

Ligas de Magnésio-Níquel para Armazenagem de Hidrogênio Processadas por Laminação a Frio

Andressa P. Falcon*, Ricardo Floriano

Resumo

A armazenagem de hidrogênio é um dos gargalos para tornar viável a sua aplicação como fonte de energia alternativa. Neste estudo, amostras de Mg contendo 21 % em peso de Ni foram processadas por a laminação a frio seguida de moagem mecânica (MM) incluindo etapas de tratamentos térmicos (TT). As amostras foram caracterizadas por difração de raios-X e microscopia eletrônica de varredura. Resultados preliminares mostraram uma intensa inserção de defeitos e um refinamento da microestrutura até a escala nanométrica. As amostras que passaram por períodos maiores de TT apresentaram uma estrutura mais refinada. Medidas cinéticas de ativação, absorção e dessorção de hidrogênio estão em andamento.

Palavras-chave:

Armazenagem de hidrogênio, liga Mg-Ni, laminação a frio.

Introdução

O MgH_2 destaca-se por ter capacidade reversível de armazenagem de hidrogênio de 7,6% em massa, boa reversibilidade e estabilidade cíclica, além do baixo custo. Entretanto, ainda há limitações para o uso comercial em larga escala deste hidreto, como, por exemplo, são necessárias altas temperaturas e pressões elevadas para a realização do processo de ativação [1].

Avanços consideráveis foram obtidos nas últimas décadas por meio do uso de materiais nanoestruturados a base de Mg (em pó) aliada a inserção de aditivos e o uso de outras ligas [1]. Neste trabalho, ligas de Mg contendo 21% em peso de Ni foram processadas por laminação a frio seguidas de etapas curtas de MM. A influência de rotinas de tratamento térmico (TT) antes e após a laminação a frio também foram investigadas. Por fim, espera-se definir qual a melhor rota de processamento de acordo com a análise da microestrutura final obtida e da avaliação das propriedades de armazenagem de hidrogênio.

Resultados e Discussão

As amostras de estudo e a descrição da rota de processamento empregada são apresentadas na Tabela 1. Foi adicionado 5% em massa de MgH_2 em excesso durante a etapa de MAE para fins de ativação. .

Tabela 1. Amostras de estudo e rota de processamento empregada.

Amostras de Estudo	Descrição da Rota
1	TT (4 h) → CR (17 passes) → MAE (10 min)
2	TT(12h) → CR (17 passes) → MAE(10 min)
3	CR (17 passes) → TT (4h) → MAE (10 min)
4	CR (17 passes) → MAE (10 min)
5	CR (17 passes) → TT(12h) → MAE (10 min)

Os padrões de DRX revelaram a presença de quatro fases cristalográficas, identificadas como: Mg, Ni, MgH_2 , além da presença da fase espúria de MgO. A presença das fases: Mg, Ni e MgH_2 são esperadas, pois, tratam-se da mistura inicial. Já a formação de MgO (verificada em outros estudos) pode ter ocorrido devido ao processo inicial de moagem, que foi realizada sob ar e também às condições

favoráveis ao aparecimento de óxido, como a elevação de temperatura e o contato do magnésio sólido com o gás oxigênio durante a laminação. Uma orientação preferencial decorrente do processo de laminação, na direção dos planos (002) para o Mg foi observado em todas as amostras de estudo. O tamanho médio de cristalito calculado em todas as amostras foi de 46nm pelo método de Scherrer e 63nm pelo método de Williamson-Hall.

As imagens de MEV (contraste de composição) das amostras de estudo revelam uma matriz rica em Mg, em maior quantidade, com uma boa dispersão da fase de Níquel. Além disso, comparando os períodos de TT, pode-se notar que as amostras que passaram por TT de 12 h possuem uma distribuição de partículas de Mg muito mais refinada do que as amostras que passaram por TT de 4h. Isto pode estar relacionado com um aumento no grau de fragilidade das amostras com o TT prolongado, o que facilitaria a quebra das partículas durante a laminação seguida moagem mecânica.

Conclusões

Com as etapas realizadas até então, pode-se comprovar a efetividade na inserção de defeitos e deformação das partículas, por meio do processamento por laminação a frio seguida de MM. Além disso, a influência que o TT tem no refinamento destas partículas. Espera-se verificar os efeitos destes processamentos com as análises de propriedades cinéticas de absorção e dessorção de hidrogênio e a capacidade de H_2 em massa que estão em andamento.

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Dr Ricardo Floriano pela oportunidade de realização deste trabalho, por todo auxílio e incentivo no decorrer da pesquisa.

Ao PIBIC/CNPQ, pela bolsa de iniciação científica. À Faculdade de Ciências Aplicadas, FCA, da Unicamp e ao Departamento de Engenharia de Materiais, DEMA, da UFSCar, por todo o suporte com os equipamentos utilizados.

¹ D. M. Grant et.al, Review of magnesium hydride-based materials: development and optimisation, *Applied Physics A*, v. 122, 2016.