

Estudos relacionados com a obtenção e caracterização de compósitos de matriz CuZn e fase dispersa SiC a partir de eletrodeposição em soluções a base de citrato.

RESUMO

Ana Paula Rocha de Almeida
anapaula.rcha5@mail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil.

Paulo Cezar Tulio
pauloctulio@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil

OBJETIVO: A fim de minimizar problemas de degradação de superfícies metálicas, como a corrosão-erosão, o objetivo deste trabalho foi obter um revestimento compósito de matriz metálica CuZn (latão) e partículas cerâmicas duras de SiC, a partir de uma solução contendo citrato em sua composição. **MÉTODOS:** O método utilizado para a obtenção dos revestimentos foi a técnica da eletrodeposição a densidades de corrente constantes (i_g) sobre o aço. Para caracterizar mecanicamente os revestimentos obtidos foram realizados ensaios de microdureza. **RESULTADOS:** Os primeiros revestimentos obtidos não foram aderentes à superfície do substrato de aço, sendo necessária a realização de uma eletrodeposição de pré-revestimento, que solucionou o problema. Resultados de microdureza mostraram um aumento desta nos revestimentos CuZn obtidos de soluções com SiC, com relação a CuZn de soluções sem SiC em sua composição. **CONCLUSÕES:** Depósitos de CuZn sobre aço nesta solução foram não aderentes. O problema foi solucionado com a aplicação de um pré-revestimento antes da eletrodeposição na solução de citrato. A microdureza de CuZn obtido na presença em solução de SiC foi maior que CuZn sem SiC. Porém, não houve um grande aumento. Nesta solução, altas quantidades de SiC na solução e baixas i_g parecem favorecer a incorporação de SiC à matriz, pois foi onde encontraram-se maiores microdurezas. Essa região deve ser explorada futuramente.

PALAVRAS-CHAVE: Eletrodeposição. Revestimentos compósitos. CuZn-SiC. Solução a base de citrato.

INTRODUÇÃO

A degradação de metais por corrosão é frequente e por sua vez gera impactos ambientais e econômicos. É estimado que 3,5% do PIB de países industrializados, são gastos diretamente com corrosão (Verinck, 2000; Davis, 2000; Schweitzer, 2010). Logo, a busca por métodos que minimizem seus efeitos, é uma área ativa de pesquisa e desenvolvimento.

Outro fator que agrava e aumenta a taxa de corrosão da superfície metálica, é sua ocorrência em conjunto com a erosão (Davis, 2000; Schweitzer, 2010; Postlethwaite and Netic, 2000). A corrosão-erosão é o tipo de degradação que associa a dissolução anódica do metal (corrosão) e uma solitação mecânica (erosão). A erosão pode ser causada, por exemplo, pelo choque de partículas sólidas presentes em um fluido líquido, choque de gotículas de líquido em fluxos de gás ou de vapor de alta velocidade e por cavitação. Este choque pode destruir as camadas de proteção passiva ou induzir deformações na superfície, que podem aumentar a taxa de corrosão do metal (Postlethwaite and Netic, 2000).

Para minimizar o problema da corrosão, poderiam ser empregados metais de alta resistência, como o aço inoxidável, por exemplo, entretanto, esse método tem alto custo (Postlethwaite and Netic, 2000). Materiais de alta dureza poderiam ser empregados nos casos de desgaste por erosão, mas por outro lado, estes materiais não apresentam boa resistência a corrosão, além de serem difíceis de soldar e quebradiços (Postlethwaite and Netic, 2000; Fontana and Greene, 1967).

Compósitos de matriz metálica apresentam-se como uma boa opção para os casos de corrosão-erosão. Uma vez que combinam elevada resistência a corrosão dada pela matriz metálica, e alta dureza dadas por partículas cerâmicas duras na fase dispersa (Kainer, 2006). Revestimentos compósitos de matriz metálica podem ser obtidos utilizando a técnica da eletrodeposição (Hovestad and Janseen, 1995; Musiani, 2000; Tulio et al. 2007). Um exemplo de matriz metálica com boa resistência à corrosão, são ligas de CuZn (Latão). Se na matriz CuZn forem dispersas partículas cerâmicas duras, como de SiC (Carbeto de Silício) por exemplo, a dureza do compósito poderá ser aumentada. Revestimentos de CuZn podem ser obtidos comercialmente pela técnica da eletrodeposição utilizando cianeto como complexante (Geissman and Bennett, 1974; Parthasaradhy, 2009). No entanto cianeto é altamente tóxico, e pode trazer prejuízos ao meio ambiente e à saúde. Há estudos para a empregabilidade de agentes complexantes que não sejam agressivos (Johannsen, et al., 2001; Ballesteros, et al., 2014; de Almeida, et al., 2015). Um exemplo deles é o citrato de Sódio (de Almeida, et al., 2015).

O objetivo deste trabalho, foi verificar as características de obtenção de compósitos de CuZn-SiC, utilizando soluções de citrato como complexante.

2 MÉTODOS

2.1 PREPARO DAS SOLUÇÕES DE ELETRODEPOSIÇÃO

Foram realizadas as eletrodeposições na solução contendo citrato de sódio como complexante alternativo ao cianeto, a solução constituiu de: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,3 M; e citrato de sódio ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,5 M. Para o caso da obtenção dos compósitos, a esta solução, foram adicionadas, partículas de carbeto de silício (SiC, 97,73%) de diâmetro médio 9,5 μm . Duas relações de massa de SiC por volume de solução (C_{SiC}) foram utilizadas: $10\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ e $20\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. Houve problemas de aderência do revestimento à superfície do substrato, sendo necessária a realização de uma eletrodeposição de pré-revestimento de CuZn no substrato. A composição da solução da eletrodeposição de pré-revestimento foi: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.14 M; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.06 M; NaOH 3 M + D (-) Sorbitol ($\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$) 0.2 M.

3.2 ELETRODEPOSIÇÕES

As eletrodeposições foram realizadas a densidades de corrente catódica constantes (i_g) para tempos de deposição que corresponderiam a uma densidade de carga (q_{dep}) de $72,5 \text{ Ccm}^{-2}$. Esta densidade de carga corresponderia a um revestimento de espessura teórica de 30 μm . Durante a eletrodeposição a agitação magnética na solução foi mantida.

3.3 MEDIDAS DE MICRODUREZA

As medidas de microdureza Vickers dos revestimentos eletrodepositados foram realizadas em duplicata (2 amostras), com 10 medidas para cada revestimento, e o resultado é apresentado como uma média desses valores. As análises de microdureza foram feitas em um microdurômetro modelo HV-1000B.

3 RESULTADOS

3.1 OBTENÇÃO DOS REVESTIMENTOS DA SOLUÇÃO COM CITRATO

Com relação aos depósitos obtidos da solução, apareceram problemas de aderência dos mesmos ao substrato de aço. O problema da aderência foi solucionado com a obtenção do pré-revestimento, contendo sorbitol como agente complexante, cuja solução está citada em métodos. Com o pré-depósito, solucionou-se o problema da falta de aderência. Fotos de alguns revestimentos estão mostradas na figura 1.

Figura 1 – Revestimento obtido nas condições: $C_{\text{SiC}} 10\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$; $i_g 15\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ (a esquerda).
Revestimento obtido nas condições: $C_{\text{SiC}} 20\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$; $i_g 10\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ (a direita)

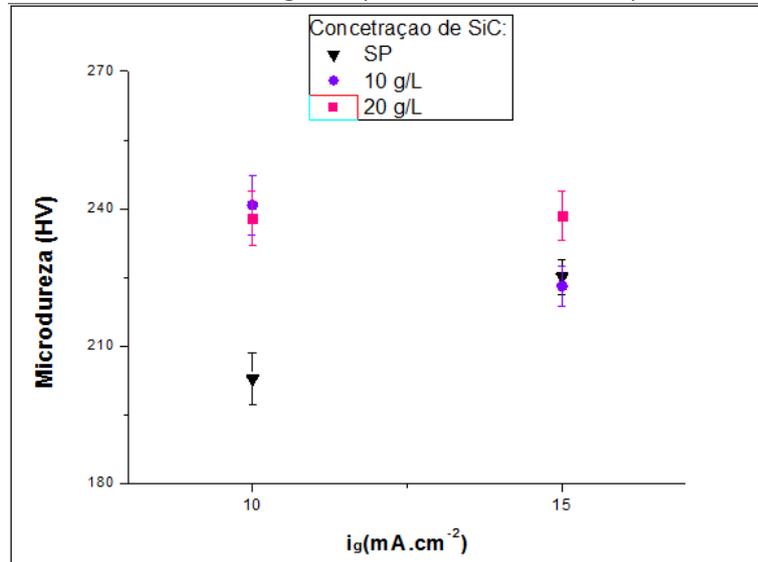


Fonte: Autoria Própria (2017)

3.2 RESULTADOS DA MICRODUREZA

Na figura 2 são mostrados os valores médios obtidos dos ensaios de microdureza realizados.

Figura 2 - Microdureza contra i_g de depósitos CuZn e CuZn-SiC para diferentes C_{SiC}



Fonte: OriginPro 8 (2017)

Houve um aumento na microdureza dos revestimentos CuZn-SiC com relação a CuZn nas condições a baixa i_g (10 mA.cm⁻²) e baixa C_{SiC} (10g.L⁻¹). Para maior i_g (15mA.cm⁻²) e alta C_{SiC} (20g.L⁻¹), houve um leve ganho em microdureza a C_{SiC} de 20 g.L⁻¹. Estes primeiros resultados indicam que as condições de trabalho devem focar em baixas i_g e altas C_{SiC} . Porém, o ganho em microdureza pode não ser interessante quando comparados a outros tipos de soluções.

4 CONCLUSÕES

Foram realizadas eletrodeposições de pré-revestimento nos substratos de aço para resolver o problema da falta aderência.

Medidas de microdureza indicam que parece estar havendo dificuldade de incorporação de SiC à matriz CuZn nesta solução. O aumento em microdureza ocorreu em altas C_{SiC} , de 20 g.L⁻¹, mas de forma leve.

Maiores variações nas microdurezas foram obtidas a baixas densidades de corrente.

Os resultados obtidos são parciais, visto que a vigência do atual projeto é até 12/2017.

Studies related with obtainment and characterization of CuZn matrix composites and dispersed phase of SiC from citrate based electrodeposition solutions.

ABSTRACT

OBJECTIVE: In order to minimize metal surface degradation problems, such as corrosion-erosion, the aim of this work was to obtain CuZn (brass) metal-matrix composite coatings with hard ceramic particles of SiC from a citrate-based solution. **METHODS:** Coatings were obtained by the electrodeposition technique under constant current densities. Mechanical characterization of coatings was performed by microhardness measurements. **RESULTS:** The first coatings were not adherent to the steel substrate. It was necessary a pre-coating to solve this problem. Microhardness results indicated higher values for CuZn-SiC composite coatings in comparison with CuZn. **CONCLUSIONS:** With a pre-coating onto the steel substrate, adherent composite coatings of CuZn-SiC could be obtained by electrodeposition, from a citrate-based solution. Higher microhardnesses were found for CuZn-SiC composite coatings when comparing to CuZn. It was observed the influence of electrodeposition current density on the microhardness of composite coatings. Higher microhardnesses values were obtained at low current densities. This region must be explored in the future.

KEYWORDS: Metal-matrix composite coatings. CuZn-SiC. Electrodeposition. Citrate based solution.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Araucária, CNPq e a UTFPR-CP pelo suporte material e financeiro, que possibilitaram a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BALLESTEROS, J.C.; TORRES-MARTINEZ, L.M.; JUÁREZ-RAMIREZ, I.; TREJO, G.; MEAS, Y. Study of the electrochemical co-reduction of Cu²⁺ and Zn²⁺ ions from an alkaline non-cyanide solution containing glycine. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, Vol. 727, p. 104, ago. 2014.

DAVIS, H.R. **Corrosion – understanding the basics**. Ohio: ASM International, Materials Park-Ohio, 2000. 562 p.

DE ALMEIDA, M.R.H.; CARVALHO, M. F.; BARBANO, E.P.; TULIO, P.C. AND CARLOS, I.A. Copper-zinc electrodeposition in alkaline-sorbitol medium: electrochemical studies and structural, morphological and chemical composition characterization. **Applied Surface Science**, Vol. 333, p. 13, 2015.

FONTANA, M. G. AND GREENE, N. D. **Corrosion Engineering**. New York: McGraw-Hill, 1967. 488 p.

GEISSMAN, W.C.; BENNETT, D.J. **Brass - Modern Electroplating**. 3 ed New York: Lowenheim, F.A. John Wiley & Sons, 1974.

HOVESTAD, A.; JANSEEN, L.J.J. Electrochemical codeposition of inert particles in a metallic matrix. **Journal of Applied Electrochemistry**, Vol. 25, p. 519, 1995.

JOHANNSEN, K. Effect of temperature & bulk stirring on electroplating of brass from pyrophosphate electrolyte. **Plating and Surface Finishing**, Vol. 88, p. 104, 2001.

KAINER, K.U. Basics of Metal Matrix Composites. **Metal Matrix Composites**. Custom-made Materials for Automotive and Aerospace Engineering. Weinheim: Kainer, K.U. Willey-VCH, 2006.

MUSIANI, M. Electrodeposition of composites: an expanding subject in electrochemical material science. **Electrochimica Acta**, Vol. 45, p. 3397, 2000.

PARTHASARADHY, N.V. **Practical Electroplating Handbook**. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs. 2009.

POSTLETHWAITE J.; NESIC, S. Erosion-Corrosion in Single and Multiphase flow. **Uhlig's Corrosion Handbook**. New York: Revie, R.W. John Willey, 2000.

SCHWEITZER, P.A. **Fundamentals of Corrosion**. CRC Press, Boca Raton, 2010. 210 p.

TULIO, P.C.; RODRIGUES, S.E.B.; CARLOS, I.A. The influence of SiC and Al₂O₃ micrometric particles on the electrodeposition of ZnNi films and the obtainment of ZnNi–SiC and ZnNi–Al₂O₃ electrocomposite coatings from slightly acidic solutions. **Surface and Coatings Technology**, Vol. 202, p. 91. 2007.

VERINCK, E.D. Economics of Corrosion. **Uhlig's Corrosion Handbook**. New York: Revie, R. W. John Willey, 2000.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

ALMEIDA, A. P. R. et al. Estudos relacionados com a obtenção e caracterização de compósitos de matriz CuZn e fase dispersa SiC a partir de eletrodeposição em soluções a base de citrato.. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 30/08/2017, Londrina. **Anais eletrônicos**. Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br//sicite/sicite2017/>>.

Correspondência:

Ana Paula Rocha de Almeida

Av. Alberto Carazzai, 1640 - Centro, Cornélio Procópio - PR, 86300-000, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

