

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA MORFOLOGIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA LIGA Cu-Zn-Ni.

Raíssa Alves Queiroga¹; Bianca de Oliveira Evaristo¹; Josiane Dantas Costa²; Mikarla Baía de Sousa²; Renato Alexandre Costa de Santana³

¹Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Petróleo, raissa.queiroga089@gmail.com, bianca.engpetro@gmail.com.

² Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química, josiane_dantas@hotmail.com, mikarlabaia@hotmail.com;

³ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Biologia e Química, renatoacs@ufcg.edu.br

Introdução

Os revestimentos protetores, além de constituírem uma importante forma de prevenção à corrosão metálica, podem melhorar consideravelmente as propriedades físicas, químicas e mecânicas do substrato. Este tipo de proteção proporciona uma barreira entre o substrato e o seu ambiente, desde que o revestimento seja uniforme, aderente ao substrato e livre de poros para aplicações em que podem ocorrer danos físicos (GRAY; LUAN, 2002).

A eletrodeposição representa uma boa maneira de revestir as superfícies metálicas; uma das aplicações industriais mais importantes da eletrodeposição é o revestimento com finalidade de inibir a corrosão, que ocorre na superfície do metal e nas suas estruturas sob influência do meio ambiente (ELIAZ; SRIDHAR & GILEADI, 2005). Este processo tem grandes vantagens sobre outros métodos de produção de filmes finos, tais como, possibilidade da realização de deposição em condições normais de pressão e temperatura. Além disso, é uma técnica relativamente fácil e barata, com a otimização de muitos parâmetros (densidade de corrente, agitação, temperatura, pH, composição do banho e aditivos) que podem ser ajustados para obtenção de revestimentos com melhor qualidade.

Os revestimentos metálicos podem ser tratados termicamente após processo de fabricação para otimização de propriedades específicas. Tratamento térmico é o processo de aquecimento, permanência em determinada temperatura por um certo tempo, seguida de um resfriamento, em condições controladas de ligas metálicas, ferrosas e não ferrosas, onde se objetiva modificar as suas propriedades (VALE, 2011). Dessa forma, através desse processo é possível modificar uma variedade de propriedades que permitem que as ligas sejam adequadas a diversas aplicações, conseguindo-se tais efeitos com reduzidos gastos financeiros. Allahyarzadeh et al., (2016) avaliaram o efeito do tratamento térmico em uma liga Ni-W obtida por eletrodeposição e verificaram mudanças positivas na resistência mecânica e microdureza, tornando a liga adequada para diversas aplicações industriais.

Para verificar se o revestimento obtido por eletrodeposição possui morfologia uniforme e composição química esperada, ensaios de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e de energia dispersiva de raios-x (Energy Dispersive x-ray Spectrometer - EDS ou EDX) são de fundamental importância. Através desses ensaios é possível determinar as formas e contornos de grãos na superfície do revestimento além de quantificar os elementos químicos presentes. Este trabalho teve como objetivo a obtenção de revestimentos de Cu-Zn-Ni sobre o aço A516 através da eletrodeposição, avaliando a morfologia e composição química da liga depositada antes e após o tratamento térmico.

Metodologia

O substrato utilizado foi uma placa de aço A516 grau 60, cortado na forma de um quadrado com dimensões médias de

1,86 cm x 1,66 cm e com área superficial média de 3,085 cm², embutida em resina PVC para melhor conexão dos eletrodos.

As amostras de aço passaram por um processo de limpeza com lixas do tipo 100, 400, 600 e 1200 mesh, para remoção de impurezas e homogeneização da superfície e em seguida, foram mergulhadas em uma solução de 10% de hidróxido de sódio (NaOH) para a retirada de graxas e superfícies orgânicas solúveis e em solução de 1% de ácido sulfúrico (H₂SO₄) para ativar a superfície do substrato para o processo de eletrodeposição.

O banho eletrolítico empregado na eletrodeposição da liga Cu-Zn-Ni foi constituído dos seguintes reagentes: sulfato de cobre, sulfato de zinco, sulfato de níquel e citrato de sódio, nas concentrações de 0,005 Mol/L, 0,010 Mol/L, 0,001 Mol/L, 0,025 Mol/L, respectivamente, dissolvidos em água destilada.

O sistema de eletrodeposição utilizado consistiu em colocar o cátodo (substrato de aço A516) paralelo ao ânodo (folha de platina), sem que houvesse contato entre ambos para depois disso, mergulhá-lo no banho eletrolítico de Cu-Zn-Ni. O pH foi ajustado em 6,0 e o ajuste da densidade de corrente foi realizado por uma fonte de corrente contínua da marca Agilent modelo E3633A. Todos os depósitos foram realizados sob temperatura ambiente.

Para se obter uma igualdade teórica nas espessuras dos revestimentos fixou-se a carga em 200 C e a densidade de corrente em 50 mA/cm², modificando, durante a eletrodeposição, a corrente aplicada e o tempo de deposição. O tempo para cada deposição foi estimado por meio da equação do cálculo da carga elétrica: $Q = i \cdot t$, onde Q é a carga em Coulomb (C); i é a corrente em Ampère (A); t o tempo em segundos (s). As correntes variaram de 0,1480 a 0,1650 A e os tempos de eletrodeposição variaram de 20 a 23 min.

Para a realização do tratamento térmico foi utilizado um planejamento fatorial completo 2², com adição de 2 experimentos no ponto central (0) totalizando 6 experimentos. Cada variável independente foi investigada para um nível mais alto (+1) e um nível mais baixo (-1). Os tempos de permanência das amostras no forno foram: 20 min (-1), 40 min (0) e 60 min (+1) e as temperaturas: 200 °C (-1), 400 °C (0) e 600 °C (+1). Um experimento que não passou pelo processo de tratamento térmico (Experimento 7) foi utilizado para fins de comparação.

A taxa de aquecimento foi de 10 °C/min para todos os ensaios que foram realizados em forno resistivo para tratamentos térmicos da marca EDG, modelo F3000. Após o aquecimento, as amostras foram retiradas do forno e resfriadas bruscamente em água destilada.

Após eletrodeposição e tratamento térmico, os revestimentos foram caracterizados quanto à morfologia e à composição química. O estudo superficial dos revestimentos foi realizado por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a análise da composição química da liga foi determinada por energia dispersiva de raios-x (EDS) utilizando um microscópio eletrônico de varredura da Tescan modelo VEGA3 SBH equipado com Detector de EDS a seco da Oxford modelo X-ACT IE150.

Resultados e discussão

De acordo com o planejamento experimental utilizado, aos experimentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foram atribuídos temperaturas e tempos, respectivamente de, 200 °C por 20 min, 200 °C por 60 min, 600 °C por 20 min, 600 °C por 60 min, 400 °C por 40 min, 400 °C por 40 min e o experimento 7 não sofreu tratamento térmico.

A composição química foi determinada por espectroscopia de energia dispersiva de raios-x (EDS) e os resultados obtidos foram os seguintes: Experimento 1 (38,43 % de Cu, 53,51 % de Zn e 8,07 % de Ni); Experimento 2 (35,74 % de Cu, 57,36 % de Zn e 6,91 % de Ni); Experimento 3 (17,59 % de Cu, 80,34 % de Zn e 2,07 % de Ni); Experimento 4 (43,33 % de Cu, 53,84 % de Zn e 2,83 % de Ni); Experimento 5 (31,11 % de Cu, 62,57 % de Zn e 6,32 % de Ni) e Experimento 6 (31,48 % de Cu, 62,06 % de Zn e 6,46 % de Ni). O experimento sem tratamento térmico

(Experimento 7) apresentou 38,49 % de Cu, 53,87 % de Zn e 7,64 % de Ni.

Através dos resultados obtidos, foi observado que houve mudança de composição química após tratamento térmico. Observa-se que o conteúdo de níquel se manteve mais alto nas temperaturas mais baixas (200 °C) e o conteúdo de cobre e zinco se manteve praticamente constante, exceto para os experimentos onde a temperatura do forno utilizada foi 600 °C (Experimentos 3 e 4). Essa variação na composição química dos experimentos 3 e 4 pode ser atribuída ao tempo (20 e 60 minutos) em que os aços revestidos com a liga Cu-Zn-Ni permaneceram dentro do forno a temperatura de 600°C. Desta forma, ficou evidente que o tratamento térmico tem influência sobre a variação da composição química.

A morfologia dos depósitos foi feita por microscopia eletrônica de varredura (MEV) com ampliação de 3000 x. Os resultados mostraram que a temperatura e o tempo de permanência no forno afetam diretamente a morfologia dos revestimentos. As micrografias mostram que os depósitos têm uma aparência compacta nodular com grãos circulares e que a forma/geometria dos nódulos presentes nos revestimentos é alterada de acordo com o aumento da temperatura, caracterizada pelo aumento desses nódulos, com formação de conglomerados nas temperaturas de 600 °C.

Através das análises de composição química que foram feitas na superfície nodular dos revestimentos, verificou-se que nos nódulos estão presentes uma quantidade maior do metal zinco em relação aos metais cobre e níquel e no Experimento 3 observa-se uma grande quantidade de nódulos.

Conclusões

Através dos resultados obtidos, notamos que houve mudança de composição química e da morfologia da liga de Cu-Zn-Ni após tratamento térmico, com formação de nódulos e conglomerados e um aumento na concentração de zinco no revestimento tratado termicamente a 600 °C durante 20 minutos (Experimento 3).

Percebe-se que a temperatura do forno é a variável do tratamento térmico com maior influência na morfologia dos revestimentos, pois as amostras que são submetidas à temperatura de 600°C possuem uma maior quantidade de nódulos na superfície dos revestimentos, quando comparados aos experimentos submetidos a outras temperaturas.

No geral, todos os experimentos tratados termicamente apresentam morfologia diferente do experimento não tratado, que apresentou grãos mais homogêneos e de contornos mais definidos.

Palavras-Chave: Eletrodeposição, Morfologia, Composição Química, Tratamento Térmico, Cu-Zn-Ni.

Referências

ALLAHYARZADEH, M. H.; ALIOFKHAZRAEI, M.; REZVANIAN, A. R.; TORABINEJAD, V.; SABOUR ROUHAGHDAM, A. R. Ni-W electrodeposited coatings: Characterization, properties and applications. **Surface and Coatings Technology**, v. 307, p. 978–1010, 2016.

ELIAZ, N., SRIDHAR, T. M., GILEADI, E. Synthesis and characterization of nickel tungsten alloys by electrodeposition. *Electrochimica Acta*, Vol. 50, p. 2893–2904, 2005.

GRAY, J. E.; LUAN, B. Protective coatings on magnesium and its alloys - a critical review. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 336, p. 88–113, 2002.

VALE, A. R. M. do. **Tratamento térmico**. Belém, Brasil: IFPA, 2011.