

Resistência à corrosão do titânio em meios fluoretados

Fábio de Souza e Tânia Maria Cavalcanti Nogueira, Departamento de Ciências dos Materiais, Universidade Federal Fluminense, e-mail: fab_souza@hotmail.com ; tania@metal.eeimvr.uff.br

Carlos Nelson Elias, Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, e-mail: elias@ime.eb.br

Introdução

Tanto o titânio comercialmente puro como suas ligas são empregados na área biomédica e odontológica devido à excelente biocompatibilidade e resistência à corrosão⁽¹⁾. As respostas favoráveis destes biomateriais são atribuídas às propriedades do filme de TiO_2 formado espontaneamente ou por anodização na superfície do metal. Infelizmente, o titânio puro e suas ligas, quando usados em implantes dentários e ortopédicos, podem apresentar corrosão, a qual varia com o acabamento superficial do implante, propriedades do óxido e composição química do meio. A situação torna-se mais crítica quando há contato da prótese com saliva, produtos formados nas reações bacterianas e na presença de íons de flúor das soluções usadas em higiene bucal⁽²⁾.

Segundo Reclaru e col⁽³⁾ as próteses de titânio em contato com fluoretos formam íons complexos na superfície, os quais inibem a repassivação do titânio. Nestas condições, algumas áreas da superfície da prótese tornam-se susceptíveis ao fenômeno da corrosão localizada por pites⁽⁴⁾. Outra possibilidade de destruição do filme de passivação ocorre mediante à dissolução química do filme de óxido de titânio.

No presente trabalho estudou-se o comportamento eletroquímico da liga Ti-6Al-4V e comparou-se a resistência à corrosão desta liga em soluções contendo diferentes concentrações de fluoretos. A análise da resistência à corrosão foi realizada com o emprego das técnicas eletroquímicas de cronopotenciometria e voltametria anódica.

Materiais e métodos

No presente trabalho foram utilizadas amostras de titânio ASTM grau 5 submetidas ao polimento mecânico com lixa 800 e ao ataque ácido em solução contendo HCl e H_2SO_4 .

Para os ensaios eletroquímicos empregou-se como eletrólitos soluções aquosas de 1% NaCl contendo 0,025; 0,050; 0,1; 0,6; 1,1 e 1,6 % NaF em pH 2,0 e 6,5. Empregou-se uma célula eletrolítica com três eletrodos conectados ao potenciostato PAR 273A. O eletrodo de trabalho utilizado foi uma chapa de titânio com área exposta de $8,0 \text{ cm}^2$. A área foi limitada com O-ring. O eletrodo de referência foi o calomelano em KCl 1M e o contra eletrodo de platina.

Para a determinação da resistência à dissolução química do filme de óxido nativo foi utilizada a técnica da cronopotenciometria. Com esta técnica é possível quantificar a variação do potencial a circuito aberto com o tempo de ensaio. Os ensaios de voltametria anódica foram usados com o objetivo de investigar a resistência à formação de pites na superfície das amostras.

Antes e após os ensaios de corrosão, as superfícies das amostras de Ti-6Al-4V foram analisadas no microscópio eletrônico de varredura (JEOL JSM 5800LV) acoplado com microsonda EDS (espectroscopia de energia dispersiva).

Resultados

Mostra-se nas figuras 1a e 1b as morfologias das superfícies das amostras antes do ensaio eletroquímico.

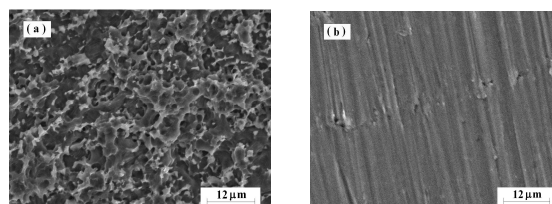


Figura 1: Morfologia das amostras após o tratamento de superfície. (a) ataque ácido; (b) polimento mecânico com lixa 800.

Mostra-se nas figuras 2a e 2b as curvas obtidas nos ensaios de cronopotenciometria da liga de titânio após o tratamento da superfície das amostras com ataque ácido. Pode-se observar que houve

diminuição do potencial a circuito aberto com o decorrer do tempo. Este comportamento indica o processo de dissolução química do filme de TiO_2 na superfície da amostra. Observou-se também que quanto maior a concentração de NaF na solução menor o tempo para ocorrer a dissolução química. Este resultado é importante uma vez que quando há dissolução química do filme de óxido de titânio, tanto a biocompatibilidade como a estabilidade e a interação do titânio com as células do ambiente biológico diminuem.

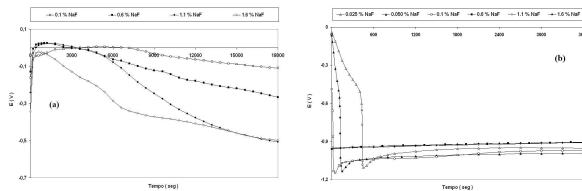


Figura 2: Curvas obtidas nos ensaios de cronopotenciometria das amostras de titânio após ataque ácido em solução 1% NaCl e contendo diferentes concentrações de NaF. (a) pH = 6.50; (b) pH = 2.0

Os resultados dos ensaios de voltametria anódica em solução com pH 6,5 são mostrados nas figuras 3a e 3b. É possível verificar que houve passivação do filme durante o ensaio voltamétrico. Não observou-se nenhum processo de transpassivação (formação de pites).

O principal resultado obtido nos ensaios de voltametria em solução com pH 6,5 esta relacionado ao processo de passivação com o aparecimento de cristais na superfície das amostras. A presença dos cristais foi detectada no MEV com aumento de 2.000X, conforme mostrado nas figuras 4a, 4b e 4c.

Com base nas microfotografias mostrados nas figuras 4a, 4b e 4c, observa-se que com o aumento da concentração de NaF na solução há maior deposição de cristais na superfície do titânio.

Segundo G. Mabileau et.al.^[2] os cristais formados na superfície do metal são depósitos complexos com características de fluorapatita. Os cristais depositados na superfície da liga de titânio, após os ensaios voltamétricos, melhoram a resistência à corrosão por pites. Nos ensaios de voltametria das amostras após o tratamento com ataque ácido em solução de pH 2,0 observou-se que há aumento na densidade

de corrente, indicando a formação de pites. Este comportamento foi comprovado pelas microfotografias obtidas no MEV, nas quais é possível observar microcavidades na superfície do titânio.

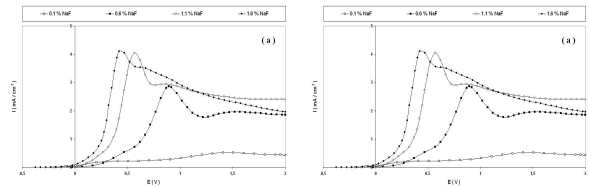


Figura 3: Curvas obtidas nos ensaios voltamétricos com soluções de 1% NaCl com diferentes concentrações de NaF e pH = 6.50. (a) Ataque ácido; (b) polimento mecânico com lixa 800.

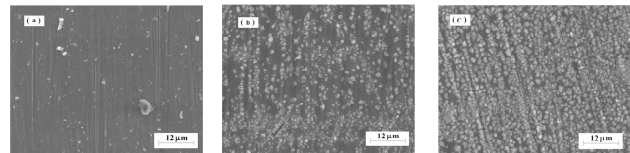


Figura 4: Morfologia da superfície do Ti-6Al-4V após os ensaios voltamétricos com diferentes concentrações de fluoretos. (a) 0,1 % NaF; (b) 0,6% NaF; (c) 1,6 % NaF.

Conclusão

O filme de TiO_2 da superfície da liga Ti-6Al-4V em contato com meios fluoretados apresenta dissolução química e compromete a biocompatibilidade do titânio.

Referências bibliográficas

- [1] Takemoto, S.; Hattori M.; Yoshinari M.; Kawada E.; Yutaka O. *Biomaterials* 26 (2005) 829–837.
- [2] G. Mabileau, S. Bourdon, M.L. Joly-Guillou, R. Filmon, M.F. Baslé and D. Chappard. *Acta Biomaterialia* 2 (2006) 121–129.
- [3] Reclaru, L.; Meyer, J.M. *Biomaterials* 19 (1998) 85-92.
- [4] Kaneko, K.; et al. *Biomaterials* 24 (2003) 2113-2120.