

ESTUDO DA CONSTRIÇÃO DO ARCO PELO RESFRIAMENTO DO ELETRODO NO PROCESSO DE SOLDAGEM TIG

Vinicius Lemes Jorge, viniciuslemesj@hotmail.com¹
Américo Scotti, ascotti@ufu.br²

¹Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila 2121, Uberlândia-MG, Bloco 5H - Laprosolda

²Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila 2121, Uberlândia-MG, Bloco 5H - Laprosolda

Resumo: Novos estudos voltados para variantes dos processos de soldagem são soluções para manter a competitividade da indústria de fabricação e liderança tecnológica pelo aumento da produtividade ou redução de custos. Os desenvolvimentos no processo TIG são crescentes, sendo possível observar que algumas tecnologias em combinação com certas técnicas de soldagem, estão permitindo que este processo seja mais competitivo no mercado. Um exemplo desta evolução é a proposta de aumento da eficiência do processo através do super-resfriamento do eletrodo, apresentada por alguns fabricantes de tochas, entretanto não disponibilizam muitas informações do processo. Desta forma, o objetivo deste artigo foi compreender fenômenos ocorrentes na constrição do arco pela maior refrigeração do eletrodo e avaliar a viabilidade de aplicação deste processo para se conseguir maior penetração no cordão de solda. Para tal, foi elaborado um projeto e construída uma tocha de forma que a troca de calor por condução entre o fluido refrigerador e o porta eletrodo se desse de forma mais eficiente. Assim, seria esperado que somente a ponta do eletrodo fosse aquecida na temperatura de emissão, concentrando o arco. O estudo conduzido se deu por meio de soldagens comparativas entre uma tocha convencional e a tocha fabricada, em três níveis de corrente (200, 250 e 300 A), sob as mesmas condições de parametrização. O desempenho das duas tochas foi avaliado de três formas. A primeira pela filmagem do arco, identificando a região de acoplamento arco-eletrodo, atendendo também, à possibilidade de visualização do tamanho e largura do arco elétrico. A segunda, identificando as áreas que determinam funções distintas no eletrodo, baseado na observação das pontas dos eletrodos após soldagem. A terceira forma de análise foi por meio de ensaio macrográfico, verificando-se zona fundida, penetração e largura do cordão de solda. Os resultados indicam uma redução da largura do arco para a tocha fabricada no nível de corrente de 250 A. Para os outros níveis esta diferença não foi perceptível. As imagens sugerem que a ponta do eletrodo para a tocha fabricada fica mais quente quando comparada à convencional, para os três níveis de corrente, o que não era de se esperar. Os valores das áreas de emissão foram menores para a tocha fabricada quando comparada à convencional para um mesmo nível de corrente, sugerindo que o eletrodo da tocha fabricada possui uma maior densidade de corrente, sendo possível considerar que existe uma constrição catódica. Por fim, resultados mostram que o uso do super-resfriamento do eletrodo mostrou ser capaz de concentrar o arco e aumentar a penetração, embora não de forma significativa.

Palavras-chave: TIG, Refrigeração, Constrição do Arco, Tocha

1. INTRODUÇÃO

O processo TIG é um processo de soldagem a arco elétrico estabelecido entre um eletrodo não consumível de tungstênio e a poça de fusão, e utiliza gás inerte como proteção gasosa. Esses eletrodos são feitos de materiais refratários que são capazes de suportar a alta temperatura de trabalho, mantendo sua integridade. Quando submetidos à polaridade negativa são capazes de emitir elétrons a temperaturas relativamente altas, mecanismo denominado emissão termiônica. Lima (2001) e Andrade (2013) observaram que o efeito termiônico ocorria quando uma energia térmica superior à função trabalho (suficiente para remover um elétron), excitavam elétrons que escapavam do material, formando uma nuvem eletrônica ao redor deste. Quando submetido a uma diferença de potencial, inicia-se a passagem da corrente termiônica, eliminando-se a nuvem e implicando na emissão de novos elétrons. Esta quantidade de elétrons emitidos representa a densidade de corrente, sendo uma grandeza fundamental a ser determinada no efeito termiônico. Richardson-Dushman formulou uma equação Eq.(1) que permite quantificar esta densidade de corrente, onde “J” é a densidade de corrente (A/mm²), “A” é a constante de Richardson (A/[m²K²]), que depende do material, da temperatura e da contaminação da superfície do eletrodo, “T” é a temperatura do eletrodo (K), “e” é a carga do elétron (C), “φ” é a função trabalho do material em função da temperatura (eV) e “k_B” é a constante de Boltzmann (J/K).

$$J = AT^2 e^{\frac{e\phi}{k_B T}} \quad (1)$$

Por meio da Eq.(1) é possível entender, da melhor maneira, a importância do eletrodo no processo de soldagem TIG, pois, mostra que a densidade de corrente depende do material, da temperatura e da contaminação da superfície do eletrodo. Da Cruz e Scotti (2013) realizam um estudo importante acerca da emissão termiônica, relacionado aos materiais que compõem o eletrodo, mostrando também a importância da dopagem destes por elementos que reduzem a

função trabalho, permitindo que o eletrodo emita termionicamente a temperaturas menores, conservando sua afiação, garantindo maior durabilidade e até modificando densidade de corrente do eletrodo, como é mostrado também no trabalho de Sadek et al.(1990).

Sadek et al. (1990) e Savage et al. (1979), mostraram que a superfície do eletrodo no processo de soldagem TIG é dividido em áreas com funções distintas, quando em processo, sendo a Região (A) correspondente à zona de emissão de elétrons, (B) a zona de vaporização de óxidos e (C) a zona deposição de óxidos, conforme a Fig. 1.

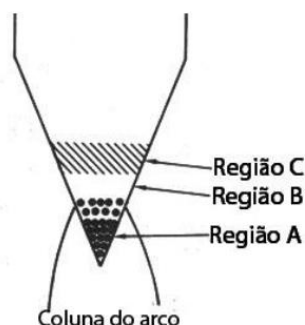


Figura 1. Regiões que compõem um eletrodo após a soldagem no processo TIG (SADEK ET AL.,1990)

A tocha TIG denominada “Infocus” utilizada no trabalho de Schnick et al. (2010) tem como foco principal o eletrodo, em especial sobre a região (A) da Fig. 1, destacada por ser a zona de emissão dos elétrons responsável pelas propriedades resultantes do arco de soldagem (pressão, temperatura e estabilidade). O trabalho de Schnick et al.(2010) mostra que um sistema de refrigeração mais eficiente focado no cátodo, é capaz de limitar a superfície térmica emissora de elétrons (Região (A)), restringindo a área suficiente para emissão termiônica, aumentando, desta forma, a densidade de corrente. A Figura 2 esquematiza como se dá a constrição catódica segundo os desenvolvedores de tocha, e sua influência sobre a penetração.

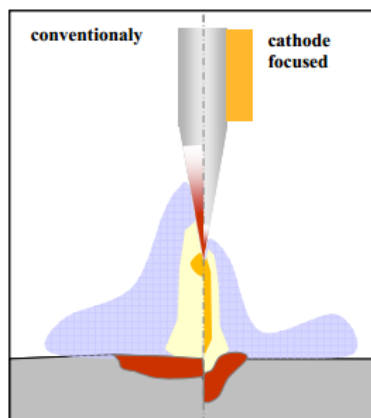


Figura 2. Princípio de constrição do cátodo para o processo TIG. (SCHNICK ET AL., 2010)

De acordo com os trabalhos de Schnick et al.(2010) e Lohse et al.(2013), um sistema de refrigeração focado no cátodo reduz substancialmente a temperatura durante o tempo de arco aberto, ocasionando o aumento do campo elétrico e a transferência de cargas, a fim de garantir a conservação da corrente elétrica. Schnick et al.(2010) citam que íons são recombinados na ponta do eletrodo, causando um forte aquecimento.

Schnick et al.(2010) também simularam numericamente como se dava a constrição catódica, comparativamente entre a tocha “Infocus” e uma tocha convencional TIG, resultando em maior temperatura no centro do arco e um eletrodo mais frio. Contudo, torna-se difícil comparar, já que os eletrodos são diferentes, tanto em dimensão quanto em geometria da ponta, afetando as propriedades do arco TIG, como mostra o estudo realizado por Jarvis (2011). As simulações numéricas e seus resultados de pressão e tensão do arco para as duas tochas são mostrados nas Figuras 3 e 4. É possível perceber a diferença entre os resultados obtidos. Os autores do estudo apontam tais diferenças à constrição catódica do arco na tocha “Infocus”, conseguindo até 60% mais densidade de corrente que uma tocha convencional TIG. No entanto, não foram especificados valores de diâmetros de eletrodos utilizados nos ensaios.

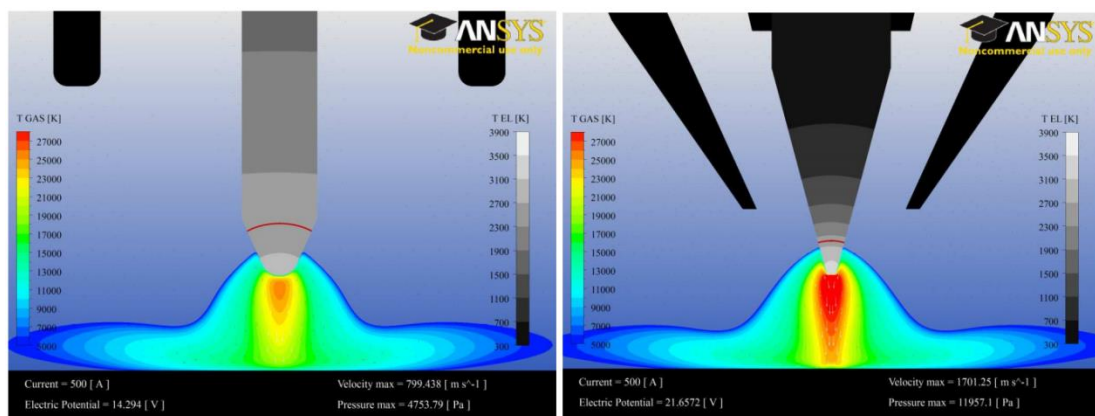


Figura 3. Simulação numérica da temperatura do arco e o cátodo para uma tocha convencional TIG e a tocha “Infocus” com 500 A em argônio. (SCHNICK ET AL., 2010)

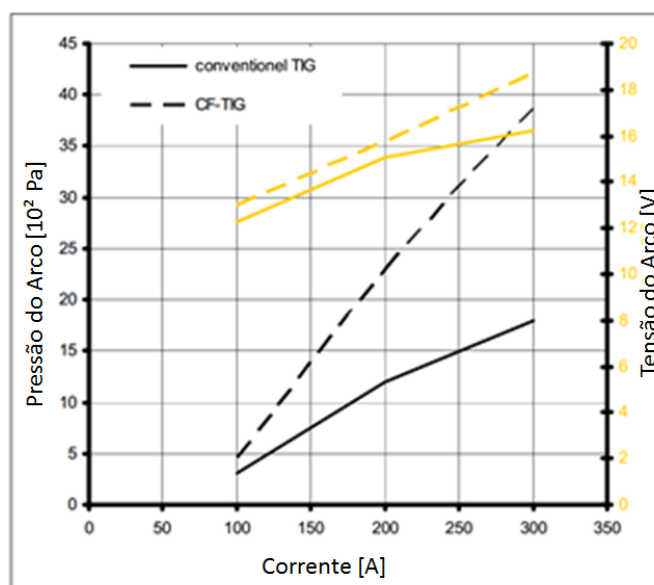


Figura 4. Medida da pressão do arco e tensão em função da corrente para o TIG convencional e a tocha “Infocus” (ângulo de apontamento 30°, 5 mm de DEP, 12 l/min Ar, EWLa-1.5). (SCHNICK ET AL., 2010)

A tecnologia alemã chama atenção, mas não é disponibilizado nos referidos artigos tantas informações sobre o “know-how” do processo. Além disso, torna-se hipotético só pelos artigos a justificativa para o potencial de aumento da densidade de corrente em 60% com esta tocha apenas pelo super-resfriamento do eletrodo, quando as condições de soldagem não são as mesmas, como, por exemplo, composição, diâmetro e apontamento do eletrodo. Desta forma, o estudo apresentado neste artigo está direcionado à análise do fenômeno de constrição do arco pelo maior refrigeração do eletrodo no processo TIG, de forma similar à tocha “Infocus”, mas mantendo as mesmas condições de parametrização.

2. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E METODOLOGIA

Para execução do trabalho foi utilizada a fonte de soldagem multiprocesso IMC MTE Digitec 600 no modo corrente constante. A mecanização do processo foi realizada por uma mesa de coordenadas XY. O resfriamento da tocha foi realizado com o Chiller Mecalor UMAG MSA-9, regulado para temperatura de 10°C. O ângulo da tocha em relação à chapa de teste foi perpendicular. Como gás de proteção foi utilizado Argônio comercial a uma vazão de 13 l/min. O eletrodo de tungstênio utilizado foi do tipo EWTh-2 (6 mm de diâmetro e ponta vermelha) com ângulo de afiação de 30°, para as duas tochas. A distância eletrodo peça foi de 2 mm e foram utilizadas chapas aço ABNT 1020 com dimensões de 198 mm x 38 mm x 9,5 mm. Para filmagem do arco elétrico foi utilizada uma câmera de alta velocidade Memrecam, a 2000 quadros/s, com shutter de 1/24000 e um filtro ND20UV. Os sinais de tensão e corrente foram adquiridos pela placa da fabricante National Instruments, modelo NI USB-6009 a uma frequência de 2 kHz.

A tocha convencional utilizada no experimento foi a Abicor Binzel AUT-WIG 27, mostrada na Fig. 5(A). O sistema de resfriamento desta tocha se mostra pouco eficiente e simples, já que a refrigeração não chega tão próximo à ponta do eletrodo. A tocha projetada e fabricada pelo GRUPO LAPROSOLDA-UFU pode ser vista na Fig. 5(B). É possível observar no esboço construtivo do interior desta tocha, que um canal interno na peça de cobre é responsável por conduzir o fluxo de água refrigerada próximo ao eletrodo, de forma que, a troca de calor entre eles seja mais eficiente devido à alta condutividade térmica do cobre, sendo retornada para a unidade refrigeradora pela extremidade da peça. A bancada montada para realização dos testes de avaliação da tocha fabricada é mostrada na Fig. 6.

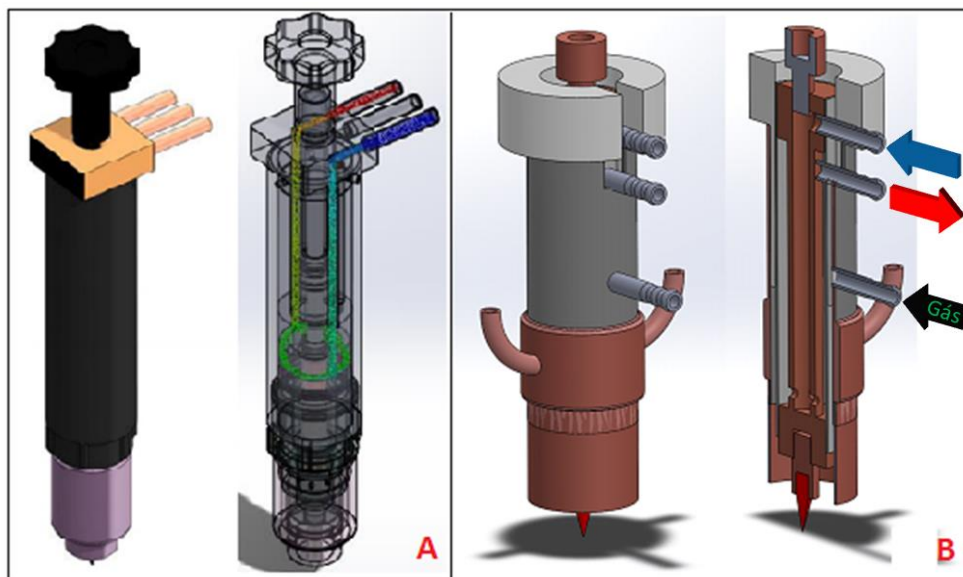


Figura 5. (A) Tocha Convencional Binzel AUT-WIG 27; (B) Tocha Fabricada



Figura 6. Banca Experimental. (1) Sistema de Filmagem; (2) Mesa de coordenadas X-Y, (3) Mesa de coordenadas para deslocamento da chapa; (4) Unidade de Refrigeração; (5) Sistema de Controle da mesa de Coordenadas; (6) Sistema de Aquisição; (7) Fonte de Soldagem.

O estudo conduzido para avaliar o efeito da constrição do arco pelo resfriamento do eletrodo se deu por meio de soldagens comparativas entre uma tocha convencional e a tocha fabricada, em três níveis de corrente (200, 250 e 300 A), sob as mesmas condições de parametrização. A Tabela 1 esquematiza a sequência de execução dos testes.

Tabela 1. Sequência de execução dos testes

Teste	I [A]	Tocha	V _{sold} [cm/min]
1	200	Convencional	8,5
2	250	Convencional	8,5
3	300	Convencional	10,1
4	200	Fabricada	8,5
5	250	Fabricada	8,5
6	300	Fabricada	10,1

A análise comparativa sobre o desempenho das duas tochas se deu de três formas. A primeira pela filmagem do arco, identificando a região de acoplamento arco-eletrodo, atendendo também, à possibilidade de visualização do tamanho e largura do arco elétrico. A segunda, identificando as áreas que determinam funções distintas no eletrodo, como exposto no trabalho de Sadek et al. (1990) e Savage et al. (1979), baseado na observação das pontas dos eletrodos após soldagem. A terceira forma de análise foi por meio de ensaio macrográfico, verificando-se zona fundida, penetração e largura do cordão de solda.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando a Figura 7, é possível notar o comportamento das curvas de corrente e tensão para as duas tochas. Para um mesmo nível de corrente, a diferença máxima de tensão entre as duas tochas foi de 0,7 V (a mais para a tocha fabricada). Esses resultados vão de encontro aos de Schinick et al. (2010), que citam que a tocha com alta refrigeração do eletrodo demanda maior tensão do que uma tocha convencional. A diferença mínima de tensão obtida comparativamente entre as duas tochas por Schinick et al. foi em torno de 1,5 V, aumentando à medida que se elevava a corrente. No entanto, é importante destacar que o eletrodo da tocha “Infocus” possui composição diferente ao eletrodo da tocha convencional. O conteúdo de lantânio nos eletrodos de tungstênio afeta a função trabalho do material, tendo influência direta sobre o comportamento da mancha catódica. Segundo Matsuda et al. (1987), este fator provoca uma maior densidade de corrente que qualquer outra liga, afetando no comportamento da tensão do arco. Possivelmente, a parcela de contribuição para aumento da tensão requerida pela maior refrigeração do eletrodo seja menor do que o exposto por Schinick et al. (2010) na tocha “Infocus”.

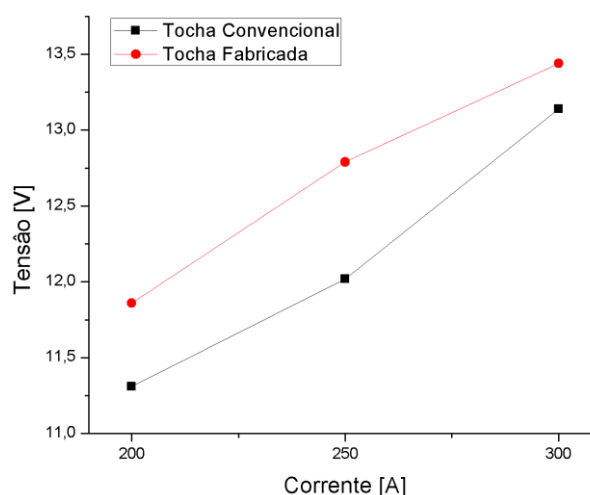


Figura 7. Comparação das curvas corrente-tensão entre a tocha convencional e a tocha fabricada

Como mencionado na seção 1, a técnica descrita por Sadek et al. (1990) e Savage et al. (1979), para medição de área de emissão de elétrons foi utilizada neste trabalho. Seguindo este método, foi capturada uma foto da ponta do eletrodo sendo importada pelo software ImageJ. Através deste, foi mensurada a área de emissão de elétrons, almejando valores de densidade de corrente. Houve uma dificuldade de se analisar tais regiões devido à qualidade das fotos. Em razão da dificuldade de remoção do eletrodo e manutenção das configurações da câmera e tocha (foco, distância, DEP),

as fotos foram tiradas na própria bancada de trabalho, em situação não favorável de luminosidade para a câmera fotográfica. Ainda sim, foi possível se obter tais valores.

A Figura 8 apresenta uma foto do eletrodo capturada após a execução do teste 1, conforme a Tab. 1. A imagem mostra ser possível identificar áreas com funções distintas no eletrodo e respectivas regiões que compõem um eletrodo após soldagem. A região identificada como emissão de elétrons é definida pela forma de cone. Pelo software ImageJ é possível medir os valores da aresta (G) e raio (R) do cone. Com estes valores é possível calcular área lateral conforme Eq. (2).

$$A = \pi . G . R \text{ [mm}^2\text{]} \quad (2)$$



Figura 8. Ponta do eletrodo de tungstênio após a execução da soldagem (Teste 1)

As áreas de emissão calculadas são mostradas na Tab. 2 e estimativas de densidade de corrente para os testes realizados são mostradas na Tab. 3. Como se vê, os valores das áreas de emissão foram menores para a tocha fabricada quando comparada à convencional para um mesmo nível de corrente. Portanto pode-se concluir que o eletrodo da tocha fabricada para simular a tocha “Infocus” possui uma maior densidade de corrente, sendo possível considerar que existe uma constrição catódica.

Tabela 2. Áreas de emissão de elétrons calculadas para o eletrodo após execução de cada teste da Tabela 1

I [A]	Convencional			Fabricada		
	R [mm]	G [mm]	Área [mm ²]	R [mm]	G [mm]	Área [mm ²]
200	0,47	1,17	1,72	0,32	0,66	0,66
250	0,51	1,15	1,84	0,34	0,76	0,81
300	0,53	1,10	1,83	0,38	0,81	0,95

Tabela 3. Estimativa de densidade de corrente para os testes da Tabela 1

I[A]	Convencional Densidade de corrente [A/mm ²]	Fabricada Densidade de corrente [A/mm ²]
200	116,27	303,03
250	135,86	308,64
300	163,93	315,7

Analisando agora quadros dos videos dos arcos para os testes (Fig. 9), se observa uma redução da largura do arco para a tocha fabricada no nível de corrente de 250 A. Para os outros níveis esta diferença não foi perceptível. Tais imagens também sugerem que a ponta do eletrodo para a tocha fabricada fica mais quente quando comparada à convencional, para os três níveis de corrente, o que não era de se esperar (só era de se esperar um maior aquecimento na ponta do eletrodo do tipo refrigerado).

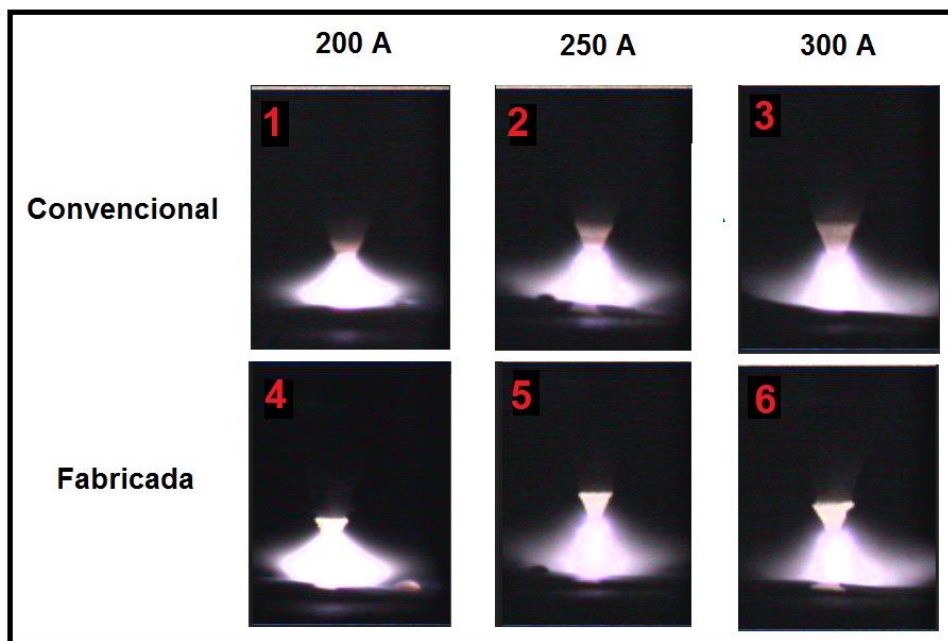


Figura 9. Quadros com imagem do arco de soldagem obtidos a partir da filmagem durante a realização dos testes

As chapas de testes foram cortadas e retirada uma seção transversal para análise macrográfica. Os ataques foram realizados em solução de nital 6%. Os valores de penetração e largura do cordão são mostrados na Tab. 4. Percebe-se que a diferença de penetração para um mesmo nível de corrente entre as tochas é muito pequena, sendo maior para a tocha fabricada. A maior diferença encontrada foi para o nível de corrente de 250 A, justamente aquele em que se observou uma maior constrição do arco pela filmagem do arco comparativamente entre as duas tochas. Ainda sim, a diferença de penetração alcançou apenas 1,6 mm.

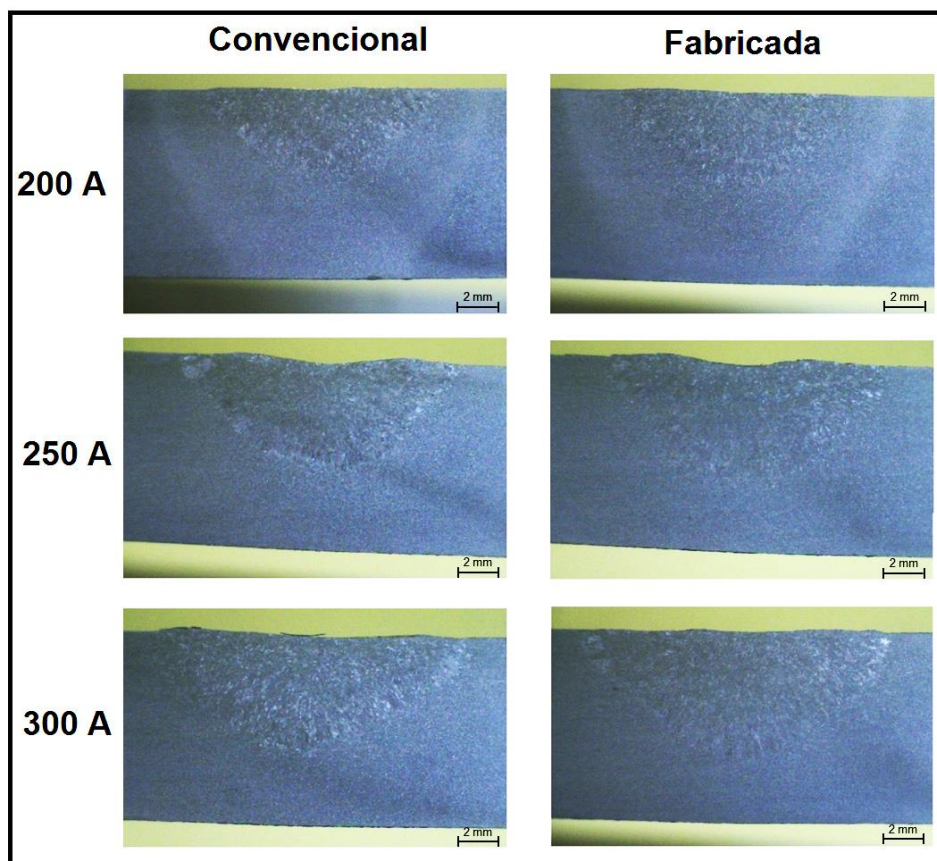


Figura 10. Seções transversais das soldas de cada cordão conforme a Tabela 1

Tabela 4. Valores de penetração e largura dos cordões de solda para os testes da Tab. 1

I[A]	Convencional		Fabricada	
	Penetração [mm]	Largura [mm]	Penetração [mm]	Largura [mm]
200	4,6	11,2	5,1	11,4
250	5,3	13,9	6,9	14,3
300	5,7	13,7	5,9	13,2

Através das análises realizadas, fica evidente que há uma constrição do arco pelo resfriamento do eletrodo. Os valores de penetração cresceram para a tocha fabricada. Não obstante, a maior diferença na penetração foi de 1,6 mm, o que parece pouco. Embora não ter sido feita filmagem térmica, pela intensidade luminosa apresentada nas filmagens foi possível identificar as regiões mais quentes, apontando um resultado controverso, no qual a ponta do eletrodo está mais quente para a tocha fabricada. Isto sugere que talvez os excelentes resultados encontrados no trabalho de Schnick et al. (2010) com a tocha “Infocus” (sendo possível aumentar significativamente a velocidade de soldagem pela maior capacidade de fusão da tocha, aumentando as propriedades do jato de plasma), não foram causados pelo super-resfriamento do eletrodo. Possivelmente o responsável para o aumento das propriedades do arco, como velocidade e pressão, seja o conteúdo de lantânio no eletrodo TIG da tocha “Infocus” aliado a um outro fator, possivelmente algum know-how do processo que não é revelado pelo fabricante da tocha.

É necessária uma visão crítica sobre a viabilidade de se investir em um sistema de como este, buscando aumentar a eficiência do processo TIG. Primeiramente, a tocha exige uma maior complexidade quanto à sua fabricação. Pelo desenvolvimento do equipamento no próprio laboratório, se pode perceber as dificuldades quanto a garantia de estanqueidade da refrigeração, assim como necessidade de se trabalhar com vários processos de fabricação (torneamento, fresamento, brasagem), logicamente agregando maior custo de produção. Obviamente, se o protótipo fosse produzido em meio industrial, o equipamento teria um custo elevado, assim como a tocha “Infocus” quando comparada a uma tocha convencional.

Para completar o sistema, é necessário ter disponível uma unidade de refrigeração, que por sua vez agrega maior custo ao processo, não só pelo preço do equipamento, mas os recursos gastos para manter seu funcionamento, como manutenção e energia da rede. Sendo assim, se o objetivo fosse obter maior penetração aumentando capacidade de fusão como este trabalho propõe, não seria viável usar a maior refrigeração do eletrodo para obtê-la. Existem outras variantes do processo TIG, como por exemplo A-TIG ou Twin-TIG (duplo cátodo), que poderiam oferecer melhores resultados. O A-TIG utiliza um fluxo capaz de aumentar a penetração e produtividade do processo em valores satisfatórios, como mostra os trabalhos de Berthier et al. (2012) e Kumar et al. (2009).

Mesmo uma simples mudança na proteção gasosa ou composição do eletrodo utilizados na soldagem TIG podem resultar em ganhos expressivos em aumento de penetração. Por exemplo, o gás hélio poderia ser utilizado em substituição ao argônio, embora sendo um gás de maior custo, ainda seria bem inferior ao custo de um sistema de refrigeração como já citado. Ou até acréscimos de hidrogênio no gás de proteção buscando-se aumentar a zona fundida. Até mesmo a utilização de eletrodos com dopagem de elementos químicos que alteram a função trabalho do material alterando as propriedades do arco, como o caso do Lantânio.

4. CONCLUSÃO

- Não há uma diferença significativa no comportamento da tensão, para as mesmas condições de soldagem, entre a tocha fabricada e a uma tocha convencional TIG;
- O uso do super-resfriamento do eletrodo mostrou ser capaz de concentrar o arco e aumentar a penetração, embora não de forma significativa. No entanto, os resultados sugeriram um maior aquecimento da ponta do eletrodo para a tocha fabricada, o que a princípio não era esperado;
- É necessária uma visão crítica sobre a viabilidade de se investir em um sistema de como este, buscando aumentar a eficiência do processo TIG.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, à CAPES, ao CNPq, aos membros e colaboradores Laprosolda/UFU (Grupo Centro para Pesquisa e Desenvolvimento de Processos de Soldagem), à FEMEC/UFU.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, N. S. et al., 2013, “Investigação teórica e experimental do efeito termiônico”, Revista Brasileira de Ensino de Física, Brasil, v. 35, n. 1, p.
- BERTHIER A., PAILLARD P., CARIN M., PELLERIN S., VALENSI F., 2012, TIG and A-TIG welding experimental investigations and comparison with simulation. Part 2: arc constriction and arc temperature. Science and Technology and Joining.
- DA CRUZ, J. R.; SCOTTI, A., 2013, Materiais para Eletrodos que Emitem Termiõnicamente em Soldagem a Arco. Soldagem e Inspeção, v. 18, n. 4, p. 370-379.
- JARVIS, B. L., 2001, Keyhole gas tungsten arc welding: a new process variant. Wollongong: Doctor Philosophy thesis, Faculty of Engineering, University of Wollongong.
- KUMAR V., LUCAS B., HOWSE D., MELTON G., RAGHUNATHAN S., VILARINHO L.O., 2009, Investigation of the A-TIG mechanism and the productivity benefits in TIG welding Conference on the Joining of Materials (JOM 15) and 6th International Conference on Education in Welding (ICEW 6) Helsingor, Denmark, 3-6.
- LIMA, E. F.; FOSCHINI, M.; MAGINI, M., 2001, “O efeito termiônico: uma nova proposta experimental”, Revista Brasileira de Ensino de Física, Brasil, v. 23, n. 4, p.391-394.
- LOHSE, M. et al., 2013, “Keyhole welding with CF-TIG”, International Institute of Welding, Document XII-2141-13.
- MATSUDA, F. et al., 1987, Effect of surface coating around tungsten electrode on formation of "Rim". Transactions of JWRI, Osaka, v. 16, n. 1, p. 211-214.
- SADEK, A. A.; USHIO, M.; MATSUDA, F., 1990, “Effect of rare earth metal oxide additions to tungsten electrodes”, Metallurgical transactions A, v. 21A, p. 3221-3236.
- SAVAGE, W. F.; NIPPES, E. F.; AGUSA, K., 1979, Effect of Arc Force on Defect Formation in GTA Welding. Welding Journal, 212s-224s.
- SCHNICK, M. et al., 2010, “Cathode focussed TIG - Fundamentals and Applications”, International Institute of Welding, Document XII-1985-10.

7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

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

ARC CONSTRICTION STUDY FOR THE ELECTRODE COOLING IN TIG WELDING PROCESS

Vinicius Lemes Jorge, viniciuslemesj@hotmail.com¹
Américo Scotti, ascotti@ufu.br²

¹Federal University of Uberlândia, Av. João Naves de Ávila 2121, Uberlândia-MG, Bloco 5H – Laprosolda, Brazil

²Federal University of Uberlândia, Av. João Naves de Ávila 2121, Uberlândia-MG, Bloco 5H – Laprosolda, Brazil

Abstract: *New studies focused on variants of welding processes are possible solutions to maintain the industry's manufacturing competition and technology leadership by increasing productivity or lowering costs. Developments in TIG welding are growing, revealing some technologies that combine certain welding techniques to this process in order to be more competitive in the business market. For example of this evolution is the proposal of increasing the process efficiency by the electrode super-cooling. This process is showed by some torches manufacturers; however they don't provide much information on the process' know-how. Thus, the aim of this paper is to comprehend occurred phenomena in arc constriction for electrode high cooling and to evaluate the viability of this process in consideration of getting high penetration in weld bead. To that extent, a project was designed and a torch constructed based on a greater exchange heat efficiency between the coolant and the case electrode. To this end, it is expected that only the tip of the electrode would heat up to the emission's temperature, focusing the arc. The carried study was possible through a comparative welding between a conventional torch and a manufactured torch in three levels of current (200, 250 and 300 A), under the same parameter conditions. The performance analysis about these torches was evaluated in three ways. The first, by arc weld video recording, identifying the coupling region of arc-electrode, and also the possibility of viewing the size and width of arc weld. The second was, identifying the areas that determine distinct functions on the electrode, based on the observation of electrode tips after welding. The third analysis form was a macrograph test verifying molten zone, penetration and width of the weld bead. The results indicate a width arc reduction for the manufactured torch on the current level of 250 A. For the other levels, this difference was not noticeable. The images suggest that the electrode tip of the manufactured torch gets hotter when compared to conventional, for the three current levels, and that was not expected. The emission areas's values were lower for manufactured torch when compared to conventional at the same current level, suggesting a higher current density for manufactured torch electrode, possibly because of a cathodic constriction occurrence. The weld bead's penetration values were higher for manufactured torch. Finally, the results showed that the use of electrode super-cooling able to concentrate the arc and increase the penetration, although it was not significant.*

Keywords: TIG, Cooling, Arc Constriction, Torch