

# Caracterização Microestrutural da Liga Ti-6Al-4V Nitretada por Plasma

Mariana Ferreira Gutierrez da Silva e Antônio Augusto Couto  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

O titânio e suas ligas são excelentes materiais para aplicações como componentes estruturais submetidos a temperaturas elevadas. A liga Ti-6Al-4V é a mais importante das ligas de titânio e tem sido bastante utilizada nas indústrias nuclear e aeronáutica, particularmente para aplicações que requerem resistência em altas temperaturas. A liga Ti-6Al-4V apresenta na sua microestrutura as fases  $\alpha$  (estrutura cristalina hexagonal compacta) e  $\beta$  (estrutura cristalina cúbica de corpo centrado) [1,2]. Várias formas de nitretação têm sido investigadas para melhorar as propriedades superficiais das ligas à base de titânio [3,4]. A nitretação por plasma das ligas de titânio mostraram várias vantagens sobre outros métodos, principalmente devido à facilidade de despassivação superficial por pulverização catódica, reduzindo a quantidade de impurezas [4].

## OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo analisar os parâmetros do processo de nitretação por plasma na microestrutura da liga Ti-6Al-4V.

## METODOLOGIA

Na preparação das amostras para nitretação, primeiramente foi feito o embutimento do material e logo em seguida seu lixamento e polimento. Foram usadas lixas de 120 a 4000. O polimento foi executado com sílica coloidal. O processo de nitretação por plasma foi executado utilizando quatro condições com diferentes quantidades de nitrogênio e em diferentes temperaturas. A primeira amostra com 75% de nitrogênio (4 horas a 770°C), a segunda com 25% de nitrogênio (4 horas a 720°C), a

terceira com 50% de nitrogênio (4 horas a 750°C) e a quarta com 50% de nitrogênio (6 horas a 770°C). As amostras nitretadas foram cortadas transversalmente, lixadas e polidas. As amostras foram observadas por microscopia óptica e eletrônica de varredura. As amostras foram também analisadas por difração de raios-X.

## RESULTADOS

Na figura 1 são apresentadas amostras nitretadas com diferentes teores de nitrogênio. Nota-se uma variação das cores devido à esta variação. Indicações na literatura evidenciam que a cor próxima do dourado (50% de nitrogênio) é a melhor condição de formação de nitretos.

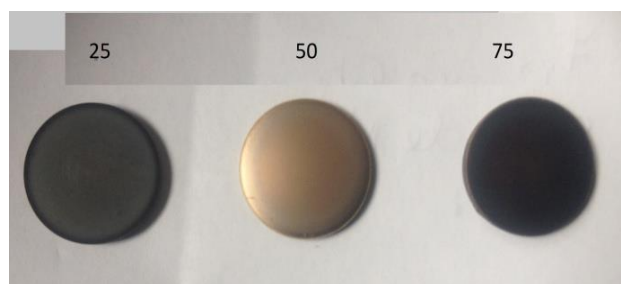


Figura 1: Fotografia das amostras nitretadas por plasma com 25, 50 e 75% de nitrogênio.

Nas figuras 2 e 3 são apresentadas imagens obtidas por microscopia óptica e eletrônica de varredura das camadas nitretadas com 50% de nitrogênio. Na análise por difração de raios-X desta amostra (Figura 4) foram identificadas as fases  $\alpha$  (estrutura cristalina hexagonal compacta) e  $\beta$  (estrutura cristalina cúbica de corpo centrado), os nitretos TiN, Ti<sub>2</sub>N e o óxido de vanádio VO.

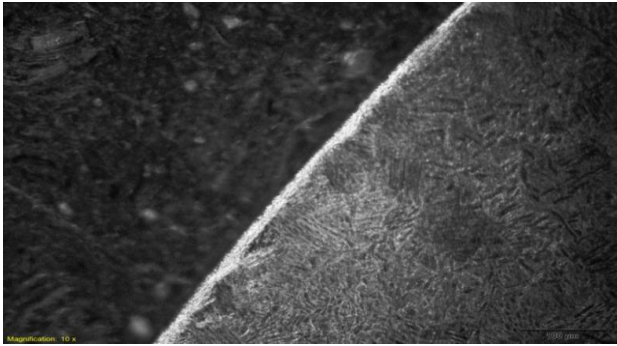


Figura 2: Micrografia óptica em campo escuro da amostra de Ti-6Al-4V nitretada por plasma com 50% de nitrogênio.

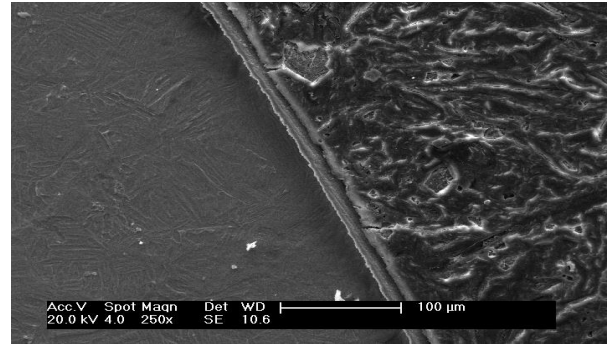


Figura 3: Micrografia da amostra de Ti-6Al-4V nitretada por plasma com 50% de nitrogênio, observada por microscopia eletrônica de varredura utilizando elétrons secundários.

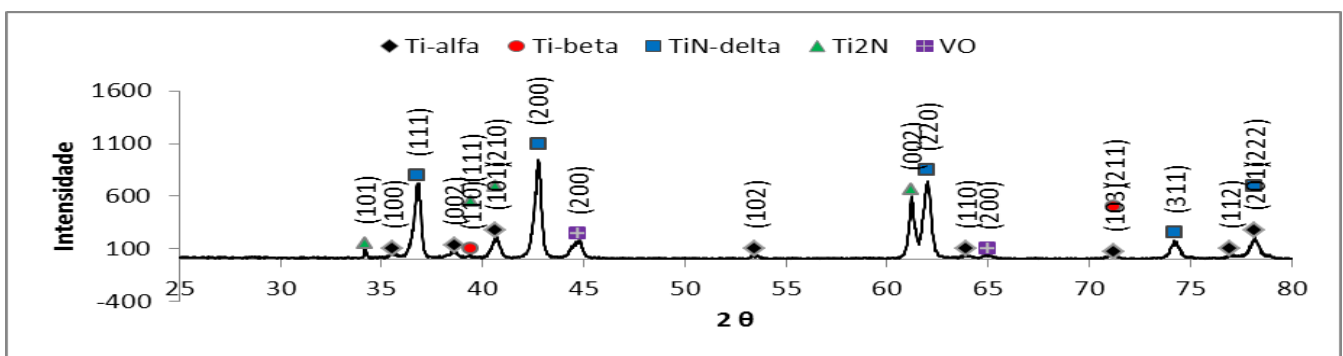


Figura 4: Difração de raios-X: 50% de N<sub>2</sub>.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho estudou-se diversas condições de nitretação por plasma da liga Ti-6Al-4V para se verificar a espessura da camada de nitretos e os compostos formados. A amostra nitretada por 4 horas a uma temperatura de 750°C em uma atmosfera de 50% de nitrogênio foi a que teve a maior espessura de camada de nitretos com aproximadamente 12 µm. Em todas as condições de nitretação foram encontrados na análise por DRX a formação das fases α e β, além dos compostos Ti<sub>2</sub>N, TiN e VO.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[149] R. R. Boyer, "An overview on the use of titanium in the aerospace industry," Mater. Sci. Eng. A, vol. 213, no. 1–2, pp. 103–114, Aug. 1996.

[150] H. R. Dalton, "Titanium Demand and Trends in the Jet Engine Market," in Paper

Presented on Titanium USA 2013 Conference Proceedings. Titanium USA 2013, 2013.

[151] ZHECHEVA, A.; MALINOV, S.; SHA, W. Titanium alloys after surface gas nitriding. Surface and Coatings Technology, v. 201, n. 6, p. 2467–2474, 2006.

[152] ROLINSKI, E.; SHARP, G.; COWGILL, D. F.; PETERMAN, D. J. Ion nitriding of titanium alpha plus beta alloy for fusion reactor applications. Journal of Nuclear Materials, v. 252, n. 3, p. 200–208, 1998.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq, IPEN-CNEN