

ESTUDO DO COMPORTAMENTO COMPRESSIVO E CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE ALUMÍNIO 2024 - T351 POR TRATAMENTOS TÉRMICOS

Wesley Rosalino dos Santos, santosengmec@gmail.com

Carlos Triveño Rios, triveno@ufmt.br

UFMT-CUR Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, km 06 (MT-270) – Bairro Sagrada Família

RESUMO: O presente trabalho consiste na caracterização mecânica da liga 2024 T351 a partir de ensaios de compressão a frio e por análises de Microdureza Vickers, assim, como por análise microestrutural via microscópio óptico. As medidas de microdureza Vickers e de tensão de escoamento compressivo a frio foram realizadas em amostra como recebida e em amostras recozidas. Os resultados mostraram que houve mudança microestrutural desde grãos alongados, presentes em baixas temperaturas, para grãos arredondados em altas temperaturas de recozimento. Na temperatura de 300 a 400°C observou-se que houve um amolecimento do material devido à queda de dureza e de tensão de escoamento para níveis de 86HV e ~200 MPa, respectivamente. Entretanto, em temperatura de recozimento de 500°C houve recuperação de suas propriedades.

PALAVRAS-CHAVE: Ligas de alumínio, 2024-T351, Propriedades Mecânicas.

ABSTRACT: *This work consists of mechanical characterization of the alloy 2024 T351 from cold compression tests and Vickers Microhardness analysis, as well as by microstructural analysis via optical microscopy. Vickers Microhardness measurements and compressive yield stress were carried out in the cold sample as received and annealed samples. The results showed microstructural change from elongated grains are present in low temperatures, to rounded grains at higher annealing temperatures. At the temperature of 300 to 400°C showed that there was a softening of the material due to the decrease of hardness and yield stress levels for 86HV and ~ 200 MPa, respectively. However, annealing at a temperature of 500°C was no recovery of their properties.*

KEYWORDS: *Aluminum alloys, 2024-T35, mechanical properties.*

INTRODUÇÃO

A liga de alumínio 2024 na condição T351 é um material solubilizado, e envelhecido naturalmente e que posteriormente é tratado termicamente para o alívio de tensões. Atualmente, essa liga é usada em grande parte em aplicações automotivas e aeronáuticas devido à baixa densidade e baixa sensibilidade aos efeitos de fadiga (Lage, 2009), além de apresentar boa usinabilidade acompanhada de bom acabamento superficial. Ligas de alumínio da série 2024 correspondem ao sistema Al-Cu-Mg, neste caso o cobre é o elemento de liga principal e o Mg é o elemento de liga secundário. Após tratamentos térmicos essas ligas podem atingir limite de resistência à tração superior ou igual aos aços doces, porém a resistência à corrosão dessa série é inferior a de outras ligas de alumínio. É observado que a alta resistência dessas ligas se deve principalmente à precipitação e redistribuição de partículas finas de Al_2CuMg . Em atenção ao controle estrutural e mecânico, o presente trabalho tem por finalidade estudar o comportamento mecânico da liga 2024 T351 em diferentes temperaturas de recozimento.

METODOLOGIA

A liga de alumínio 2024-T351 foi doado pelo DEMa-UFSCar, na forma de chapa laminada. A Tab. 1 apresenta

a composição química do material. [Alcoa, 2010].

Tabela 1. Composição Química da Liga 2024 T351 (% em peso) [Alcoa, 2010]

| Zn | Mg | Cu | Fe | Cr | Si | Mn | Ti | Al |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|
| 0,25 | 1,5 | 4,4 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,6 | 0,15 | 92 |

Para análise microestrutural e para ensaios mecânicos foram retiradas amostras da liga 2024-T351. Através de corte com líquido refrigerante (H_2O), a fim de não alterar as propriedades da liga como fornecida. As amostras foram preparadas por metalografia convencional (lixamento, polimento e ataque químico). Os ensaios de compressão a frio foram realizados em amostras cujas dimensões foram; (5x5x10) mm, a uma velocidade constante de deformação de 1,0 mm/min (Emic DL 60000). As medidas de Microdureza Vickers (Digimess) foram realizadas com carga de 500 gf (4,9N) por um tempo de impressão de 20 segundos. Cada valor de dureza corresponde a seis impressões. A caracterização microestrutural foi realizada em microscópio metalográfico (marca Kontrol). Entretanto, os tratamentos térmicos de recozimento foram realizados em forno de resistência, onde 03 amostras foram submetidas a cada temperatura de recozimento de 100, 200, 250, 300, 400 e 500 ± 15 °C, por um tempo de 1h. Seguidamente foram resfriadas rapidamente em água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. (1) mostra microestruturas típicas da liga 2024, quando recozida em diferentes temperaturas. Observam-se, micrografias com presença de grãos alongados até a temperatura de 200°C Fig. (1a-b), indicativa que a liga inicialmente sofreu conformação mecânica, especificamente, laminação. Entretanto, na temperatura de 200°C Fig. (1b), observa-se que os contornos de grão são mais grosseiros indicando uma possível precipitação de segundas fases. Em temperatura de 400°C Fig. (1d) aparentemente houve desaparecimento dos grãos alongados, sugerindo, que em temperaturas de 300 e 400°C ocorre mecanismos de engrossamento, coalescência e recristalização de grãos. A ação desses mecanismos é confirmada na temperatura de recozimento de 500°C Fig. (1d), onde os grãos alongados, observados em baixas temperaturas de recozimento, são substituídos por grãos que tendem a ser arredondados ou esféricos.

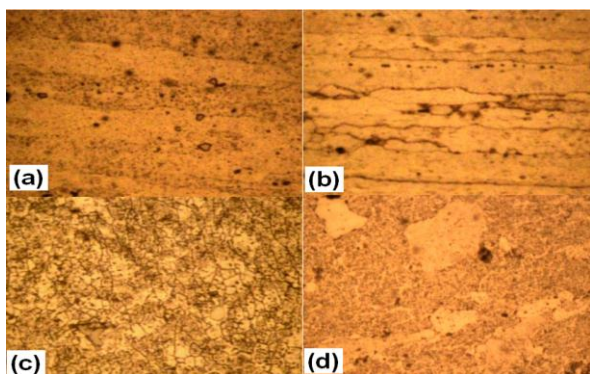


Figura 1. Microestruturas típicas de amostras recozidas por 01 hora, em; a) 100°C, b) 200°C, c) 400°C e d) 500°C, aumento de 1000X

A Fig. (2) mostra resultados de ensaios de compressão a frio, em relação às propriedades de tensão de escoamento em deformação de 0,2%.

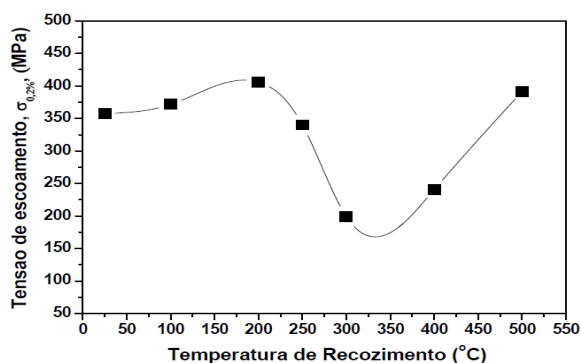


Figura 2. Tensão de escoamento compressivo, $\sigma_{0,2\%}$, em função da temperatura de recozimento.

Já a Fig. (3) mostra resultados de medidas de microdureza Vickers.

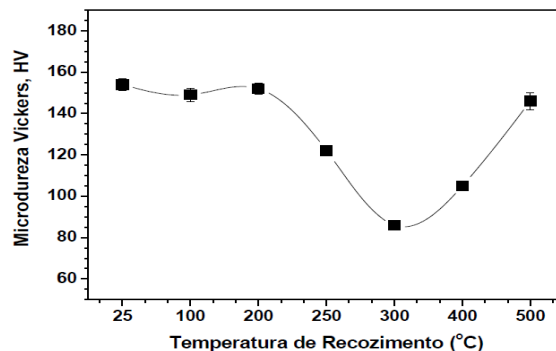


Figura 3. Microdureza Vickers em função da temperatura de recozimento

Os gráficos mostram uma tendência quase semelhante em relação ao escoamento e à dureza Vickers do material em função da temperatura de recozimento. Observa-se que até temperaturas próximas a 200°C as propriedades da liga 2024-T351 são mantidas quase constantes, já na temperatura de 250°C se observa uma queda significativa. Isso é mais acentuado nas temperaturas de 300 e 400°C. Esse comportamento sugere que a liga 2024 na condição T351 sofre um amolecimento em suas propriedades mecânicas, isso devido aos mecanismos de coalescimento e crescimento de grãos. Por outro lado, na temperatura de 500°C ocorre a recuperação de suas propriedades mecânicas, em valores próximos aos observados na liga como fornecida.

CONCLUSÃO

O efeito da laminação e do tratamento térmico (solubilização e envelhecimento natural) no material, como recebido, foram removidos em temperaturas superiores a 200°C, devido à queda de dureza e da tensão de escoamento para valores de 86HV e ~200 MPa, respectivamente. Entretanto em temperatura próximas à solubilização (500 °C) da liga observou-se uma recuperação dessas propriedades.

REFERÊNCIAS

- ALCOA, 2010. “Catálogo de Ligas e Temperas de Extrusão”.20/agosto/2011.
<http://www.alcoa.com/brazil/catalog/pdf/Catalogo_Ligas_e_Temperas_final_baixa.pdf>
- Lage, Y. E., 2009. “Análise Estrutural à Asa da aeronave Lockheed Martin C-130H”. 07/Setembro/2011,
<<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/300332/1/C-130%20Tese.pdf>>

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido neste artigo.