meio ambiente. Por outro lado, esta hipótese torna-se mais aceitável assumindo que gases com alto potencial de ionização levem à alta penetração do cordão de solda devido à conseqüente maior entalpia de ionização, a qual é entregue à peça pelo jato plasma em contato com a mesma (convecção forçada).

As considerações sobre o efeito do potencial de ionização sobre a geometria se tornam mais complexas ao se basear em outros pesquisadores, como cita Scotti (1998) em sua revisão. Por exemplo, Eagar (1989) não aceita assumir que um arco de soldagem esteja totalmente ionizado. A partir do fato de que a mobilidade de elétrons num arco é cerca de 100 vezes maior do que a de íons, o grau de ionização da atmosfera do arco necessitaria ser, por estimativa, apenas de 5 a 30% para conduzir a corrente de soldagem. O arco estaria na menor temperatura possível em que haveria suficiente condições para conduzir a corrente de soldagem. Já sobre dados de Glickstein (1981), Scotti reporta que este autor considera que a temperatura do arco para Ar e He é quase a mesma (um pouco só maior para He), mas o arco com He torna-se mais largo (devido à maior condutividade do He), justificando uma maior tensão de arco necessária. Mas que Glickstein (1981) ainda acredita que a adição de vapor metálico no arco pode mudar significativamente a configuração do arco (frente ao menor potencial de ionização do vapor em relação ao He, aumentado a condutividade elétrica), fazendo com que arcos com maior teor de vapor metálico tornam-se mais estreitos.

Aceitando a idéia de arcos de Ar e He tenham a mesma temperatura, Jönsson et al (1995) mostram que é impossível um arco de He se manter, uma vez que a condutividade elétrica seria muito baixa na faixa de 8000-9000 K. Entretanto, eles acreditam que vapor de ferro (do eletrodo e da peça) exista nos arcos, justificando a existência de solda com He como gás de proteção. Acreditam ainda que esta explicação refute uma genérica teoria de que é o potencial de ionização do He que faz crescer a transferência de calor para a peça. Na linha de raciocínio da influência de vapor metálico, Tashiro et al. (2007) obtiveram importantes características do He como gás de proteção em simulação do processo TIG, na qual vapor de ferro foi progressivamente misturado. De acordo com eles, vapor metálico é caracterizado por sua alta condutividade elétrica e elevado coeficiente de emissão por radiação. Eles mostram que a condutividade elétrica aumenta significativamente quando vapor de ferro passa a fazer parte do gás de proteção, mas este parâmetro não muda com o valor do teor do vapor metálico. Por outro lado, radiação fica mais alta quando o vapor férreo aumenta de teor na composição do gás. A conseqüência disto, de acordo com os autores, é uma queda na eficiência térmica do processo e menor contribuição de calor para a chapa (a tensão no arco torna-se menor de 0% Fe para 5% Fe, devido ao aumento da condutividade elétrica, mas esta tendência é invertida com teores de Fe mais altos, devido à perda de calor por radiação progressivamente mais alta, não compensada por qualquer aumento adicional na condutividade elétrica). Tashiro et al. (2007) demonstram ainda que o arco fica mais estreito, mas com menores densidade de corrente e fluxo de calor, quando vapor de Fe é adicionado em maior quantidade. Conseqüentemente, o gradiente de temperatura ao longo do eixo entre a ponta do eletrodo e a chapa torna-se menor (para baixos valores de vapor de Fe a temperatura ao longo do eixo não muda muito) e menos calor é transferido para a chapa (as perdas de radiação tornam-se mais altas).

Pelas informações de Tashiro et al. (2007), poder-se-ia concluir de que um maior teor de He na mistura do gás de proteção (menor participação de vapor de Fe), uma penetração mais alta seria esperada. Mas Hélio não estaria nem ionizado quando em mistura no gás de proteção, de acordo com a teoria de Eagar (1989). Entretanto, o leitor deve se atentar para o fato que só se pode comparar efeitos sobre a penetração se a corrente é a mesma, pois a corrente é que governa o fenômeno. Além disto, a quantidade de vapor metálico no arco real não é uma variável independente (que se pode aumentar ou diminuir), mas dependente de vários fatores, como comprimento do arco e intensidade de corrente.

A condutividade térmica é outra característica significante. De acordo com Jönsson et al (1995), seria a alta condutividade térmica do He que aumenta a transferência de calor do arco para a peça. Scotti (1988) cita que gases monoatômicos, como Ar e He, têm suas condutividades térmicas controladas pela difusividade mássica dos átomos, a qual, de acordo com a teoria cinética dos gases, é inversamente proporcional à raiz quadrada da massa do átomo. Assim, como a peso atômico do Ar é cerca de 10 vezes maior do que do He, a condutividade térmica do primeiro é cerca de 30% da do segundo (Eagar, 1989). A Fig. (1) mostra esta propriedade dos gases mais freqüentemente utilizados em função da temperatura, no qual se pode notar pelos dados da esquerda que o He possui maior condutividade térmica em altas temperaturas do que o Ar. Em função de suas propriedades, o primeiro resulta em um arco com energia uniformemente distribuída, enquanto que o arco de Ar é caracterizado por uma seção interna de alta energia e um volume externo de baixa energia. Entretanto, de acordo com Jönsson et al.'s (1995), cujos dados são apresentados à direita, valores de condutividade térmica para o He só são maiores do que para Ar em temperaturas acima de 15000 K. Como se vê, não há grandes concordâncias entre dados de diferentes autores, o que dificulta concluir pelo efeito da diferença de condutividade térmica entre Ar e He sobre a geometria do cordão.

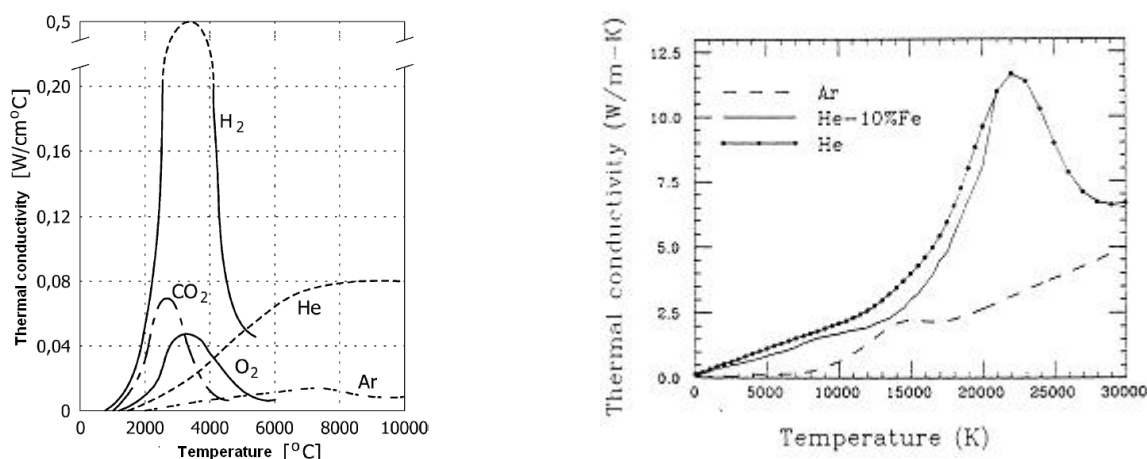


Figura 1. Condutividade Térmica de gases de proteção comumente utilizados em soldagem. À esquerda, dados de Lancaster (1984) e à direita dados de Jönsson et al. (1995)

Baseado nestas características do He em relação ao Ar, seria esperado um desempenho diferente quando um é utilizado em substituição ao outro. De acordo com o AWS Handbook (1991), perfis típicos de cordões com o uso de Ar e He em soldagem MIG/MAG são mostrados na Fig. (2). Argônio puro leva à formação de cordões com o formato de taça, conhecido como “finger like”, enquanto que o Hélio, ao contrário do popularmente dito, não mostra melhoria da penetração (mas pode-se supor que a largura do cordão seja maior). Já Modenesi (1990), usando seus próprios dados experimentais, apresenta uma formação dos cordões um pouco diferenciada, como mostra o quadro à direita na Fig. (2). Contrariando o esquema de perfis de cordão da Associação Americana de Soldagem, AWS (que é provavelmente impreciso), o He tem sido recomendado na prática para aplicações que demandam aumento da molhabilidade do cordão (diminuição da convexidade) e em que se deseja alcançar alta penetração em altas velocidades de soldagem, devido à maior contribuição térmica deste. Norrish (1992), por exemplo, citou o uso do He na indústria para materiais de alta condutividade, devido à capacidade de produção em altas velocidades de soldagem. Scotti (1998) cita que a justificativa para esse desempenho está no fato do He produzir um arco mais concentrado e uma região catódica menor, resultando em alta penetração. No entanto, o custo do He é muito maior que o do Ar, sendo uma desvantagem comercial. Além disso, Ar resulta em arcos mais estáveis do que He puro, e assim, devido a esta instabilidade, o uso do He é limitado a aplicações especiais (AWS, 2000).

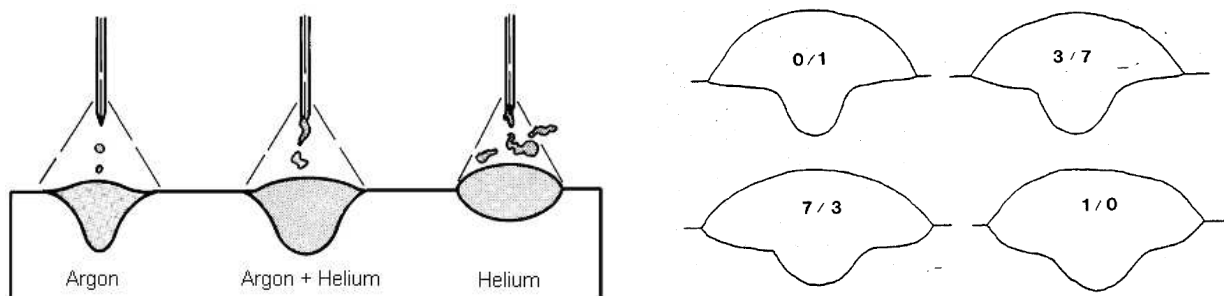


Figura 2. Perfis típicos de cordão para Argônio e Hélio: à esquerda tirado de AWS (1991); à direita, em que o He varia de 0 (0/1) até 100% (1/0), em MIG pulsado a 250 A, tirado de Modenesi (1990)

Em uma revisão, Modenesi (1990) cita Kennedy (1970) para informar que, em soldagem MIG de alumínio, a área total de um cordão, a largura e a penetração secundária são crescidas pela adição de He e outros gases que fazem a tensão do arco aumentar (a uma mesma corrente), enquanto o efeito taça parece ser menos afetado. Em seus próprios resultados, trabalhando com MAG pulsado com variação de Hélio (0 a 100%) no gás de proteção a base de Ar + 2% O₂, Modenesi só encontrou efeito significativo do He no aumento da área fundida ou no perfil do cordão, tanto “bead-on-plate” como em “narrow-gap” quando seu percentual era bem maior do que 25%.

Em relação à estabilidade do arco e da transferência, Modenesi and Nixon (1994) relatam que misturas de Ar com baixo potencial de oxidação (com até 2% O₂ ou CO₂) produzem arcos instáveis nos primeiros segundos de solda. Estes arcos operam com grande flutuação no comprimento de arco e nível de corrente. Ao mesmo tempo, a transferência muda de globular repulsivo para goticular (“spray”), quando a condição de estabilidade é alcançada. Arcos mais longos e maiores teores de O₂ no gás de proteção favorece a estabilidade. A AWS (1987) recomenda o uso de oxigênio (2 a 5%) ou dióxido de carbono (5 a 10%) em mistura com Ar para estabilizar o arco, alterar a corrente de transição e melhorar a molhabilidade e formato do cordão. De acordo com Liu et al. (1989), misturas de Ar, mas somente as ricas em oxigênio, vão promover transferência goticular.

Em trabalhos anteriores (Morales et al, 2007a), foi demonstrado em uma primeira tentativa que o He, em mistura gasosa com Ar+5%O₂, não afetou a geometria de cordões sobre chapa em aço carbono em soldagem de aço por MIG/MAG (houve apenas uma leve tendência de se aumentar a área fundida, mas com pouca alteração do perfil do cordão). Estes resultados estão de acordo com os de Modenesi (1990), em condições bem similares, exceto por usar MIG pulsado. No entanto, não havia explicação para o fato de que gases tão diferentes pudessem ter comportamento similar, em relação à contribuição térmica para a formação do cordão. Uma característica que poderia ter equalizado o desempenho esperado do He concerne sua propriedade de entrega térmica, designada como influência sobre o momentum das gotas de soldagem. Assim, em uma segunda tentativa (Morales et al, 2007b), nas mesmas condições do trabalho anterior, tentou-se justificar a razão pelo He, em mistura com Ar, não mostrar nenhum aumento na eficiência de fusão do arco em soldagem de aço carbono pelo processo MIG/MAG, através do estudo de seu comportamento dinâmico, obtido pelo cálculo do parâmetro denominado de Momentum Efetivo (por comprimento de cordão de solda). Neste caso, verificou-se também que o He em mistura de Ar + 5%O₂ não influencia significativamente as dimensões geométricas do cordão de solda, apenas uma pequena influência no comprimento de arco.

Mas há a suspeita de que, como nos trabalhos anteriores as soldas foram feitas como simples deposição de cordão sobre chapa (“bead-on-plate”), o efeito da condutividade térmica do He não pudesse se pronunciar. Mas tornar-se-ia mais evidente se a solda fosse feita dentro de chanfro, permitindo que as paredes do chanfro absorvessem mais calor, aumentando a eficiência de fusão. Desta forma, este trabalho se propõe a dar seqüência aos dois trabalhos anteriores (Morales et al, 2007a e 2007b), para confirmar o efeito do He agora em uma junta de chanfro.

2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para permitir comparações, neste trabalho não se diferiu os parâmetros do processo e a mistura gasosa em relação aos trabalhos anteriores (Morales et al, 2007a e 2007b). Assim, utilizou-se a mistura de Ar+5%O₂, tipicamente aplicada em soldagens MIG/MAG goticular de aço carbono, e a mistura gasosa de Ar+5%O₂+25%He, ambas obtidas através de um misturador de laboratório (conferidas por um analisador de gás). Mantiveram-se os mesmos níveis de corrente e as mesmas velocidades de alimentação e de soldagem. O arame de adição utilizado foi o AWS ER70S-6 de 1,2 mm de diâmetro e a vazão do gás de proteção em todas as rodadas foi de 14 l/min.

Na realização dos cordões, foram utilizados um robô e uma fonte micro processada do tipo chaveada no secundário. Esta era programada para trabalhar no modo MIG/MAG corrente constante (para garantir a não influência da corrente). As regulagens das corrente e velocidade de alimentação estão especificados na Tab. (1). Para confirmar a repetibilidade dos resultados anteriores, foram programadas replicações das soldagens na condição simples deposição sobre cordão (“bead-on-plate”). Assim, todos os cordões foram executados na posição plana sobre chapas de aço ABNT 1020, de dimensões de 300 x 50,8 x 12,7 mm, tanto na condição simples deposição sobre chapa como em juntas em V (uso de cobre-junta), conforme parâmetros geométricos mostrados na Fig. (3). Para minimizar a influência do efeito da Distância Bico de Contato-Peça (DBCP), a mesma foi mantida constante em 18 mm a partir da superfície da chapa ou do fundo do chanfro (em trabalho anterior, Morales et al, 2007b, mostrou que para estas regulagens em soldagem de simples deposição sobre chapa o comprimento do arco não é influenciado pela adição do He na mistura).

Para aquisição dos sinais elétricos, foi utilizada uma interface A/D e um software dedicado. O sistema foi regulado para obter os dados de forma multiplexada (dois canais) a uma frequência de 5 kHz durante 60 segundos (14 bit), tempo suficiente para armazenar toda execução do cordão de solda, possibilitando posterior análise de todo o comportamento dos mesmos.

Tabela 1. Parâmetros de Regulagem para cada teste

Teste		Gás de Proteção	Velocidade de Alimentação (m/min)	Velocidade de Soldagem (cm/min)	DBCP (mm)	Corrente (A)
01	Chapa	Ar + 5%O ₂	6.9	40.8	18	250
02	Chapa	Ar + 5%O ₂ + 25%He	6.9	40.8	18	250
03	Chanfro	Ar + 5%O ₂	6.9	40.8	18	250
04	Chanfro	Ar + 5%O ₂ + 25%He	6.9	40.8	18	250

Nota: DBCP = distância bico de contato-peça

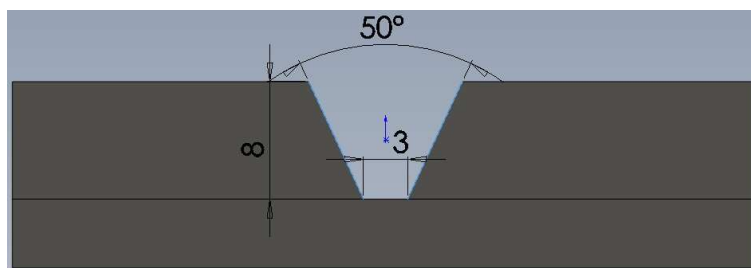


Figura 3. Detalhamento das dimensões do chanfro

Feitos os cordões nas respectivas placas de teste, cada uma delas foi seccionada em cinco posições, igualmente espaçadas a partir do início do cordão de solda (mantendo-se, assim, um padrão de amostragem), e devidamente preparadas utilizando-se ataque metalográfico para macrografia. Através de uma câmera CCD, obtiveram-se as imagens das seções transversais. Com uma simples ferramenta de medição de um programa de tratamento e análise de imagens, foi possível medir os valores de penetração (medida somente na base do chanfro) e reforço; já a área fundida foi medida, primeiramente, delimitando-se a geometria do chanfro em cada imagem, como ilustrado na Fig. (4), para que se identificasse a região de fusão lateral do cordão de solda que realmente pertencia à mesma, ficando assim definida a área fundida nas laterais do chanfro. Assim, foi realizado a medição e somatório de áreas laterais e inferior para se chegar ao valor de área fundida da placa de teste. Feito isso em cada seção, foi possível saber o valor médio de cada uma dessas grandezas para cada teste.

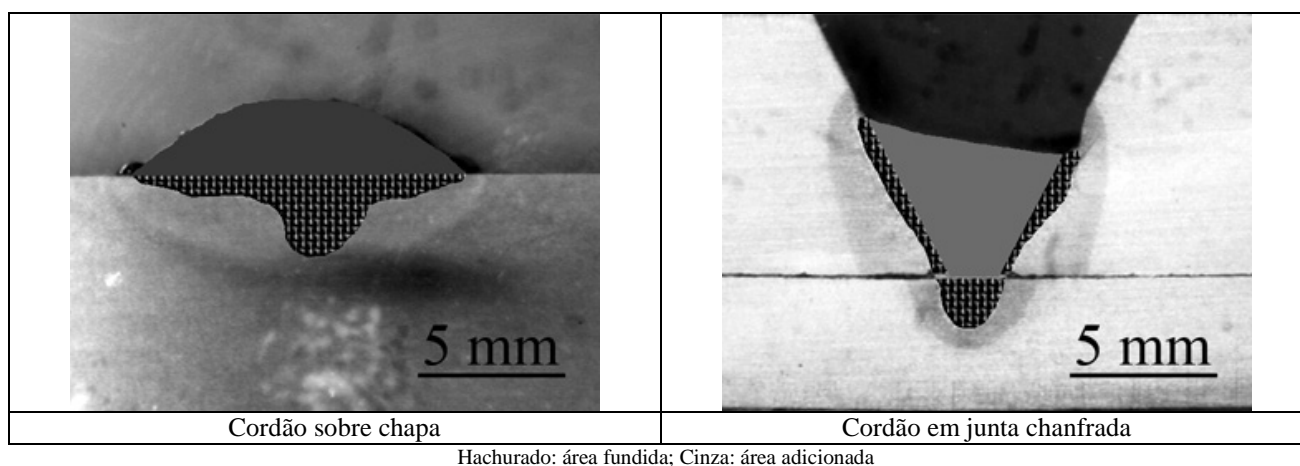


Figura 4. Exemplos de seção do cordão com geometrias demarcadas

3. RESULTADOS

A Tab. (2) apresenta os valores médios e eficazes de corrente e de tensão adquiridos durante toda a execução dos cordões de solda. Nota-se em ambos os testes que a corrente manteve-se muito próxima do valor regulado e, assim, eliminou-se a influência deste parâmetro sobre a geometria dos cordões de solda. Já a tensão foi consequência outros parâmetros regulados – DBCP e velocidade de alimentação – com valores constantes já informados anteriormente, restando apenas a composição do gás de proteção como fator determinante da mesma.

Tabela 2. Valores Médios e Eficazes (RMS) dos sinais elétricos adquiridos durante os testes na condição de chapa chanfrada (chanfro) e simples deposição sobre chapa (chapa)

Teste	Gás de Proteção	I _{MÉDIO} (A)	I _{RMS} (A)	U _{MÉDIO} (V)	U _{RMS} (V)
01 Chapa	Ar + 5% O ₂	249,9	249,9	26,1	26,1
02 Chapa	Ar + 5% O ₂ + 25% He	249,6	249,6	26,9	26,9
03 Chanfro	Ar + 5% O ₂	249,9	249,9	23,1	23,1
04 Chanfro	Ar + 5% O ₂ + 25% He	249,6	249,6	24,5	24,5

O aumento do valor de tensão, tanto dentro do chanfro como sobre chapa, já era esperado com a adição de Hélio (Jönsson, 1995), visto que este parâmetro, para um mesmo gás de proteção, é a única variável independente dentre as

demais envolvidas no processo. No caso da solda em chanfro, nota-se valores menores de tensão em mais de 2 V, indicando que a ionização e sua manutenção (troca de calor do arco para o meio ambiente) foi facilitada dentro do mesmo. Como já mencionado, os comprimentos de arco nas as duas condições (chapa e chanfro) era esperado ser o mesmo para adição ou não de He.

Os oscilogramas abaixo, representados pelas Fig. (5) e (6), vêm para demonstrar o comportamento regular, sem picos ou vales que poderiam acusar curtos-circuitos, dos valores de corrente e tensão dos sinais elétricos adquiridos durante os testes, que juntamente com a equivalência entre valores médios e eficazes dos mesmos, mostram que o comportamento da transferência metálica realmente ocorreu de forma goticular.

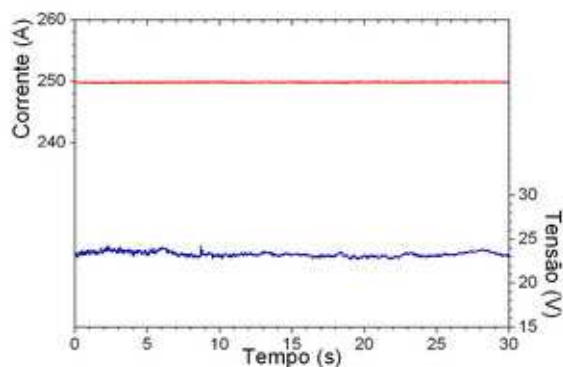


Figura 5. Oscilograma de Corrente e Tensão do Teste 03

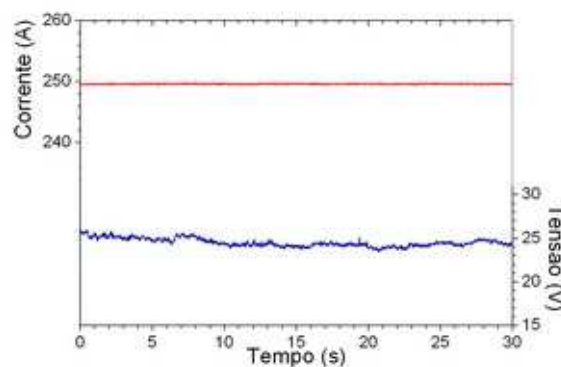


Figura 6. Oscilograma de Corrente e Tensão do Teste 04

A Fig. (9), por sua vez, mostra a aparência superficial dos cordões de solda resultantes de cada teste, juntamente com as respectivas seções transversais, por onde se podem observar semelhanças entre cordões realizados em mesmas condições, exceto pelo gás de proteção. Em cordões de simples deposição, sem adição de He no gás de proteção, nota-se o efeito taça já esperado para uma mistura à base de Ar. Em contrapartida, a adição de He levou a um aumento da penetração secundária, ou seja, nas regiões localizadas entre os pontos central e lateral da seção transversal do cordão de solda. Já nos cordões realizados em chanfro, nota-se que a presença de He favoreceu uma pequena maior fusão das paredes laterais e uma fusão maior na região de raiz. Já sem He na mistura, verifica-se o efeito taça ocorrido em simples deposição. Pode-se dizer que o fenômeno de crescimento de penetração secundária com adição de He também aconteceu em soldagem dentro de chanfro, ou seja, uma melhor distribuição da energia no arco com o uso do He.

A Tab. (3) apresenta as características geométricas médias para cada cordão. Apesar de todo um comportamento diferenciado para a mistura gasosa com Hélio, em relação ao que já foi comentado sobre os resultados, os valores de penetração, reforço e área fundida se mostraram muito semelhantes para ambas as misturas utilizadas. Já as Figs. (7) e (8) ilustram através de gráficos os dados referentes à Tab. (3), de forma a permitir uma comparação visual entre os resultados. Para os valores médios de penetração e reforço, nota-se que o valor médio é muito próximo, e se considerado o desvio padrão de cada um, é correto afirmar que não houve contribuição positiva da adição de He para alteração destes parâmetros geométricos.

Tabela 3. Valores geométricos médios das seções transversais dos cordões

Teste		Gás de Proteção	Penetração (mm)	Reforço (mm)	Área Fundida (mm ²)
01	Chapa	Ar + 5% O ₂	2,96 ± 0,15	2,78 ± 0,23	13,09 ± 0,55
02	Chapa	Ar + 5% O ₂ + 25% He	3,00 ± 0,07	2,90 ± 0,36	15,41 ± 0,14
03	Chanfro	Ar + 5% O ₂	1,39 ± 0,25	4,60 ± 0,20	8,22 ± 0,23
04	Chanfro	Ar + 5% O ₂ + 25% He	1,46 ± 0,33	4,71 ± 0,20	8,99 ± 0,47

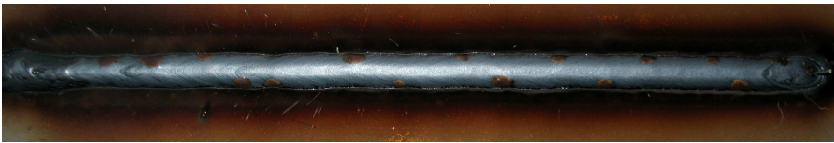
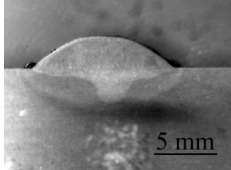

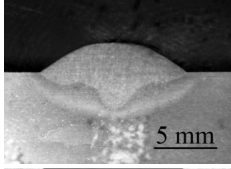

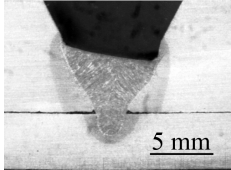

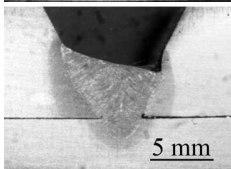
Teste	Gás de Proteção	Aspecto do Cordão de Solda	Seção Transversal
01	Ar + 5%O ₂		 5 mm
02	Ar + 5%O ₂ + 25%He		 5 mm
03	Ar + 5%O ₂		 5 mm
04	Ar + 5%O ₂ + 25%He		 5 mm

Figura 7. Aspecto dos cordões de solda e respectivas seções transversais

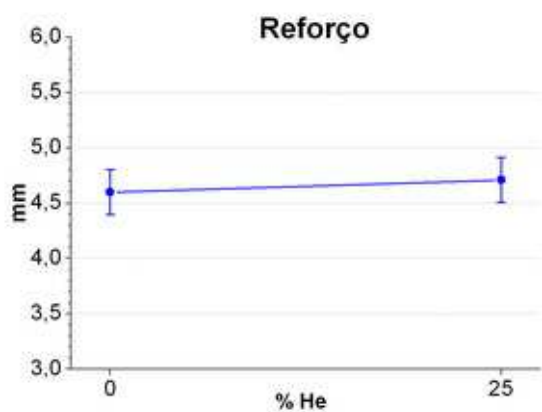


Figura 8. Influência da adição de He no reforço do cordão

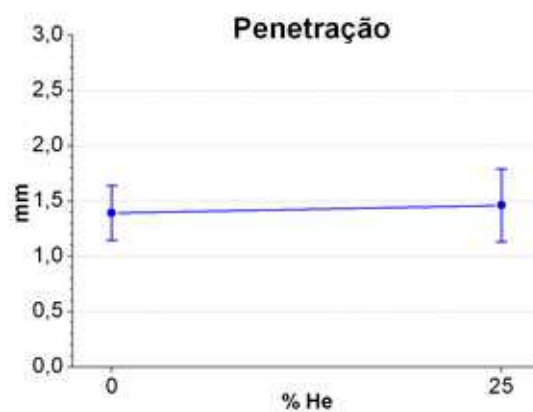


Figura 9. Influência da adição de He na penetração do cordão

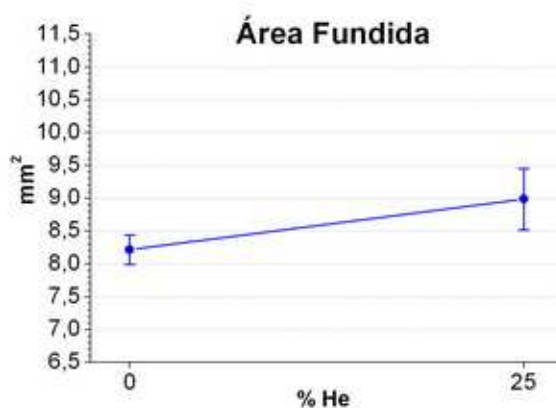


Figura 10. Influência da adição de He na área fundida do cordão

Analisando agora o gráfico da Fig. (9), houve um aumento da área fundida com a adição de He, se tomado seu valor médio; mas em contrapartida, se comparado o valor máximo para mistura sem adição de He e o valor mínimo para mistura com o mesmo, percebe-se que os valores são muito próximos – 8,45 e 8,52 respectivamente – o que não permite concluir se, para esta característica geométrica neste caso em isolado, houve influência do He ou não. Os resultados obtidos aqui estão em concordância com o citado por Modenesi (1990), em relação a não eficiência do He em porcentagem inferior a 25%.

4. CONCLUSÃO

Nas condições experimentais em que este trabalho foi realizado, não houve aumento da eficiência de fusão com adição de Hélio na mistura de Ar + 5%O₂, apesar do uso do mesmo provocar um pequeno aumento da energia de soldagem. Isto mostra que o He reduziu a eficiência térmica, de tal forma que o calor imposto em ambas as condições permaneceu o mesmo.

Dessa forma, pode-se dizer que para soldagem MIG/MAG de chapas de aço ao carbono, tanto para cordões realizados sobre chapa quanto para realizados em chanfro, não é apontado vantagens para se utilizar He em misturas de Ar + 5%O₂, não justificando o seu uso em vista de seu elevado custo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer às agências financiadoras, primeiramente ao CNPq, pelo apoio financeiro com a concessão de bolsas e financiamento de recursos laboratoriais, e à FAPEMIG, pelo suporte financeiro para infraestrutura através do Projeto TEC 604-2005.

6. LISTA DE REFERÊNCIA

- AWS, Supplement: The American Welder, Vol. 79, no. 1-2, pp. 18. Jan.-Feb. 2000.
- AWS, Welding Handbook: Welding Process (Vol. II), AWS, USA, 8th Edition, 1991, cap. 4, 955 p. (ISBN 0-87171-354-3).
- AWS, Welding Handbook: Welding Technology (Vol. I), American Welding Society, USA chap 2, pp. 50-53, (ISBN 0-87171-281-4),
- Eagar, T.W., "An Iconoclast's View of the Physics of Welding - Rethinking Old Ideas", 2nd Int. Conf. on Recent Trends in Welding Science and Technology, ASM, Gatlinburg, Tennessee, USA, 14-18 May 1989, pp.341-346
- Glickstein, S.S., "Arc Physics and Weld Pool Behavior", Welding Institute, Cambridge, United Kingdom, 1980, pp. 1–16.
- Kennedy, C. R., "Gas mixtures in welding", Aust. Welding J., Sept. 1970, pp. 38-52.
- Jönsson, P.G.; T.W. Eagar, and J. Szekely, 1995, "Heat and Metal Transfer in Gás Metal Arc Welding Using Argon and Helium. Metallurgical and Materials Transactions", Volume 26B, pp. 383-395.
- Lancaster, J.F., "The Physics of Welding!", Chapter 7, 1st Ed., Pergamon Press, Oxford, United Kingdon 1986, ISBN 0-08-030554-7.
- Liu, S.; Siewert, T.A. and Lan, H., "Metal Transfer Mode in Gas Metal Arc Welding", 2nd Int. Conf. on Recent Trends in Welding Science and Technology, ASM, Gatlinburg, Tennessee, USA, 14-18 May 1989, pp. 475-479.

- Modenesi, P.J. (1990), "Statistical Modelling of the Narrow Gap Gas Metal Arc Welding Process", Ph.D Thesis, Cranfield Institute of Technology, 276 p.
- Modenesi, P.J. and Nixon, J.H., "Arc Instability Phenomena in GMA Welding", Welding Journal, Sep 1994, AWS, pp. 219s-224s.
- Morales, R.F., Resende, A.A., and Scotti, A., "Influência à Adição de Hélio no Gás de Proteção Sobre a Geometria do Cordão de Solda MIG/MAG de Aço ao Carbono", 4º. COBEF – Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 15 a 18 de abril de 2007, Estância de São Pedro, SP, Brasil, 10 p., cód. 021025248.
- Morales, R.F., Fernandes, D.B. and Scotti, A., "Influence of the Dynamic Behaviour of Helium in the Shielding Gas on the Weld Bead Geometry of Carbon Steel GMAW", 19th International Congress of Mechanical Engineering, Brasília – Distrito Federal, Dezembro de 2007, CDROM, paper.
- Norrish, J., 1992, "Advanced Welding Processes, Institute of Physics Publishing", Bristol – United Kingdom, p. 83.
- Scotti, A., 1998, "A Review on Special Metal Transfer Modes in GMAW", Rev. Bras. de Ciências Mecânicas - RBCM, ABCM, vol XX, no. 3, pp. 465-478. (ISSN 0100-7386)
- Suban, M. and Tusek, J., 2001, "Dependence of Melting Rate in MIG/MAG Welding on the Type of Shielding Gas Used", Journal of Materials Processing Technology, pp 185 - 192.
- Tashiro, S., Tanak, M. and Nakata, K., "Heat Source Properties of Helium Gas Tungsten Arc with Metal Vapor", Trans. of JWRI, 36 (1), 2007.
- Watkins, A.D.; Smartt, H.B. and Johnson, J.A., 1992, "A Dynamic Model of Droplet Growth and Detachment in GMAW", 3rd Int. Conf. on Trends in Welding Research, ASM, Gatlinburg, Tennessee, USA, 1-5 Jun 1992, pp. 993-997.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

EFFECT OF HELIUM IN AN ARGON AND OXYGEN BASED SHIELDING GAS ON V-GROOVED BUTT JOINT CARBON STEEL MIG/MAG WELDING

Marcos José S. M. de Freitas, mfreitas@mecanica.ufu.br

Diandro Bailoni Fernandes, diandro@mecanica.ufu.br

Américo Scotti, ascotti@mecanica.ufu.br

Luiz Carlos de Menezes Júnior, luizmenezes@mecanica.ufu.br

Federal University of Uberlândia, School of Mechanical Engineering, Center for Research and Development of Welding Processes (LAPROSOLDA), Av. João Naves de Ávila, 2121 - Campus Santa Mônica, ZIP: 38400-902, Uberlândia, MG, Brazil.

Abstract: *In industrial application of MIG/MAG welding, it is believed that Helium, usually in mixture with other gases for shielding, promotes improvements in the process performance by means of a greater thermal conductivity. In previous studies, there were no evidences that any addition up to 25% of He in shielding gas mixtures based on Ar + 5%O₂ could have influenced either geometrical features of the bead and metal transfer behavior. However, these studies were carried out using bead-on-plate deposition, and one could expect uneven results if the walls of a groove could be present. Thus, this work proposes to verify the influence of Helium addition in mixture with Ar + 5%O₂ on welding of vee-groove butt joint of the same material. The experiments were done with the same welding parameters (current, wire feed speed and travel speed) as used in the previous studies. Geometric characteristics (penetration, reinforcement and fusion area) of each weld bead were determined. The results confirmed that Helium does not change significantly the behavior of the shielding gas in relation to the bead geometry joint, in the experimental conditions of this work and with the mixture for gas shielding used. In consequence, the advantage of using He in the shielding gas has not been proved.*

Keywords: MIG/MAG, Shielding gas, Weld Bead Geometry, Helium, Argon.