

MmePr09-013

Recozimento à Temperatura Ambiente do Cobre após Extrusão Angular em Canal Igual Criogênica

Oliveira, P.F.(1); Magalhães, D.C.C.(1); Cintho, O.M.(2); Braga, D.P.(1); Kliauga, A.M.(1);

(1) UFSCar; (2) Universidade Estadual de Ponta Grossa;

A Extrusão em Canal Angular realizada em temperaturas criogênicas (Cryo-ECA) é uma técnica de processamento promissora para produzir materiais com grãos ultrafinos (UFG) e propriedades mecânicas excepcionais. No entanto, o processamento Cryo-ECAP enfrenta desafios relacionados à instabilidade microestrutural, que pode levar à reversão das melhorias nas propriedades mecânicas e do refinamento da microestrutura quando os materiais são armazenados em temperatura ambiente, fenômeno conhecido como recozimento à temperatura ambiente. Esse comportamento é atribuído à acumulação de alta energia de deformação durante o Cryo-ECAP, principalmente na forma de discordâncias e lacunas. Como resultado, várias pesquisas têm sido conduzidas para compreender os mecanismos por trás da recristalização à temperatura ambiente após o Cryo-ECAP. Este estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade microestrutural do cobre puro armazenado à temperatura ambiente por 5 anos após o processamento Cryo-ECAP. A ECA foi realizada em temperatura criogênica (-80 °C), em uma matriz com ângulo entre os canais de 120° e ângulo de concordância entre os canais igual a 22°. Foram utilizadas amostras no formato cilíndrico, com 10 mm de diâmetro e 70 mm de comprimento, que foram submetidas a até 10 passes, pela rota BC, o que corresponde a uma deformação equivalente (ϵ_{eq}) $\sim 6,4$. As propriedades mecânicas foram analisadas por meio de ensaios de tração uniaxial e medidas de dureza Vickers. Os resultados mostraram um aumento significativo no limite de escoamento (508%) e na dureza (170%) imediatamente após o Cryo-ECAP, devido ao refino microestrutural de 80% em comparação com o material não deformado, além de uma densidade final de discordâncias de $1,1E^{14} \text{ x m}^{-2}$. No entanto, após dois anos de armazenamento em temperatura ambiente, observou-se uma diminuição de 10% no limite de escoamento e uma redução de 22% na dureza em comparação com o material pós-processado. Além disso, foram identificados grãos recristalizados e maclas de recozimento na microestrutura do material armazenado à temperatura ambiente. Ao longo de 5 anos de armazenamento em temperatura ambiente, houve uma redução na densidade de discordâncias, atingindo níveis semelhantes aos da condição inicial ($1,1E^{11} \text{ x m}^{-2}$), juntamente com uma redução contínua nos valores de dureza. Esses resultados destacam que materiais severamente deformados podem passar por fenômenos de recristalização/recuperação estática mesmo quando expostos à temperatura ambiente. Além disso, evidenciam que a ativação desses fenômenos está mais relacionada à energia armazenada na microestrutura do que à temperatura de recozimento em si.