

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

TÍTULO

INFLUÊNCIA DO PROCESSO MIG/MAG TÉRMICO SOBRE A MICROESTRUTURA E A GEOMETRIA DA ZONA FUNDIDA

Doutorando: Sérgio Rodrigues Barra

Orientador: Prof. Augusto José de Almeida Buschinelli, Dr. Ing.

RESUMO

Esta Tese de Doutorado pretende contribuir para um melhor entendimento dos reais efeitos mecânico-metalúrgicos da “*pulsção térmica*”, explicitando as vantagens e limitações do uso dessa nova variante na soldagem de ligas metálicas de emprego comum em engenharia. O estudo enfoca as possíveis implicações, nos campos do processo (estabilidade na transferência metálica) e da metalurgia da soldagem (microestrutura da zona fundida), geradas na implementação do processo *MIG/MAG Térmico* em ligas susceptíveis ou não a transformações no estado sólido (Aço baixo carbono ABNT 1020 e liga AlMg AA 5052-H34). A pesquisa envolve a análise sistemática do uso de duas formas de onda de *pulsção térmica*, apresentando diferentes mecanismos de deposição, sobre as alterações na geometria (reforço, penetração, largura, etc..) e na microestrutura da zona fundida (tamanho e forma do grão, presença de vazios e fração volumétrica dos microconstituintes). Planejamento fatorial completo 2^k é utilizado como ferramenta estatística na avaliação e validação dos experimentos. Os resultados obtidos são interpretados através do cruzamento das informações operacionais (oscilogramas de corrente, tensão e velocidade de alimentação do arame) e da filmagem em alta velocidade do processo de transferência metálica (*shadowgrafia*) com a resposta metalúrgica apresentada na zona fundida. Como suporte na realização e análise dos experimentos foram utilizados: uma fonte eletrônica multi-processo, interfaceada com um sistema de aquisição e controle dos sinais elétricos, um sistema laser-ótico de filmagem em alta velocidade (**shadowgrafia**), microscopia ótica e eletrônica de varredura (**MEV**) e outros equipamentos necessários à caracterização do depósito. Como resultado foi observado que o processo de soldagem *MIG/MAG Térmico* influencia significativamente a geometria e o aspecto do cordão, a forma e o tamanho médio dos grãos e a fração volumétrica dos microconstituintes na zona fundida. Adicionalmente, detectou-se que a condição operacional pode induzir na quantidade de vazios (bandas de porosidade e falta de fusão) e na largura média da zona termicamente afetada.

Palavras-Chave: Soldagem; MIG/MAG térmico; Zona fundida; Aspecto superficial.

ABSTRACT

This thesis intends to contribute to improve the understanding of *mechanical-metallurgic* effects of the *thermal pulsation*, bringing about the advantages and limitations on using this new variant in welding of metallic alloys of common employment in engineering. The study focuses the possible implications, in the fields of welding process (stability in the metal transfer) and welding metallurgy (microstructure of the fusion zone), generated in the use of variant *GMAW with thermal pulsation*, in materials with and without solid-state transformation (mild steel ASTM 1020 and aluminum alloy AA 5052-H34). The research involves the systematic analysis of the use in two wave configuration of *thermal pulsation*, showing different deposition mechanisms, upon the alterations in the surface aspect and geometry of weld bead and in the microstructure of fusion zone (size and grain shape, presence of void and phases distribution). Full 2^k factorial design is used as statistical tool in the evaluation and validation of the experiments. The obtained results are interpreted through the crossing of operational information (current, voltage and wire feeding speed signals) and the image of metal transfer behavior with the metallurgic answer presented in fusion zone. To support the accomplishment and analysis of the experiments an electronic power supply was used, coupled to electric signs acquisition and control systems, a laser shadowgraph (high-speed filming), optical microscopy and scanning electron microscopy (SEM) and other necessary equipments to the deposit characterization. As result were observed influences in the geometry and aspect of the weld bead, the form and size of grains and phase transformation in fusion zone with the implementation of the *GMAW with thermal pulsing*. In addition, it has been detected that the operational condition can affect the amount of voids (porosity bands and fusion lack), the cell size and the average width of heat-affected zone.

Key-Words: Welding; GMAW with thermal pulsation; Fusion zone; Surface aspect