

INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ENCHARQUE CRIOGÊNICO NO AMORTECIMENTO DE UMA LIGA Ni₄₃Ti₅₇ (wt%) COM MEMÓRIA DE FORMA*

Weimar Silva Castilho¹
Leonardo Arantes Ayres Lopes²
Edson Paulo da Silva³

Resumo

A influência do tempo de encharque criogênico no amortecimento da liga Ni-43,9%Ti foi investigada. Por meio da técnica de excitação por impulso determinou-se essa propriedade de amostras submetidas a diferentes tempos de encharque criogênico a -196°C. Observou-se que o amortecimento sofreu aumento de até 119% para corpo de prova submetido ao encharque criogênico por 24 horas.

Palavras-chave: Ligas com memória de forma; Tratamentos criogênicos; NiTi.

INFLUENCE OF THE CRYOGENIC SOAKING TIME ON THE DAMPING OF Ni₄₃Ti₅₇ (wt%) SHAPE MEMORY ALLOY

Abstract

The influence of cryogenic soaking time on the damping of the Ni-Ti 43.9% was investigated. By means of the impulse excitation technique this property of was measured for samples submitted to different cryogenic soaking time at -196°C. It was observed that the damping increased up to 119% for the sample subjected to the cryogenic soaking time of 24 hours.

Keywords: Shape memory alloy; Cryogenic treatments; NiTi.

¹ Físico, doutorando, professor, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, Tocantins, Brasil.

² Engenheiro Mecânico, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

³ Engenheiro Mecânico, Doutor, Professor Associado, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

As ligas com memória de forma (Shape Memory Alloys - SMA) apresentam um enorme potencial de aplicação em diversas áreas da engenharia e da medicina [2,4-6]. Desde as primeiras aplicações das SMA pesquisa-se formas de aprimorar suas propriedades termomecânicas [5,8]. O tratamento criogênico consiste na utilização de temperaturas próximas de -196°C , com o propósito de melhorar a resistência ao desgaste, à tenacidade, à dureza, e outras propriedades mecânicas. Tratamentos criogênicos vêm sendo empregados para melhorar propriedades dos aços ferramenta desde a década de 1970, a eles são atribuídas melhorias na resistência ao desgaste e na tenacidade desses aços [1,7,9,10]. Em ligas com memória de forma esse assunto é ainda relativamente pouco explorado. Singh et al [11] avaliou a influência de um tratamento criogênico em lixas ortodônticas rotativas e observou que as tratadas criogenicamente apresentaram maior eficácia de corte, mas não significativamente a resistência ao desgaste. Kim et al. [3] analisaram o efeito do tratamento criogênico, em nitrogênio líquido à -196°C , em instrumentos endodônticos de NiTi predominantemente na fase austenítica. Para avaliar a eficiência foram utilizados 80 instrumentos de corte, no preparo de canais in vitro, tendo sido a metade dos instrumentos submetida ao tratamento criogênico e a outra não. A avaliação consistiu em determinar a microdureza e eficiência de corte. Eles concluíram que os instrumentos submetidos ao tratamento criogênico apresentaram microdureza mais elevada em relação ao grupo não tratado, além de melhoria na eficiência do corte. Stuart [12] avaliou os efeitos da influência nas propriedades térmicas e mecânicas das ligas de NiTi após diversos ciclos de tratamento criogênico e concluiu que a dureza aumentou em até 9,5% e houve aumento da resistência à tração em até 3,2%, devido a melhor distribuição de precipitados, porém não houveram alterações nas temperaturas de transformações de fase e ocorreu redução na ductilidade em 2,5%. Tendo em vista as diversas propostas de aplicação de ligas com memória de forma para o controle de vibração [4], o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de Tratamento Criogênico Profundo no amortecimento de uma liga $\text{Ni}_{43}\text{Ti}_{57}$ (wt%) com memória de forma.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A liga NiTi investigada neste trabalho foi fornecida pela empresa francesa Nimesis na forma de barras cilíndricas com diâmetro de 10 mm. Na temperatura ambiente a liga encontra-se totalmente na fase martensítica e apresenta o efeito de memória de forma. A composição química foi informada pelo fabricante e corroborada por ensaio de Espectroscopia por Fluorescência de Raio-X (EDX) como sendo Ni 55,408%, Ti 43,888%, Al 0,295%, Fe 0,157%, Ca 0,143% e Si 0,109%. O tratamento criogênico realizado foi por imersão direta do corpo de prova em nitrogênio líquido. Os tempos de encharque considerados foram de 8, 16 e 24 horas. O corpo de prova do material como recebido foi denominado NiTi_CT e os tratados criogenicamente NiTi_CT8h, NiTi_CT16h e NiTi_CT24h para 8, 16 e 24 horas de tempo de encharque respectivamente. Após esses tempos de encharque os corpos de prova foram retirados do nitrogênio líquido e deixados aquecer naturalmente até a temperatura ambiente.

O amortecimento foi determinado por meio da técnica de excitação por impulso utilizando-se o sistema Sonelastic® da empresa ATCP Engenharia Física. Basicamente, esse equipamento capta o som emitido pelo corpo de prova submetido

a um impulso mecânico e, a partir dele, determina as frequências naturais do material e o decaimento e posteriormente o amortecimento de acordo com a norma ASTM E 1876.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figura 1 e Tabela 1 apresentam o amortecimento dos corpos de prova como recebido e tratados criogenicamente sob diferentes tempos de encharque. Observa-se que o amortecimento é fortemente afetado pelo tratamento criogênico e pelo tempo de encharque. Observa-se que ele aumenta com o tempo de encharque, sendo o maior aumento de 116% em relação ao material não tratado, para o tempo de encharque de 24h, Tabela 2.

Tabela 1. Amortecimento.

Corpo de Prova	Fator de amortecimento (ζ) (E-6)	$\Delta(\%)$
NiTi_CT	754,30 \pm 11,80	-
NiTi_CT8h	1475,46 \pm 12,45	95,60 \pm 1,27
NiTi_CT16h	1535,63 \pm 11,55	103,58 \pm 2,18
NiTi_CT24h	1630,73 \pm 13,45	116,19 \pm 2,32

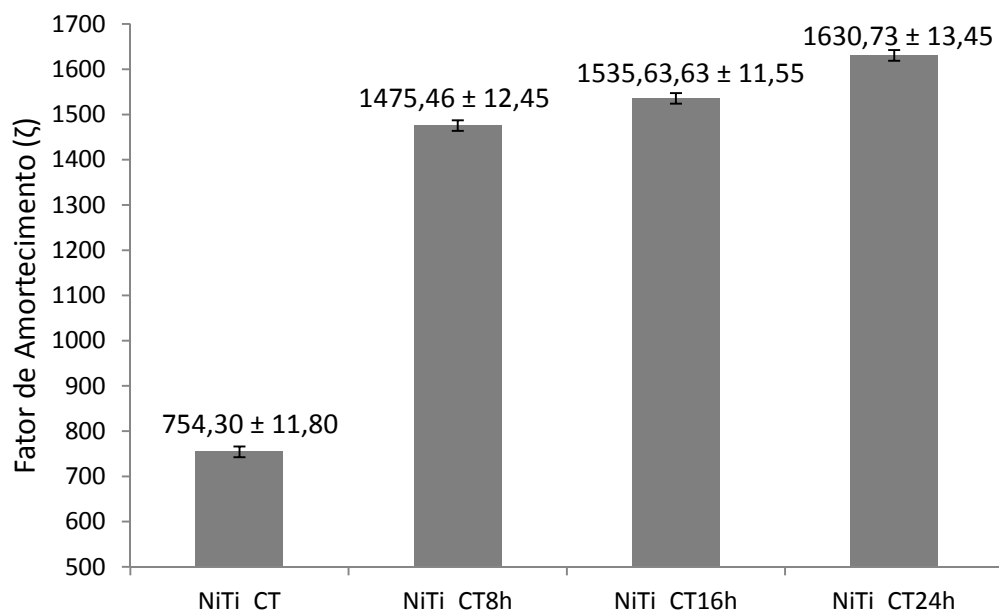


Figura 1 - Comportamento do Fator de Amortecimento em função do tempo de encharque criogênico.

4 CONCLUSÃO

A liga Ni₄₃Ti₅₇ (wt%) foi submetida a um tratamento criogênico a -196°C e mantida nesta temperatura por 8, 16 e 24 horas. Foi avaliada a influência deste tratamento no amortecimento da liga, que foi medido pela técnica de excitação por impulso. Observou-se que o amortecimento sofreu um forte aumento com o tempo de encharque chegando a 116,19 % para 24 horas, em relação ao material não tratado. Uma análise microestrutural comparativa entre o material não tratado e o tratado criogenicamente deverá fornecer informações que expliquem a causa do comportamento observado.

Agradecimentos

À CAPES e ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Palmas - pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- 1 Amini K, Nategh S, Shafyei A, Rezaeian A. Effect of deep cryogenic treatment on the properties of 80CrMo12 5 tool steel. INT J MIN MET MATER 2012 Jan;19(1):30-7.
- 2 Duerig TW, Melton KN, Stöckel D, Wayman CM, Engineering Aspects of Shape Memory Alloys. London: Butterworth-Heinemann; 1990.
- 3 Kim J. W., Griggs J. A., Regan J. D., Ellis R. A., Cai Z. Effect of cryogenic treatment on nickel-titanium endodontic instruments. June; 38(6): 364–371, 2005.
- 4 Lagoudas DC. Shape Memory Alloys: Modeling and Engineering Applications, New York: Springer; 2008.
- 5 Lecce L, Cocilio A. Shape Memory Alloy Engineering. New York: Butterworth-Heinemann, 2014.
- 6 Mantovani D. Shape memory alloys: Properties and biomedical applications. JOM 2000 Oct; 52:36-44.
- 7 Moreira JC, Avila RF, Gody GCD, Abrao AM. Influência do tratamento criogênico na usinabilidade do aço rolamento ABNT 52100 temperado. MATERIA 2009 Apr; 14(3):932-45.
- 8 Otsuka K, Wayman CM. Shape Memory Materials. United Kingdom: Cambridge University Press, 1998.
- 9 Sartori CH, Yoshida S, Fagundes MG. Efeito do tratamento criogênico na tenacidade à fratura dos aços AISI M2, AISI D2 e aço para trabalho a frio com 8% Cr. In: 61º Congresso Anual da ABM; 2006 jul 24-27; Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: ABM 61; 2006. p. 3532-9.
- 10 Shaohong L, Lihui D, Xiaochun W. The mechanism investigation of deep cryogenic treatment on high alloy martensitic steel by low frequency internal friction, Cryogenics 2010; 50:433-38.
- 11 Singh A, Chandak MG, Saxena A. Effect of cryogenic treatment on nickel-titanium endodontic instruments. Int. J. Dent. Clinics. 2013;5(1): 4-7.
- 12 Stuart B. K. Effect of Cryogenic Treatment on the Mechanical Properties of Nickel-Titanium Shape Memory Alloys. Canada. Thesis [Doctor Mechanical Engineering] - Concordia University; 2013.