

## AVALIAÇÃO DO EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DAS LIGAS Co-W OBTIDAS POR ELETRODEPOSIÇÃO

Alison Silva Oliveira<sup>1</sup>; Bruna Raísa Silva de Melo<sup>1</sup>; Ana Regina Nascimento Campos<sup>1</sup>; Shiva Prasad<sup>1</sup>; Renato Alexandre Costa de Santana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Biologia e Química, Centro de Educação e Saúde, alison.oliveira18@gmail.com; brunaraisa13@gmail.com; arncampos@yahoo.com.br; prasad@deq.ufcg.edu.br; renatoacs@ufcg.edu.br

### Introdução

A corrosão de metais ocorre em diversos meios, o principal meio que ela ocorre é no meio aquoso, com isso o mecanismo do sistema é essencialmente eletroquímico. Desta forma as técnicas eletroquímicas são utilizadas como forma de avaliação, controle e investigação dos diversos processos corrosivos que afetam os metais e suas ligas. (BLEJAN; MURESAN, 2013).

Os revestimentos protetores obtidos pela eletrodeposição possuem uma importante aplicação indústria para prevenção contra a corrosão, com o intuito de inibir ou amenizar os diversos processos corrosivos que acometem as superfícies metálicas. Através da eletrodeposição é possível obter finas películas protetoras com propriedades como: dureza, resistência contra a corrosão, composição química definida, modificação morfológica, dentre outras. (BALLESTEROS et al., 2011; CHANG et al., 2011).

No processo de eletrodeposição, alguns metais sofrem um fenômeno chamado “codeposição induzida”, onde esse termo foi apresentado por *Brenner*, que descrevia uma situação em que um metal em solução aquosa na sua forma pura não era possível ser eletrodepositado sozinho, mais era codepositado na presença de outro metal, formando uma liga metálica. Um exemplo de codeposição induzida são as ligas de W e Mo com os metais do grupo do ferro (Fe, Co, Ni). (AHMAD et al., 2003; BALARAJU; JAHAN; RAJAM, 2006; ABDEL HAMID; HASSAN, 2012; BELTOWSKA-LEHMAN et al., 2012; BERA et al., 2012; ALJOHANI; HAYDEN, 2013; ZIELI et al., 2015; YIN et al., 2016).

Este trabalho tem como objetivo estudar o efeito do tratamento térmico na composição química da liga Co-W obtida pelo processo de eletrodeposição. Utilizando um planejamento experimental 2<sup>2</sup> com dois pontos centrais, associado à metodologia de superfície de resposta (MSR).

### Metodologia

Os reagentes utilizados para preparação do banho eletrolítico foram: sulfato de cobalto (0,2 M), tungstato de sódio (0,05 M) e citrato de sódio (0,3 M). Os reagentes utilizados possuem alto grau de pureza analítica, o pH do banho foi mantido em 8, ajustado com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (50% v/v) ou com NH<sub>4</sub>OH (concentrado).

As ligas foram eletrodepositadas sobre um substrato de cobre com área superficial de 8 cm<sup>2</sup>, onde o mesmo passou por dois tratamentos antes da eletrodeposição, o primeiro foi o tratamento mecânico, onde o substrato foi polido com lixas de 400, 600 e 1200, o segundo foi o tratamento químico, onde o substrato foi submerso em NaOH (10% m/v) e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1% v/v) para a limpeza e ativação da superfície, respectivamente.

Após o tratamento o substrato foi levado para o processo de eletrodeposição. Onde foi utilizado um galvanostático com uma fonte de energia externa da marca *MINIPA*, modelo *MPL-1303M* para controle da densidade de corrente, o substrato foi utilizado como cátodo e uma malha cilíndrica de platina como ânodo, todos os experimentos foram submetidos a uma densidade de corrente 40 (mA/cm<sup>2</sup>). Para controle da temperatura utilizou um termostato *MTA*

*KUTESZ MD2*, a temperatura do banho foi mantido em  $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . A agitação mecânica foi através de rotação catódica, utilizando um eletrodo rotativo *EG&G PARC 616*, onde os experimentos foram submetidos a uma rotação de 30 (rpm). Todos os experimentos foram submetidos a uma carga de 300 *Coulombs*.

Para eletrodeposição da liga Co-W utilizou-se um planejamento experimental  $2^2$ , com dois pontos centrais, totalizando 6 experimentos. As variáveis temperatura e tempo do tratamento térmico foram avaliados nos níveis codificados -1, 0 e +1, baixo, central e alto, respectivamente. As temperaturas de tratamento térmico, 200 (-1), 400 (0) e 600 (+1)  $^{\circ}\text{C}$ , com o tempo de 20 (-1), 40 (0) e 60 (+1) minutos. Para análise dos resultados obtidos no planejamento foi utilizado o software STATISTICA®, versão 8.0.

O tratamento térmico foi realizado em um forno elétrico tipo Mufla. Foi utilizada uma taxa de aquecimento de  $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$  para todos os revestimentos obtidos em atmosferas de ar.

A determinação da composição química da liga Co-W foi feita pela técnica de Espectrômetros de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (*EDXRF*), utilizando um espectrômetro digital da SHIMADZU, modelo EDX-7000.

### Resultados e discussão

Antes do tratamento térmico o percentual em peso do cobalto era 58 (wt.%) e o do tungstênio 42 (wt.%), após o tratamento térmico os experimentos 1, 2, 5 e 6 apresentaram o mesmo comportamento, antes do tratamento térmico na composição química. Já os experimentos 3 e 4 após o tratamento térmico apresentaram uma mudança na sua composição química. Com o aumento da temperatura ocorreu o aumento do percentual em peso do cobalto e do tungstênio nos revestimentos tratados termicamente. Esse comportamento mostra que a temperatura e o tempo de exposição influenciaram neste processo.

O Exp. 3 apresentou o maior percentual em peso do cobalto com 77 (wt.%) e o menor percentual em peso do tungstênio com 23 (wt.%), com as condições de tratamento térmico, 600 ( $^{\circ}\text{C}$ ) e 20 (min). Já no Exp. 4 apresentou o maior percentual em peso do tungstênio com 58 (wt.%) e o menor percentual em peso de cobalto com 42 (wt.%), com as condições de tratamento térmico, 600 ( $^{\circ}\text{C}$ ) e 60 (min.). Este comportamento pode ser associado à migração do tungstênio para a superfície do revestimento e que pode favorecer a formação de filmes de óxidos de  $\text{WO}_2$  e  $\text{WO}_3$ .

Com a utilização do planejamento  $2^2$  com dois pontos centrais, foi possível avaliar que a variável tempo foi aqui mais influenciou no processo.

### Conclusões

Com o tratamento térmico da liga Co-W, obtida pelo processo de eletrodeposição, ocorreu uma variação significativa na composição química da liga apenas em 600 ( $^{\circ}\text{C}$ ), pois em temperaturas inferiores o comportamento da composição química permaneceu o mesmo antes de ser realizado o tratamento térmico. Por meio do planejamento experimental  $2^2$  com dois pontos centrais, foi possível determinar a variável que apresentou maior influência no processo de tratamento térmico, onde essa variável foi o tempo.

**Palavras-Chave:** Tratamento térmico; eletrodeposição; liga Co-W.

### Fomento

Agradecimentos ao CNPq pelo apoio financeiro que proporcionou a realização deste trabalho.

### Referências

ABDEL HAMID, Z.; HASSAN, H. B. Influence of electrodeposition parameters on the characteristics of NiMoP film. *Surface and Coatings Technology*, v. 212, p. 37–45, 2012.

AHMAD, J.; ASAMI, K.; TAKEUCHI, A.; INOUE, A. Effect of Sodium Hypophosphite on the Structure and Properties of Electrodeposited Ni-W-P Alloys. *Materials Transactions*, v. 44, n. 4, p. 705–708, 2003.

ALJOHANI, T. A.; HAYDEN, B. E. A simultaneous screening of the corrosion resistance of Ni–W thin film alloys. *Electrochimica Acta*, v. 111, p. 930–936, Nov. 2013.

BALARAJU, J. N.; JAHAN, S. M.; RAJAM, K. S. Studies on autocatalytic deposition of ternary Ni-W-P alloys using nickel sulphamate bath. *Surface and Coatings Technology*, v. 201, n. 3-4, p. 507–512, 2006.

BALLESTEROS, J. C.; CHAINET, E.; OZIL, P.; MEAS, Y.; TREJO, G. Electrodeposition of Copper from Non-Cyanide Alkaline Solution Containing Tartrate. *International Journal of Electrochemical Science*, v. 6, p. 2632–2651, 2011.

BELTOWSKA-LEHMAN, E.; BIGOS, A.; INDYKA, P.; KOT, M. Electrodeposition and characterisation of nanocrystalline Ni-Mo coatings. *Surface and Coatings Technology*, v. 211, p. 67–71, 2012.

BERA, P.; SEENIVASAN, H.; RAJAM, K. S.; WILLIAM GRIPS, V. K. XRD, FESEM and XPS studies on heat treated Co-W electrodeposits. *Materials Letters*, v. 76, p. 103–105, 2012.

BLEJAN, D.; MURESAN, L. M. Corrosion behavior of Zn-Ni-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanocomposite coatings obtained by electrodeposition from alkaline electrolytes. *Materials and Corrosion*, v. 64, n. 5, p. 433–438, 2013.

CHANG, L. M.; WANG, Z. T.; SHI, S. Y.; LIU, W. Study on microstructure and properties of electrodeposited Ni-W alloy coating with glycolic acid system. *Journal of Alloys and Compounds*, v. 509, n. 5, p. 1501–1504, 2011.

YIN, S. Q.; WU, Y.; XU, X. G.; WANG, H.; WANG, J. P.; JIANG, Y.; YIN, S. Q.; WU, Y.; XU, X. G.; WANG, H.; WANG, J. P.; JIANG, Y. The effects of tungsten concentration on crystalline structure and perpendicular magnetic anisotropy of Co-W films The effects of tungsten concentration on crystalline structure and perpendicular magnetic anisotropy of Co-W films. *AIP Advances*, v. 127156, n. May, 2016.

ZIELI, M.; MIĘKOŚ, E.; SZCZUKOCKI, D.; DAŁKOWSKI, R.; LENIART, A.; KRAWCZYK, B.; JUSZCZAK, R. Effects of Constant Magnetic Field on Electrodeposition of Co-W-Cu Alloy. *International Journal of Electrochemical Science*, v. 10, p. 4146–4154, 2015.