



20º POSMEC

SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Desenvolvimento de técnicas para estudo da física do arco de soldagem

Autor

Marcelo Lemos ROSSI

Orientador:

Prof. Dr. Américo SCOTTI

Co-Orientador:

Prof. Dr. Volodymyr PONOMAROV

Este trabalho tem por objetivo principal o desenvolvimento de técnicas especiais capazes de auxiliar no estudo de fenômenos físicos que ocorrem em um arco de soldagem, que até o momento são obscuros por falta de constatação.

Em Vilarinho (2009), ele discorre sobre a importância do entendimento da física do arco que pode levar a melhora dos processos de soldagem e até mesmo no desenvolvimento de novas tecnologias para soldagem e em Scotti & Ponomarev (2008), é dada uma introdução à física do arco para que o leitor possa ter um melhor entendimento do processo de soldagem MIG/MAG.

A física do arco de soldagem é uma área de difícil compreensão, devido à grande dificuldade da medição das propriedades físicas do arco sem causar interferência em sua estrutura nem a destruição dos instrumentos de medição, pois se trata de um elemento sensível e de elevadas temperaturas.

Segundo Modenesi & Marques (2006) o estudo experimental do arco elétrico é realizado principalmente de forma indireta, uma vez que as condições no arco são extremamente agressivas e métodos diretos tendem a perturbar de forma significativa as condições do arco e que o estudo tanto experimental como teórico do arco é, em geral, bastante complicado e muitos aspectos ainda permanecem pouco compreendidos.

Para os experimentos escolheu-se o processo TIG, devido a sua estabilidade e facilidade de controle, argônio com gás de proteção e meio ionizante e eletrodo de tungstênio como cátodo.

O comportamento do arco foi medido através da tensão, pois a fonte utilizada foi de imposição de corrente, dessa forma toda a resposta do arco será medido em forma de tensão.

Utilizando um filtro especial e câmera foi possível fotografar o arco TIG com diversas correntes, para que fosse feita uma análise visual do arco e para não fundir a base utilizou-se base de cobre refrigerado e grafite, para evitar efeitos da poça de fusão.

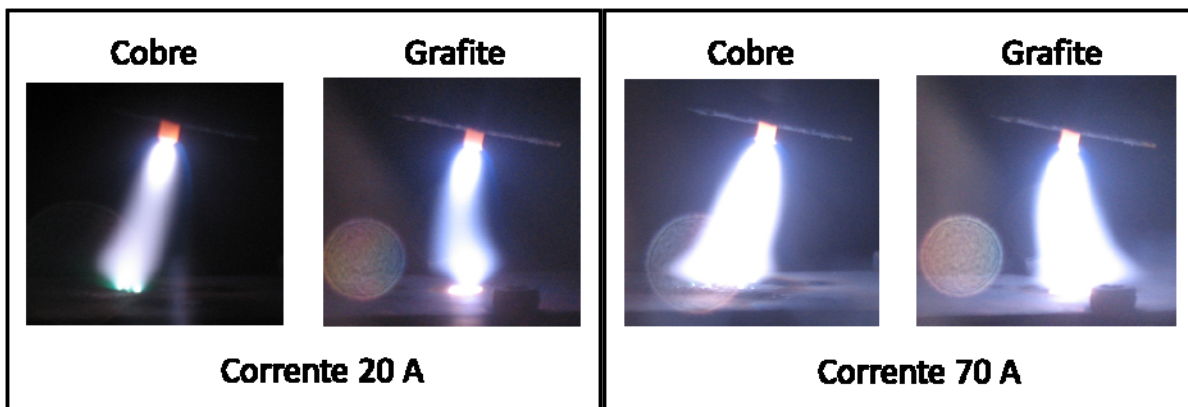


Figura 1: Imagem do arco de soldagem TIG com corrente muito baixa (20 A) e corrente já utilizada em soldagem e comprimento de 17 mm.

Pela análise visual do arco, Figura 1, foi possível verificar que a maior parte do calor de um arco encontra-se nas regiões anódicas e catódicas (chapa e eletrodo, respectivamente) para arcos de correntes baixas (arco de 20 A) e que essas regiões aumentam com o aumento da corrente (arco de 70 A) e com descrito por Ayrton (1896) em suas pesquisas com arco elétrico.

Também foi possível verificar, pela Figura 1, grande diferença nas regiões anódicas, sendo a do cobre pontos anódicos separados (pontos brilhantes sobre o cobre) e que o aumento de corrente aumenta o número de pontos anódicos. Já o grafite apresenta apenas um grande ponto anódico (mancha amarela na Figura 1) e o aumento da corrente provoca um aumento da área dessa mancha.

Ao movimentar a chapa foi possível verificar que quando há poucos pontos anódicos no cobre eles seguram o arco, o que dá a impressão de que o arco possui pernas e caminha sobre o cobre, mais o aumento do número de pontos anódicos (aumento de corrente) perde-se o efeito de caminhada do arco. Já sobre o grafite, o arco não se prende nos pontos anódicos o que dá a impressão do arco deslizar sobre o grafite.

Para tentar medir as diferenças entre as zonas anódicas do cobre e do grafite, foi realizado o levantamento da curva característica estáticas do arco, que relaciona a corrente e tensão do arco. Pela Figura 2 pode verificar que o grafite precisa de menos energia do que o cobre, já que a tensão exigida pelo arco é menor.

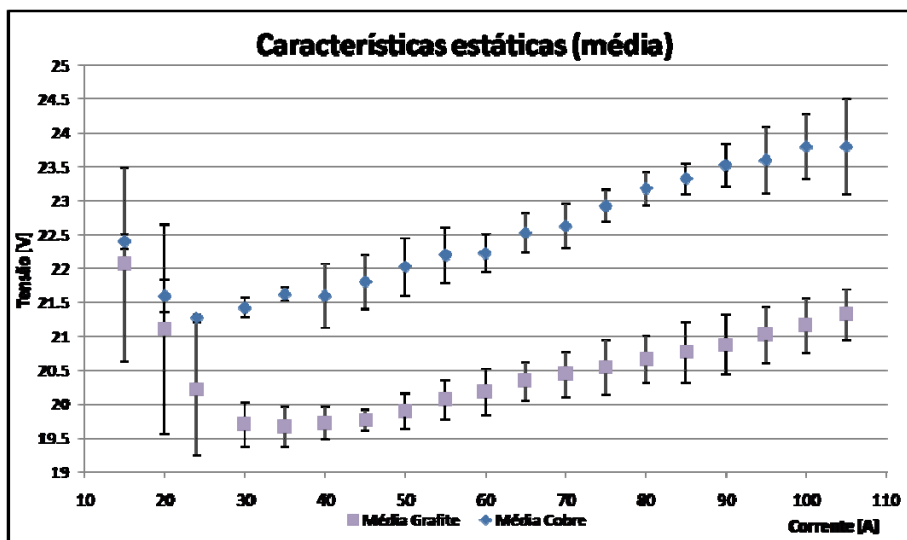


Figura 2: Curva característica estática do arco quando o anodo é cobre e quando é grafite.

Diante dos diferentes comportamentos da zona anódica, abre a oportunidade de desenvolver pesquisas sobre os mecanismos da zona anódica, possibilidade de desenvolvimento de outros métodos de soldagem ou a melhoria dos existentes.

Também foram realizadas pesquisas com arcos híbridos, que ocorre quando dois arcos elétricos se interagem, e inspirados no trabalho de Resende (2009) aonde ele diz: “Com o avanço da tecnologia, aumentou-se a procura por processos com maior capacidade de produção e produtividade, o que nos levaram aos “Processos Híbridos de Soldagem”” e o grupo Laprosolda da UFU possui pesquisas sobre o processo “Plasma-MIG”, um processo híbrido no qual um arco MIG queima dentro de um arco Plasma, dessa forma buscou-se mecanismos para o estudo do arco híbrido do processo Plasma-MIG.

Para o estudo desse arco foi feita uma adaptação na tocha de soldagem, onde o processo MIG foi substituído pelo processo TIG, pois no processo MIG o eletrodo é consumível o que leva a massa fundida no eletrodo a ser transportada pelo arco que podem interferir nas análises, assim, a utilização do TIG no lugar do MIG permite uma análise mais apurada da interação dos arcos.

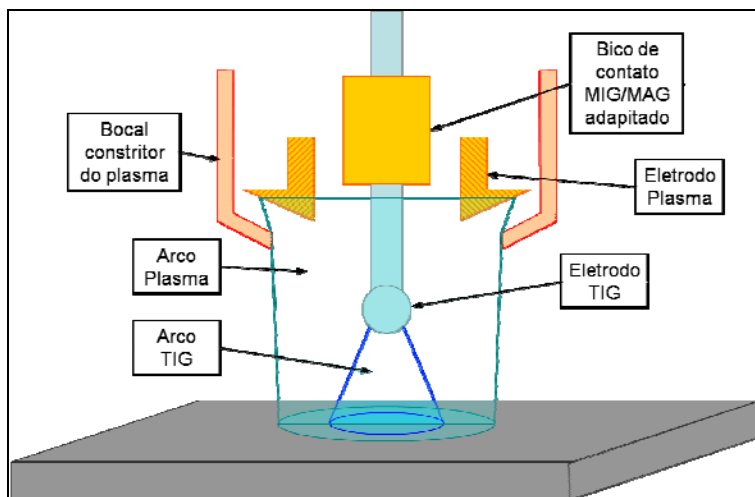


Figura 3: Adaptação realizada no processo Plasma-MIG para o estudo da física do arco.

A Figura 3 mostra como foi feita a adaptação do processo Plasma-MIG e a Figura 4 mostra a influência mútua nos arcos ao manter a corrente do arco Plasma fixa e pulsar a corrente do TIG, onde é possível notar a ocorrência de mudança no padrão da pulsação da tensão do arco TIG quando há a corrente do arco Plasma e, também, que a tensão do arco Plasma tende a acompanhar a tensão do arco TIG.

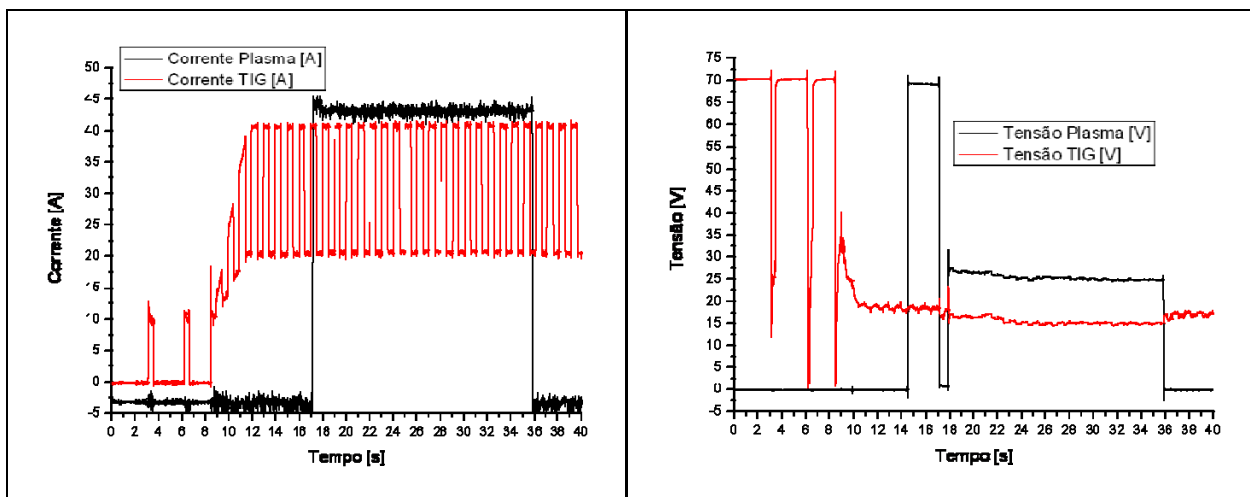


Figura 4: Influência mútua dos arcos quando a corrente do arco TIG é pulsada. O lado esquerdo representa o oscilograma da corrente e o lado direito o oscilograma da tensão.

A utilização do TIG no lugar do MIG permite analisar o comportamento do arco híbrido com mais clareza e os resultados obtidos podem ajudar melhor entender o funcionamento do processo Plasma-MIG, levando a melhoria do processo e também é um avanço nas pesquisas com arco híbrido.

Pelos resultados obtidos podemos verificar que um melhor entendimento do arco de soldagem permite melhorar os processos de soldagem e até mesmo nos possibilita desenvolver novos processos, sendo eles mais produtivos e de melhor qualidade.

Foi possível verificar que materiais diferentes possuem zonas anódicas diferentes o que permite o aprofundar no estudo dessa zona e tentar modelar o mecanismo de seu funcionamento.

O grafite, mostrando que necessita de menos energia para receber elétrons e facilidade de movimentação do arco nele, pode se utilizado em aplicações como turbinas e fornos a plasma

Com um estudo mais aprofundado da zona anódica e do grafite pode-se melhorar o processo de goivagem a grafite, pois com o grafite na polaridade positiva o arco pode se mover com facilidade no eletrodo, o que justifica o uso do grafite positivo pelos goivadores.

Sobre o estudo dos arcos híbridos, a adaptação do eletrodo TIG mostrou ser muito eficiente na análise da interação entre os arcos o que levará a avanços em pesquisas com arcos híbridos, principalmente em pesquisas com o processo Plasma-MIG.

Referências

AYRTON, H., 1896 **The electric arc**, Londres, The D. Van Nostrand Company.

MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V., 2006 **Soldagem I - Introdução aos Processos de Soldagem**, UFMG Departamento de Engenharia Metalúrgica, Belo Horizonte – MG

Resende, A. A., 2009, **Uma contribuição à análise dos parâmetros de soldagem do processo plasma-mig com eletrodos concêntricos**, Disertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG

SCOTTI, A.; PONOMAREV, V., 2008 **Soldagem MIG/MAG: melhor entendimento, melhor desempenho**, São Paulo: Artliber Editora

VILARINHO, L. O., 2009 **O arco TIG a 100 A e argônio puro é um arco especial?**. Revista Soldagem & Inspeção, São Paulo, v. 14, n. 4, Dec. 2009.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Faculdade de Engenharia Mecânica
Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica
www.posgrad.mecanica.ufu.br