

### MmeMcc40-002

#### **Determinação dos parâmetros de soldagem por atrito rotativo da liga Bronze-Silício CuSi3Fe2Zn3 pela metodologia de superfície de resposta**

Machado, H.P.(1); Nakamoto, F.Y.(1); Santos, G.A.(1); Batalha, G.F.(2); Santos, V.T.(3);

(1) IFSP-SPO; (2) USP; (3) TM;

O processo de soldagem por atrito rotativo é amplamente utilizado em diversos setores industriais, incluindo aeroespacial, automotivo, naval e nuclear, para a obtenção de juntas de alta qualidade. O presente estudo teve como objetivo analisar e otimizar os parâmetros de soldagem por atrito rotativo convencional da liga Bronze-Silício CuSi3Fe2Zn3 a partir da Metodologia de Superfície de Resposta, cujo alvo foi maximizar o limite de resistência à tração (LRT) da junta soldada. A referida liga, especificada pela norma AMS 4616, possui teor significativo de ferro e, em conjunto com a autolubrificidade do silício, oferece excelentes propriedades de desgaste. Através do método de escalada contínua, foram determinados os parâmetros ótimos de rotação em 3300 rpm, tempo de atrito em 25 s, pressão de atrito em 0,5 MPa, tempo de forjamento em 16 s e pressão de forjamento em 8 MPa. Tempo de atrito e rotação foram os fatores que mais contribuíram para maximizar a resposta LRT. A partir dos parâmetros ótimos, foram conduzidos experimentos de confirmação e realizados ensaios mecânicos, metalográficos e de medição de temperatura. Os resultados máximos obtidos foram 424 MPa para o limite de resistência à tração, 181 MPa para limite de escoamento a 0,2%, e 33,63% de alongamento total, superiores àqueles indicados na norma como requisitos mínimos. Os registros micrográficos revelaram uma microestrutura recristalizada na zona central de soldagem (ZCS), composta por grãos equiaxiais de fase alfa. O tamanho médio de grão diminuiu de 0,025 mm, na condição original, para 0,010 mm, após a soldagem. A zona afetada pelo calor apresentou princípio de recristalização com solução de fase alfa, enquanto na região do metal de base não se verificou definição granular, o que sugere ter havido influência da expansão do gradiente térmico durante o processo. Apesar da diminuição do tamanho médio de grão e da compactação da microestrutura na mesma região, constatou-se uma diminuição da microdureza, registrando um valor médio de 124,3 HV, inferior à média original de 180 HV do material. A média das durezas na ZCS foi de 128,9 HB, o que atende aos requisitos mínimos da AMS 4616. No entanto, observou-se também uma redução em comparação com a condição original do material, que apresentava uma dureza de 145 HB. Foi identificada a presença de microtrincas na ZCS, o que fornece uma explicação para a fratura de alguns corpos de prova na interface de contato, quando submetidos à tração. No processo de medição de temperatura utilizou-se a técnica de termografia. Verificou-se que o valor médio na ZCS foi de 563 °C, e que as temperaturas a aproximadamente 10 e 20 mm de distância da ZCS atingiram 361 °C e 169 °C, respectivamente.