

Influência da Concentração de Oxigênio nas Propriedades Elásticas da Liga Ti-35Nb-7Zr-5Ta

Luciano Henrique de Almeida, UNESP, Grupo de Relaxações Anelásticas, Bauru (SP), e-mail: almeidal@fc.unesp.br, home-page: <http://www.fc.unesp.br/relaxacoes>

Carlos Roberto Grandini, UNESP, Grupo de Relaxações Anelásticas, Bauru (SP), e-mail: betog@fc.unesp.br, home-page: <http://www.fc.unesp.br/relaxacoes>

Rubens Caram Jr, UNICAMP, Departamento de Engenharia de Materiais, Campinas (SP), e-mail: rcaram@fem.unicamp.br

Antonio Teodoro Dutra Jr., UNICAMP, Departamento de Engenharia de Materiais, Campinas (SP), e-mail: antonio@fem.unicamp.br

Introdução

Titânio e suas ligas têm excelentes propriedades mecânicas e características que são essenciais para uso na área médica e odontológica [LONG, 1998].

Comercialmente é utilizada para aplicação biomédica a liga Ti-6Al-4V, no entanto, pesquisas mostraram que os elementos alumínio e vanádio podem causar efeitos tóxicos [NIINOMI, 1998; EISENBARTH, 2004].

A liga Ti-35Nb-7Zr-5Ta [TNZT] tem atraído o interesse de pesquisadores por ser uma liga sem a presença de elementos tóxicos e apresentar baixo módulo de elasticidade, mesmo assim esse valor ainda é cerca de 2 a 4 vezes maior que o valor encontrado para o osso humano [SILVA, 2004].

A presença de elementos intersticiais como oxigênio e nitrogênio modifica algumas propriedades elásticas destes materiais. Medidas de espectroscopia anelástica são usadas para obter informações a respeito da presença e do comportamento de elementos intersticiais.

Este trabalho apresenta um estudo sobre a influência da concentração de oxigênio nas propriedades elásticas de amostras de liga TNZT.

Materiais e Métodos

As amostras utilizadas neste trabalho constituem policristais da liga TNZT, produzidas por fusão em forno a arco voltaico em cadinho refrigerado. Após a fusão, as amostras passaram por um forjamento rotativo para a obtenção de barras cilíndricas com aproximadamente 3,0 mm de diâmetro e 70,0 mm de comprimento.

Foram analisadas amostras na condição como recebida, tratada termicamente em sistema de ultra-alto vácuo a uma temperatura de 1000 °C e dopada com oxigênio a uma temperatura de 800 °C e pressão parcial de $7,0 \times 10^{-3}$ Pa.

A Tabela 1 apresenta as concentrações de oxigênio, nitrogênio e hidrogênio das amostras nas diferentes condições de dopagens. Essas medidas foram obtidas através de análises químicas.

Tabela 1 – Concentração de gases

Amostra	Concentração (% em peso)		
	O	N	H
como recebida	0,2809	0,0630	0,0276
tratada termicamente	0,2711	0,0579	0,0127
dopada com O ₂	0,2534	0,0417	0,0099

É possível verificar através dos dados da Tabela 1 que está havendo uma redução na concentração de gases à medida que efetua novos tratamentos térmicos.

As medidas de espectroscopia anelástica foram efetuadas utilizando a técnica do pêndulo de torção, operando com frequência entre 3 e 20 Hz em um intervalo de temperatura compreendido entre 200 e 700 K, taxa de aquecimento de 1 K/min e vácuo da ordem de 10^{-3} Pa. A técnica de medida é muito simples: a amostra é posta a oscilar em seu modo fundamental (vibrações livres), o que causa dissipação de energia devido ao atrito interno. A técnica de espectroscopia mecânica permite ainda medir o módulo de elasticidade dinâmico da amostra que está

relacionado com a frequência de oscilação do sistema por:

$$E = \frac{32}{3} \pi^2 \Lambda f^2 \quad (1)$$

Para uma amostra de seção circular:

$$\Lambda = \frac{32L}{\pi d^4} \quad (2)$$

Onde L é o comprimento útil e diâmetro da amostra. O momento de inércia do sistema pode ser obtido através do procedimento proposto por Pintão *et al.*

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta o módulo de elasticidade da amostra como recebida obtido com frequência de aproximadamente 12 Hz. É possível observar uma elevação no módulo de elasticidade em função da temperatura, comportamento que não é muito comum para materiais metálicos, que sofrem um amolecimento natural com a elevação da temperatura.

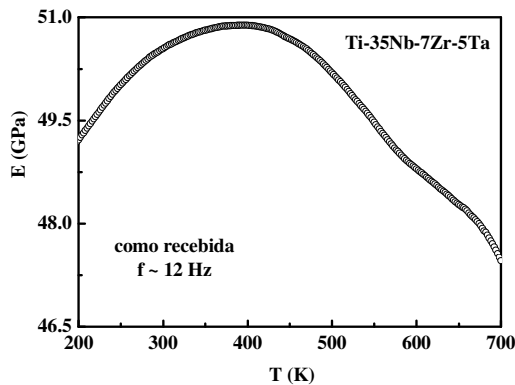


Figura 1: Módulo de elasticidade da amostra TNZT como recebida, medido com frequência de aproximadamente 12 Hz.

A Figura 2 apresenta uma comparação dos módulos de elasticidade obtidos para as três diferentes condições.

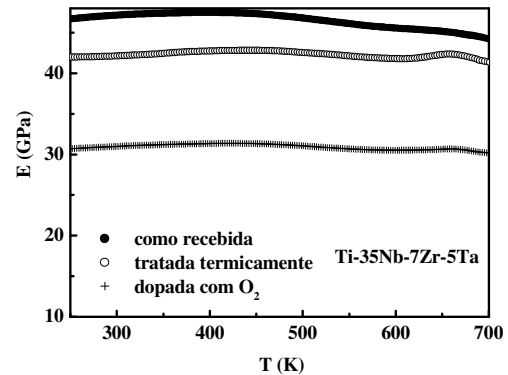


Figura 2: Comparação dos módulos de elasticidade medidos com frequência de aproximadamente 4 Hz.

É possível verificar pela Figura 2 que o módulo de elasticidade é reduzido com o tratamento térmico e com a dopagem com O₂, porém essa tendência precisa ser confirmada com novas dopagens com O₂.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à FAPESP pelo suporte financeiro

Referências bibliográficas

- Eisenbarth, E.; Velten, D.; Müller, M.; Thull, R.; Breme, J. *Biomaterials*, Inglaterra, v. 25, p. 5705-5713, 2004.
- Long, M.; Rack, H. J. *Biomaterials*, Inglaterra, v19, p.1621-1639. 1998.
- Niinomi, M. *Materials Science and Engineering A*, Suíça, v. 243, p.231-236, 1998.
- Pintão, C. A. F.; Souza M. P.; Grandini, C. R. *European Journal of Physics*, v. 25, p. 409-417, 2004.
- Silva, H. M.; Schneider, S. G.; Moura Neto, C. *Materials Science & Engineering C*, Holanda, v. 24, p. 679-682, 2004.