

EFEITOS DE ELEMENTOS INTERSTICIAIS NA LIGA Nb-2,0%pTi.

Luciano Monteiro da Silva, Luciano Henrique de Almeida, Carlos Roberto Grandini.
Licenciatura em Física - Departamento de Física - Faculdade de Ciências - UNESP - Campus de Bauru.

Metais com estrutura cristalina cúbica de corpo centrado como nióbio, vanádio, tântalo e suas ligas (metais do grupo V), têm suas propriedades físicas significativamente alteradas com a adição de elementos intersticiais [1] como oxigênio, nitrogênio, carbono e hidrogênio. Estes metais podem dissolver grandes quantidades de intersticiais formando soluções sólidas.

A interação destes elementos intersticiais com os metais do grupo V tem sido estudada através de medidas de espectroscopia mecânica (atrito interno). Essas medidas nos fornecem informações a respeito de difusão, concentração de intersticiais, limite de solubilidade, fenômenos de precipitação, interação entre intersticiais e outras imperfeições da rede cristalina [2].

Este trabalho tem por finalidade o estudo de relaxações anelásticas devido à reorientação induzida por tensão de átomos intersticiais pesados presentes em ligas de Nb-Ti, contendo 2,0% em peso de titânio, através de medidas de espectroscopia mecânica.

As amostras utilizadas neste trabalho têm o formato de fio metálico, com dimensões de 3 mm de diâmetro e 37,7 mm de comprimento. As amostras foram fornecidas pelo Departamento de Materiais da EEL-USP. A amostra foi caracterizada através de medidas de densidade e de difração de raios X. As medidas de densidade foram efetuadas utilizando-se uma balança de precisão modelo Ohaus Explorer e as medidas de difração de raios X foram efetuadas utilizando-se um equipamento Rigaku D/Max 2100/PC, através do método do pó. Também foi solicitada uma análise do teor de oxigênio, nitrogênio e hidrogênio, efetuada pelo Laboratório de Metalurgia e Materiais Cerâmicos do IPT, sendo utilizado o método de fusão sob gás inerte, detecção de infravermelho para oxigênio e condutividade térmica para nitrogênio e hidrogênio. As medidas de espectroscopia mecânica foram efetuadas utilizando-se um pêndulo de torção [3], no intervalo de temperatura entre 90 e 700 K, com variação da frequência entre 3 e 30 Hz, taxa de aquecimento de aproximadamente 1K/min e vácuo da ordem de 10^{-5} mbar. A amostra foi posta a vibrar em seu estado fundamental, o que ocasionou uma perda de energia (calor) devido ao atrito interno [4].

Após as medidas de espectroscopia mecânica da amostra na condição como recebida, a amostra foi submetida a uma dopagem com nitrogênio, sendo colocada em um tubo de quartzo e aquecendo-a até 1000°C com velocidade de aquecimento de 15°C/min. Após alcançar 1000°C, foi introduzido nitrogênio com pressão parcial da ordem de 10^{-5} Torr e mantido por 120 minutos. Ao final deste tempo, a amostra foi resfriada em água até a temperatura ambiente. Após a dopagem, novas medidas de difração de raios X e de espectroscopia mecânica foram realizadas.

A figura 1 mostra o difratograma de raios X para a amostra medida da maneira como foi recebida. Pode-se observar a presença dos picos que caracterizam uma estrutura cúbica de corpo centrado. A análise química da amostra é apresentada na tabela 1, onde pode ser visto que a amostra possui uma pequena quantidade de oxigênio, nitrogênio e hidrogênio residuais de fusão.

Tabela 1 - Teor de oxigênio, nitrogênio e hidrogênio na amostra Nb-Ti

	Oxigênio (%p)	Nitrogênio (%p)	Hidrogênio (%p)
Amostra Nb-Ti	0,02	0,04	0,002

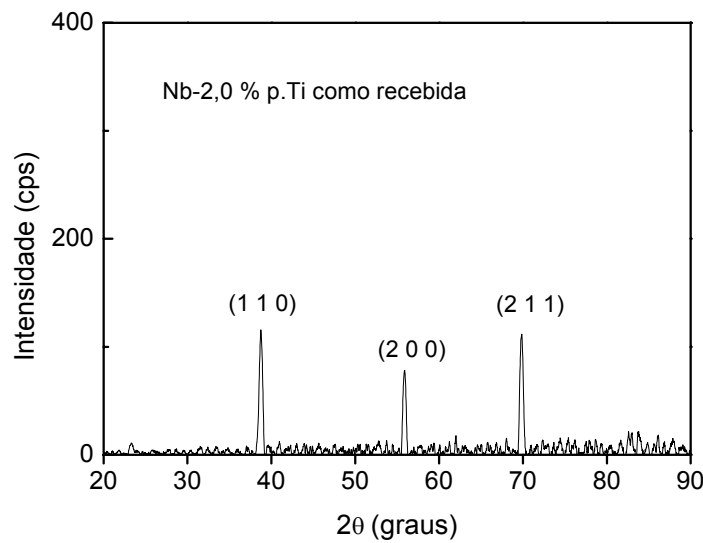


Fig. 1 Difratoograma da amostra Nb-Ti como recebida

A Fig. 2 apresenta o espectro anelástico obtidos para a amostra de Nb-Ti na condição como recebida. Uma vez que a amostra em questão possui elementos intersticiais provenientes do processo de fusão, os picos aqui observados estão sendo atribuídos à reorientação induzida por tensão de átomos de oxigênio em torno de átomos de nióbio e titânio da matriz metálica

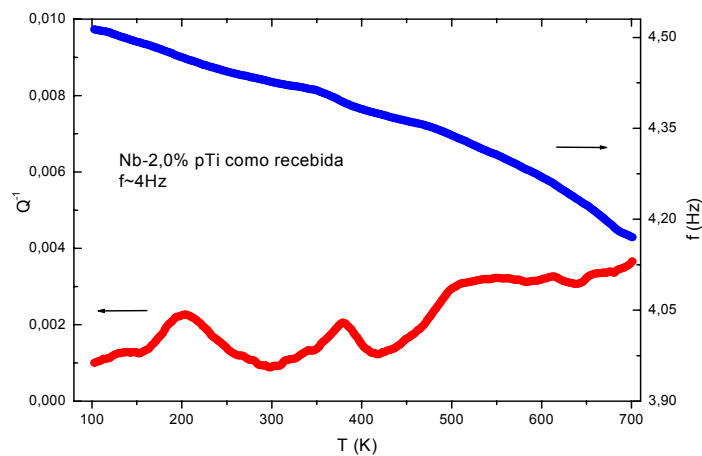


Fig. 2 Atrito interno e frequência como função da temperatura para a liga Nb-Ti como recebida.

O espectro anelástico da amostra Nb-Ti após a dopagem é mostrado na figura 4 e apresenta uma estrutura de relaxação na região de alta temperatura que está sendo atribuída à reorientação induzida por tensão de átomos de nitrogênio em torno de átomos da matriz metálica.

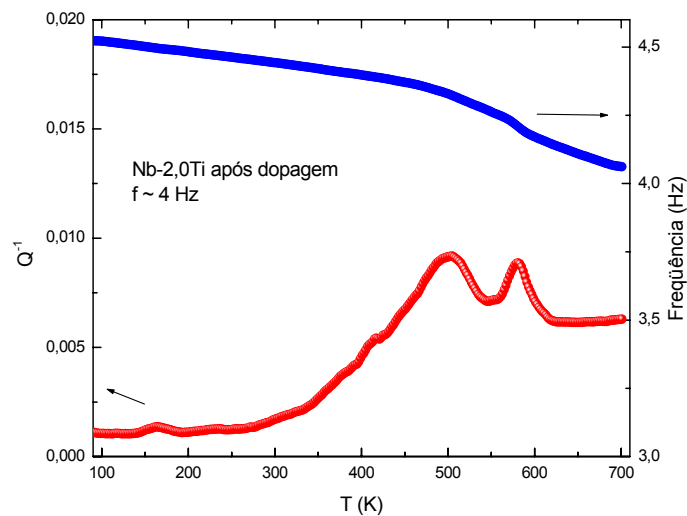


Fig. 3 Atrito interno e frequência como função da temperatura para a liga Nb-Ti após dopagem com nitrogênio.

Processos de relaxação envolvendo elementos intersticiais presentes em metais com estrutura cúbica de corpo centrado foram exaustivamente estudados nos últimos cinquenta anos e foram muito bem explicados em termos da reorientação induzida por tensão de átomos destes elementos intersticiais em torno da matriz metálica [5,6]. Estes processos de relaxação são representados por um pico de Debye simples no espectro anelástico. Em ligas binárias, o espectro anelástico é composto por uma superposição de picos de Debye, cada um representando um processo de relaxação devido a reorientação induzida por tensão de átomos de elementos intersticiais em torno de átomos de elementos que compõem a matriz metálica da liga [7-9].

Certamente, o espectro anelástico será uma superposição de vários picos de Debye, cada um representando um processo de relaxação devido à reorientação induzida por tensão de átomos de elementos intersticiais (neste caso principalmente oxigênio e nitrogênio), em torno de átomos de elementos que compõem a matriz metálica da liga, isto é, nióbio e titânio.

Uma análise mais aprofundada está em andamento, através da decomposição dos espectros anelásticos em termos de seus picos de Debye constituintes, utilizando o método das subtrações sucessivas [10] e que será objeto de um trabalho posterior.

Os autores agradecem à FAPESP pelo suporte financeiro a este trabalho.

Referências Bibliográficas:

- [1] T.C. NIEMEYER et al, *Revista Brasileira de Aplicações do Vácuo*, v. 22, n. 1, p. 31-34 (2003).
- [2] L.H. DE ALMEIDA, *Dissertação de Mestrado*, USP, São Carlos (2004).
- [3] C.R. GRANDINI, *Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo*, v. 21, n. 1-2, p. 13-16 (2002).
- [4] A.S. NOWICK ; B.S. BERRY, *Anelastic Relaxation in Crystalline Solids*, Academic Press (1972).
- [5] M.S. AHMAD; Z.C. SZKOPIAK, *J. Phys. Chem. Solids*, v. 31, p. 1799-1804 (1970).
- [6] G. HANECZOK; J. RASEK, *Defect and Diffusion Forum*, v.188-190, p.3 (2001).
- [7] O. FLORÊNCIO et. al., *Mat. Sci. Eng. A*, v. 370, p. 131-134 (2004).
- [8] L.H. ALMEIDA et al., *Mat. Sci. Eng. A*, v. 412, p. 230-234 (2005).

- [9] T.C. NIEMEYER et al., *Mat. Sci. Eng. A* v. 396, p. 285-289 (2005).
- [10] C.R. GRANDINI, *Dissertação de Mestrado*, USP, São Carlos, 1988.