PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE LIGAS MAGNETOCALÓRICAS

William Toshio Takayama (PIBIC/Fundação Araucária/UEM), Cleber Santiago Alves, e-mail: csalves@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Engenharia Mecânica.

1.05.07.13-2 Materiais Magnéticos e Propriedades Magnéticas

Palavras-chave: processo adiabático, processo isotérmico, temperatura. Estas são palavras chaves de muita importância para realizar o processo experimental do efeito magnetocalórico. Indicar pelo menos um termo da linha de pesquisa ou referencial teórico.

Resumo

Neste presente trabalho foi feita a análise do procedimento experimental para produção das amostras da liga $Gd_xNd_{5-x}Si_4$ no qual serão caracterizadas posteriormente e serão investigado as propriedades magnéticas e magnetocalóricas produzidas por essas série.

Introdução

O efeito mangnetocalórico pode ser caracterizado a partir de do processo adiabático (ou isoentrópico) e o processo isotérmico. O processo adiabático (ou isoentrópico) consiste no isolamento a vácuo do material magnético do ambiente, não havendo troca de calor. Ou seja, a medida que o campo magnético é aplicado ao material, sua temperatura irá variar. Quando o campo é retirado, a temperatura do material magnético diminui. Ao contrário do processo anterior, no processo isotérmico, o material não é isolado a vácuo e estará em contato térmico com o reservatório.

Materiais e Métodos

Para a produção da liga $Gd_xNd_{5-x}Si_4$ é necessária dois passos, o primeiro é a pesagem correta dos elementos com as devidas proporções estequiométricas e após isso é feita a fundição dos elementos por um arco elétrico em uma atmosfera controlada.

Para a fusão dos elementos é necessária limpeza do forno com um papel toalha e álcool. Após isto, colocam-se os elementos sobre o cadinho, onde este servirá de suporte para a fusão dos materiais, de tal forma com que o elemento menos denso que é o silício, que são confeccionados em forma de lascas, fique na parte inferior do cadinho para que não haja a possibilidade de perda de massa quando o arco elétrico é ligado.

Após esta etapa, fecha-se o forno e inicia o processo de evacuação, para que não ocorra contaminação das amostras com oxigênio durante a fusão, criando uma atmosfera controlada e inerte inserindo argônio.

Para a realização do procedimento da evacuação, primeiramente liga-se a bomba de vácuo durante um tempo de dez minutos para realizar a primeira lavagem. Em seguida é inserido argônio até uma pressão de -200 mmHg e ligado novamente a bomba de vácuo durante vinte minutos. Finalizado esse tempo, insere-se novamente argônio até a mesma pressão e novamente evacua-se a panela por mais trinta minutos.

Finalizado os trinta minutos, deve-se começar o procedimento de fusão dos elementos. Para isso é necessário abrir o registro de água para o resfriamento do cadinho e da amostra. Desse modo são devidamente colocados os equipamentos de proteção, como a máscara de soldagem, e assim é ajustada a corrente que irá passar para o arco elétrico que será controlado a partir da ponta de tungstênio até onde estão localizada as amostras. Para reduzir as perdas de massa, deve-se fundir a amostra em uma posição fixa, girar ela de cabeça para baixo e em seguida fundir novamente. Este procedimento deve ser realizado quatro vezes, para que ocorre uma boa homogeneização da amostra.

Com a amostra pronta, deve-se esperar até que ela seja resfriada totalmente e então retirar ela para o cálculo da perda mássica durante o processo de fusão. Este mesmo procedimento deve ser utilizado para todas as amostras da série e suas duplicatas.

Após realizado o corte da amostra, uma das metades da amostra irá ser tratada termicamente. Para isso deve-se posicionar a amostra dentro de uma barquinha de alumina e inserir no interior do forno. A amostra ficará então durante um tempo de dez dias sob o interior do forno a 1050 ^{o}C, com uma atmosfera controlada, com a mesma preparação da fundição, para que não ocorra contaminação da amostra, já que as condições são propicias para que isto ocorra, devido à temperatura elevada.

Para a realização da metalografia, que estuda a estrutura do compósito, é realizado quatro processos que são: o ensaio de embutimento a quente, o lixamento, o ataque químico e a microscopia ótica.

Resultados e Discussão

As amostras tratadas termicamente tiveram resultados não satisfatórios, já que todas as amostras oxidaram após o tratamento térmico. Para este fato foi levantada algumas hipóteses para o problema da oxidação. Tais hipóteses foram: há algum vazamento interno de oxigênio dentro da bomba ou a contaminação do argônio com o oxigênio. Deste modo foi realizada a troca do anel Oring de vedação e foi visto que a pressão se manteve constante a -600 mmHg durante todo o tratamento térmico, assim foi descartada a possibilidade de qualquer tipo de vazamento. Para verificar se o gás argônio estava contaminado foi necessário fazer uma alteração dos procedimentos de lavagem e evacuação antes de começar o tratamento térmico, fazendo com que a última lavagem fosse descartada, assim a último processo, para ocasionar a atmosfera controlada, seria a evacuação durante um tempo de trinta minutos. Deve-se levar em conta também que haja algum outro problema não identificado, como possível ocorrência de reação da amostra com a barquinha de alumina ou falha na medição da pressão pelo manômetro.

Tabela 1 – Dados obtidos da confecção e do tratamento térmico das amostras.

Amostra	Estequiometria	Massa antes da fusão(g)	Massa após a fusão(g)	Perda de massa(%)
1	Gd_5Si_4	3.000	2.956	1.470
2	Gd_5Si_4	3.005	2.954	1.700
3	$Gd_4Nd_1Si_4$	3.001	2.961	1.330
4	$Gd_4Nd_1Si_4$	3.021	2.968	1.750
5	$Gd_3Nd_2Si_4$	3.124	3.086	1.220
6	$Gd_3Nd_2Si_4$	3.026	2.970	1.850

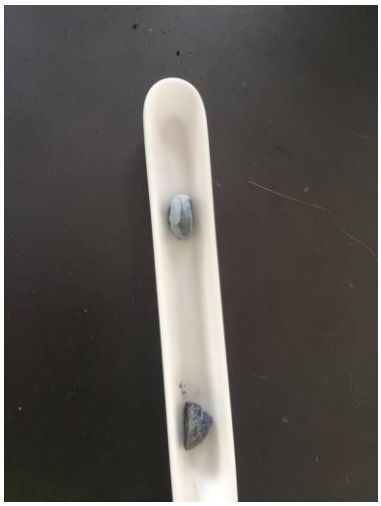


Figura 1 – Amostra oxidada após a realização do tratamento térmico.

Conclusões

Nesta dissertação foi analisada a série composta por $Gd_xNd_{5-x}Si_4$, onde $0 < x < 5$, deste modo, foi possível concluir que a parte inicial de confecção das amostras foi realizada com sucesso, visto que todas as amostras tiveram uma perda de massa de menos que 2% e não tiveram sinais visuais de falha. E tal perda foi ocasionada devida a geometria da ponta de tungstênio que geralmente era lixada para deixa-la com um formato pontiagudo e o modo de confecção do silício que se apresenta em forma de lascas, propiciando o seu arremesso na hora que o arco elétrico é ligado para fusão

Além disso, não foi possível fazer análise metalográfica da liga, já que todas as amostras apresentaram sinais de oxidação durante o tratamento térmico, fazendo que elas fossem descartadas. Porém alguns testes serão realizados para que possa encontrar o causador da oxidação.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado saúde e a oportunidade de estar cursando o curso de Engenharia Mecânica na Universidade Estadual de Maringá.

À meus familiares e amigos que sempre me apoiaram me deram carinho em todos os momentos.

À meus professores por terem me dado a oportunidade de estar com a bolsa PIBIC e confiarem no meu trabalho.

Referências

1. BROWN,G.V.Magnetic heat pumping nea rroom temperature. **JournalofAppliedPhysics**, v. 47, n. 8, p. 3673-80, 1976
2. DEBYE, P. Einige Bemerkungen zur Magnetisierung bei tiefer Temperatur. **Annalender Physik**, v. 386, n. 25, p. 1154-60, 1926.
3. ROMERO, J. G., FERREIRO, R. G., DE MIGUEL, A. C., ROMERO, M. G. Magnetocaloric effect: A review of the thermodynamics cycles in magnetic refrigeration. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, vol.17, p.74-82, 2013.
4. VON RANKE, P. J. Desmagnetização adiábatica: Opção econômica e ecológica para a refrigeração. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 155, p.34-40, 1999.
5. WARBURG, E. Magnetische Untersuchungen. **Annalender Physik**, v. 249, n. 5, p. 14164, 1881.