

Análise Microestrutural de Ligas de Alumínio de Alta Resistência Soldadas por Fricção e Mistura (FSW) e Tratadas Termicamente.

ODAIR JOSÉ PEREIRA¹, CARLA ISABEL DOS SANTOS², CEZAR AUGUSTO DE JESUS FALCÃO³.

¹ Aluno do Curso de Engenharia Mecânica, Campus Sertãozinho, odairpereira99@gmail.com

² Escola de Engenharia de São Carlos - USP, Orientadora do Trabalho de Conclusão do Curso, carla.ism@hotmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Co-Orientador do Trabalho de Conclusão do Curso, cajfalcao@ifsp.edu.br

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo avaliar a microestrutura de juntas de alumínio de grau aeronáutico similares (AA2198-T854) e dissimilares (AA2050-T84 com AA7050-T7451), soldadas por FSW (Friction Stir Welding) e que serão tratadas termicamente com recozimento, envelhecimento natural e artificial. Tal análise será feita afim de colaborar com a viabilização da utilização do processo de soldagem por FSW na fabricação de aeronaves em substituição da rebiteagem, reduzindo tempo de fabricação e peso das aeronaves.

PALAVRAS-CHAVE: FSW; Rebiteagem; Ligas Dissimilares; Micrografia; Microdureza Vickers.

Microstrutural Analysis of High Resistance Aluminum Alloys by Fiction Stir Welding (FSW) and Thermally Treated.

ABSTRACT: The aim of this work is to evaluate the microstructure of similar and non-uniform aeronautical grade aluminum joints (AA2198-T854) and dissimilar (AA2050-T84 with AA7050-T7451) welded by FSW (Friction Stir Welding) and treated thermally with natural and artificial aging. This analysis will be done in order to collaborate with the feasibility of the use of the FSW welding process in the manufacture of aircraft in replacement of riveting, reducing manufacturing time and aircraft weight.

KEYWORDS: FSW; Riveting; Dissimilar Alloys; Micrography; Vickers Microhardness.

INTRODUÇÃO

Na busca por novas tecnologias nos processos de fabricação da indústria aeronáutica, várias pesquisas estão sendo realizadas no intuito de uma certificação da substituição do processo de rebiteagem pela solda por FSW, sendo em vista que tal substituição poderá reduzir o peso da aeronave em 30% (MACIEL, 2013). Por se tratar de uma soldagem por forjamento sem a fusão do metal base, tem obtido grandes resultados com juntas soldadas livres de distorções e de defeitos comuns nos processos por fusão. Mesmo com essas vantagens a solda por fricção e mistura provoca uma recristalização dinâmica na região do nugget, afetando as propriedades mecânicas dos materiais (SU et al, 2003). O uso de tratamentos térmicos de recozimento, envelhecimento natural e artificial com ciclos de temperatura adequados para cada liga, tem por finalidade provocar a formação de precipitados que podem melhorar as propriedades mecânicas afetadas durante a soldagem.

MATERIAL E MÉTODOS

A soldagem foi realizada em juntas de topo com material similar, AA 2198-T851 e juntas de topo com as ligas dissimilares AA 2050-T84 com AA7050-T7451.

Todo processo de soldagem foi executado no Centro Nacional de Pesquisa em energia e Materiais (CNPEM)- Laboratório Nacional de Nano Tecnologia (LNNano).

As figuras abaixo **1 (a) e (b)** mostram o preparo da junta e do equipamento para a execução da soldagem.

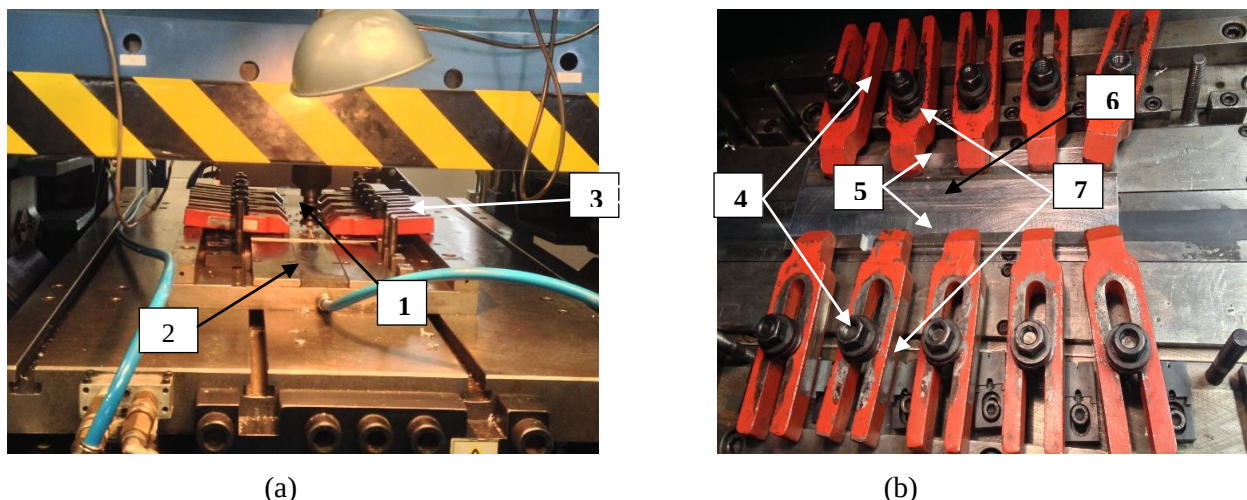


Figura 1. Preparo da junta de topo a ser soldada. (1) Ferramenta. (2) Base do dispositivo. (3) Grapas. (4) Parafusos de ajuste e fixação lateral da junta. (5) Apoios de fixação das grapas. (6) Junta de topo. (7) Apoio de alinhamento.

A tabela abaixo mostra os parâmetros utilizados para a soldagem por FSW para cada tipo de junta.

Tabela 1. Parâmetros utilizados para a soldagem por FSW

Itens	Materiais Soldados	
	2198-T851	2050-T84 com 7050-T7451
Penetração (mm)	1,55	5,95
Angulo de inclinação	3	3
Velocidade de Rotação (rpm)	800	400
Velocidade transversal (mm/min)	300	100
Força Axial (KN)	4	20

A soldagem da liga de alumínio-lítio AA2198-T851 foi realizada com controle de carga a 4KN e penetração total, que garante uma redução da deformação das chapas devido ao aquecimento e esforços gerados durante a soldagem, reduzindo assim a proporção de empenamento.

A junta dissimilar da liga AA2050-T84 com a AA7050-T7451 foi soldada com o controle de carga a 20KN e penetração total.

Após o processo de soldagem foram extraídas amostras da região da solda com dimensões de 22,5x 2mm da junta similar e 22,5x 6,5mm da junta dissimilar.

Para a realização dos tratamentos térmicos foi utilizado um forno tipo mufla da marca ZEZIMAQ, modelo 30-15-15 com controlador DIGIMEC modelo FHMP.

A amostra da junta similar AA 2198-T851 foi submetida a um recozimento para alívio de tensões na temperatura de 350°C por um tempo de 4 horas. Da junta dissimilar AA 7050-T7451 com a AA 2050-T84 foram retiradas duas amostras que passaram por um tratamento térmico de solubilização na temperatura de 475°C com tempo de encharque de 45 minutos e resfriamento rápido em água. Após a solubilização, em uma das amostras foi realizado um envelhecimento artificial na temperatura de 175°C por um tempo de 4 horas. Na segunda amostra foi realizado um envelhecimento natural a temperatura ambiente por 20 dias.

Na sequência as amostras foram embutidas em baquelite, e preparadas conforme norma ASTM E3-11 com lixas de granulometrias 400, 600, 800, 1200, 1500 e 2000, e posteriormente polidas

com pasta de diamante Tipo S de 15µm; 3µm; 1µm e 1/4µm. Em seguida foram atacadas durante o tempo de um minuto, com reagente Keller diluído a 10 vezes. Com as juntas preparadas, foram feitas imagens por Microscopia Ótica (MO) com microscópio de resolução máxima de 100 vezes.

Os ensaios de microdureza Vickers (HV) foram realizados nas linhas de sessão transversal da solda conforme norma ASTM E3 84 e ASTM E 92. Para o perfil de dureza da junta de topo similar da liga AA2198-T851, foi utilizada uma carga de 100gf, tempo de 10 segundos e distância entre as identações de 140µm.

Para a junta dissimilar AA7050-T7451 e AA2050-T84 foi utilizada uma carga de 50gf, tempo de 15 segundos e distância entre identações de 50µm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa encontra-se na fase de análise das imagens de micrografia e nos resultados da microdureza vickers, para verificar se houve uma alteração na microestrutura do material e como se encontra o perfil de dureza nas linhas de seção transversal da solda.

CONCLUSÕES

Após análise das micrografias e dos resultados dos ensaios de microdureza Vickers, será verificado se houve a formação de precipitados que ajudam na melhoria das propriedades mecânicas e se houve um aumento ou diminuição da dureza do material.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. (2011). E3-11: Standard guide for preparation of metallographic specimens. West Conshohockem

_____. ASTM E384-16: Standard test method for knoop and vickers hardness of materials. West Conshohockem, 2016.

_____. ASTM E92-16: Standards tests methods for vickers hardness and knoop hardness of metallic materials. West Conshohockem, 2016.

MACIEL, C. I. S. (2013). Estudo da tenacidade e fadiga em meio assistido da liga de Al-Li de grau aeronáutico AA2050-T84. 208f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil.

SU, J.-Q. et. al. (2003). Microstructural investigation of friction stir welded 7050-T651 aluminium. Acta Materialia, pp.713-729.