

ESTUDO DO EFEITO DA DENSIDADE DE CORRENTE E DA TEMPERATURA DO BANHO NO PROCESSO DE ELETRODEPOSIÇÃO DA LIGA Fe-W, UTILIZANDO METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Bruna Raísa Silva de Melo¹; Alison Silva Oliveira¹ Victória Maria dos Santos Pessigty¹; Shiva Prasad¹; Renato Alexandre Costa de Santana¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Biologia e Química, Centro de Educação e Saúde, Sítio Olho D'água da Bica, S/N, CP: 58175-000, Cuité, PB, Brasil, brunaraisa13@gmail.com

Introdução

Os processos corrosivos estão presentes em nosso cotidiano e seus feitos causam danos na construção civil, na indústria, em instalações de refino de petróleo e nas petroquímicas. A corrosão pode ocasionar prejuízos estruturais e econômicos, em vista disso, são procurados métodos e meios viáveis e eficazes para precaver ou reduzir os efeitos corrosivos (Santana, et al., 2007).

Por essa razão, algumas técnicas foram desenvolvidas com o objetivo de minimizar e prevenir os efeitos causados pela corrosão, como: proteção catódica, revestimentos protetores, entre outros. Os revestimentos metálicos apresentam características contra a corrosão que faz com que este seja bastante empregado como meio anticorrosivo (Quiroga Argañaraz et al., 2013).

Existem variadas técnicas para a aplicação de revestimentos metálicos, como imersão a quente, deposição em fase gasosa, eletrodeposição, redução química, dentre outros. Entre estes a eletrodeposição vem sendo bastante utilizada, pois ela proporciona o desenvolvimento de ligas com um elevado teor de pureza, com variadas composições e espessuras (Nagai, Hodouchi, & Matsubara, 2014).

A eletrodeposição vem sendo cada vez mais estudada devido as suas capacidade de modificar superfície dos substratos. Revestimentos obtidos por eletrodeposição podem aumentar a resistência à corrosão, restaurar a espessura de materiais desgastados e etc. A eletrodeposição do tungstênio com os elementos Fe, Co, Cu e Ni vem sendo estudadas por muitos pesquisadores (Bacal, et al., 2015). Este tipo de codeposição foi definida por Brenner como co-deposição induzida, que descrevia a situação em que não era possível eletrodepositar um metal em solução aquosa na sua forma pura, mas era possível depositar através de outro metal, originando assim uma liga metálica.

O metal tungstênio e suas ligas podem ser utilizados em situações que necessitam de altas temperaturas. Tungstênio forma ligas duras com o cobalto, retendo algumas de suas propriedades incomuns. O tungstênio apresenta as seguintes propriedades: alta resistência à corrosão, elevada dureza mesmo em temperaturas altas, baixo coeficiente de dilatação, alta condutividade térmica, além de não ser atacado por nenhum ácido mineral à temperatura ambiente. Observou-se que as ligas que apresentam tungstênio na sua composição aparentemente aumentam a sua resistência a corrosão (Oliveira et al., 2015).

O presente trabalho teve como objetivo a obtenção da liga Fe-W através da técnica de eletrodeposição, utilizando um planejamento fatorial 2² com dois pontos centrais para avaliar os efeitos causados pelos parâmetros operacionais com a variação da densidade de corrente e a temperatura do banho eletrolítico tendo como resposta a composição química das ligas obtidas.

Metodologia

Os reagentes utilizados na composição do banho eletrolítico para a obtenção da liga Fe-

W foram sulfato de ferro 0,01 M, tungstato de sódio 0,10 M, fosfato de boro 0,150 M, citrato de amônio 0,60 M e 1-dodecilsulfato de sódio $1,04 \cdot 10^{-4}$ M. (SANTANA et al., 2007). Uma placa de cobre com área superficial 8 cm^2 foi utilizada como substrato. Foi realizado dois tratamentos na superfície do substrato: o tratamento mecânico com lixas de granulometrias de 400, 600 e 1200, e o tratamento químico onde a placa de cobre foi submersa em uma solução de NaOH (10%) para a remoção de resíduos e em uma solução de H_2SO_4 (1%) para a ativação da superfície.

Para a eletrodeposição da liga Fe-W, foi realizado um planejamento experimental 2^2 , com dois pontos centrais, totalizando 6 experimentos (Oliveira et al., 2017). As variáveis operacionais utilizadas foram a densidade de corrente e a temperatura do banho. No nível baixo (-1) a densidade de corrente utilizada foi de $30 \text{ (mA/cm}^2\text{)}$ e a temperatura do banho foi de $30 \text{ (}^\circ\text{C)}$. No ponto central (0) a densidade de corrente foi $50 \text{ (mA/cm}^2\text{)}$ e a temperatura do banho foi $45 \text{ (}^\circ\text{C)}$. A densidade de corrente utilizada foi $70 \text{ (mA/cm}^2\text{)}$ e a temperatura do banho foi $60 \text{ (}^\circ\text{C)}$, no nível alto (+1).

Na eletrodeposição da liga Fe-W foi utilizado uma fonte de corrente da marca MINIPA, modelo MPL-1303. As densidades de corrente utilizadas foram de 30, 50 e $70 \text{ (mA/cm}^2\text{)}$, com carga de 300 Coulombs. O pH dos banho eletrolítico foi ajustados com NH_4OH (concentrado) ou H_2SO_4 (50% v/v) até atingir 8,0. Foi utilizada como ânodo uma malha de platina cilíndrica oca e a placa de cobre foi utilizada como cátodo.

Foi utilizada a técnica de Espectrômetros de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF) para a determinação da composição química da liga Fe-W, utilizando um espectrômetro digital da SHIMADZU, modelo EDX-7000.

Resultados e discussão

A deposição da liga Fe-W com modificação dos parâmetros operacionais utilizados mostrou-se eficiente. Em todos os experimentos a porcentagem de ferro em relação à de tungstênio foi superior.

A densidade de corrente é a variável que mais influência na composição química da liga. Com a variação da densidade de corrente pode ocorrer modificação da composição química e da morfologia da superfície do revestimento. Foi observado que com a diminuição da densidade de corrente e da temperatura do banho ocorreu o aumento do percentual atômico do ferro no revestimento apresentado o valor de 82 at%. Conseqüentemente com o aumento da densidade ocorreu a diminuição do percentual de ferro na liga obtendo um valor de 76 at%.

Foi observado que o aumento da densidade de corrente e da temperatura do banho eletrolítico favorece a redução de tungstênio na liga. Com o aumento da temperatura aumenta a velocidade de troca iônica. Com o aumento da densidade de corrente a velocidade de redução da liga é maior acarretando modificações nas reações que ocorre na interface eletrodo/eletrolito favorecendo assim a redução do tungstênio no revestimento obtendo um valor máximo de 24 at%. Os menores valores de tungstênio na liga foram obtidos com a diminuição da densidade de corrente e da temperatura do banho isto é, com densidade de corrente de $30 \text{ (mA/cm}^2\text{)}$ e a temperatura do banho de $30 \text{ (}^\circ\text{C)}$, obtendo o valor de 18 at%.

Ficou evidente que a densidade de corrente e a temperatura do banho modifica as propriedades das ligas e conseqüentemente a sua composição química.

Conclusões

A eletrodeposição da liga Fe-W através dos parâmetros utilizados neste estudo pode ser alcançada com êxito. O percentual de ferro nos experimentos se mostrou superior em comparação ao tungstênio.

Foi observado que a densidade de corrente e a temperatura do banho eletrolítico

influência na composição química e na morfologia da liga. Como aumento da densidade de corrente e da temperatura do banho eletrolítico ocorreu o aumento do percentual atômico de tungstênio na liga. O maior percentual atômico de ferro foi obtido com a diminuição da densidade de corrente e da temperatura do banho eletrolítico.

Foi confirmado que a eletrodeposição é do tipo induzida já que o ferro foi obtido em maior concentração e sem a presença do sulfato de ferro no banho não ocorreu deposição do tungstênio.

Palavras-Chave: Liga Fe-W; eletrodeposição; resistência à corrosão.

Fomento

Agradecer ao CNPq e CAPES pelo auxílio financeiro.

Referências

- Bacal, P., Indyka, P., Stojek, Z., & Donten, M. (2015). Unusual example of induced codeposition of tungsten. Galvanic formation of Cu-W alloy. *Electrochemistry Communications*, 54, 28–31. <https://doi.org/10.1016/j.elecom.2015.02.016>
- Nagai, T., Hodouchi, K., & Matsubara, H. (2014). Relationship between film composition and microhardness of electrodeposited Ni-W-B films prepared using a citrate-glycinate bath. *Surface and Coatings Technology*, 253, 109–114. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2014.05.022>
- Oliveira, A. L. M., Costa, J. D., de Sousa, M. B., Alves, J. J. N., Campos, A. R. N., Santana, R. A. C., & Prasad, S. (2015). Studies on electrodeposition and characterization of the Ni-W-Fe alloys coatings. *Journal of Alloys and Compounds*, 619, 697–703. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2014.09.087>
- Oliveira, J. A. M., Raulino, A. de M. D., Raulino, J. L. C., Campos, A. R. N., Prasad, S., & Santana, R. A. C. de. (2017). Efeito da densidade de corrente e pH na obtenção da liga Ni-Fe por eletrodeposição. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 22(1), 1–10. <https://doi.org/10.1590/s1517-707620170001.0105>
- Quiroga Argañaraz, M. P., Ribotta, S. B., Folquer, M. E., Benítez, G., Rubert, A., Gassa, L. M., ... Salvarezza, R. C. (2013). The electrochemistry of nanostructured Ni-W alloys. *Journal of Solid State Electrochemistry*. <https://doi.org/10.1007/s10008-012-1965-3>
- Santana, R. A. C. De, Campos, A. R. N., Prasad, S., & Leite, V. D. (2007). Otimização do banho eletrolítico da liga Fe-W-B resistente à corrosão. *Química Nova*, 30(2), 360–365. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200023>