

Nghiên cứu độ bền hòa tan anot của thép và thép biến tính trong môi trường kiềm chứa ion Clo

Nguyễn Thị Thanh Chuyên

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên; Khoa Hóa học
Chuyên ngành: Hóa lý thuyết và hóa lý; Mã số: 60 44 31
Người hướng: PGS.TS Trịnh Xuân Sén
Năm bảo vệ: 2011

Abstract. Trình bày tổng quan: sự ăn mòn kim loại, sự ăn mòn thép trong bê tông, ăn mòn điểm (pitting corrosion), phương pháp chống ăn mòn thép. Tiến hành thực nghiệm: hóa chất và thiết bị; nội dung thực nghiệm; các phương pháp vật lí và hóa học được sử dụng trong nghiên cứu: phương pháp đo đường cong phân cực (polarization curve), hiển vi điện tử quét (SEM), nhiễu xạ tia X (XRD), đo phổ hồng ngoại (IR). Tìm hiểu các kết quả thu được sau khi tiến hành thực nghiệm: nghiên cứu độ bền hòa tan anot của điện cực thép CT3 trong môi trường kiềm có chứa ion Clo, nghiên cứu khả năng nâng cao độ bền hòa tan anot của thép CT3 trong môi trường kiềm chứa ion Clo bằng các biện pháp khác nhau.

Keywords. Hóa lý thuyết; Chống ăn mòn kim loại; Thép; Môi trường kiềm; Ion clo

Content:

Hiện tượng ăn mòn kim loại, đặc biệt là ăn mòn thép trong các công trình xây dựng, là nguyên nhân chính gây giảm tuổi thọ các công trình, do đó gây tổn kém cũng như lãng phí rất nhiều tiền của các quốc gia trên thế giới. Vì thế nghiên cứu các biện pháp ngăn chặn sự ăn mòn thép là một nhiệm vụ rất quan trọng của các nhà khoa học. Thực tế ở trên thế giới cũng như trong nước đã có rất nhiều công trình nghiên cứu chống ăn mòn thép bằng nhiều cách khác nhau và cho đến

nay đã có những hiệu quả đáng kể. Tuy nhiên các nhà khoa học vẫn không ngừng nghiên cứu nhằm nâng cao khả năng chống ăn mòn thép của các biện pháp đó.

Nghiên cứu được sự hòa tan anot thép CT3 trong môi trường kiềm chứa ion Clo có pH khác nhau. Hàm lượng Cl^- thay đổi từ 0.00 đến 1.00M và pH tăng từ 9 đến 14. Sự ăn mòn anot thép được đánh giá thông qua đại lượng thế ăn mòn điểm E_{pit} . Thông qua đó cho thấy được sự phụ thuộc của thế ăn mòn điểm vào pH và nồng độ Cl^- của dung dịch: Nồng độ Cl^- trong dung dịch nghiên cứu càng lớn thì sự hòa tan điện cực anot càng mạnh (thế ăn mòn điểm càng dịch chuyển về phía dương), ngược lại khi pH tăng thì sự ăn mòn điện cực giảm. Đặc biệt ở pH=14 thì với nồng độ Cl^- trong dung dịch lớn (1.00M) anot thép cũng không bị ăn mòn.

- Nghiên cứu được khả năng ức chế của các ion vô cơ như: CrO_4^{2-} , PO_4^{3-} , MoO_4^{2-} , WO_4^{2-} và NO_2^- trong môi trường ăn mòn chứa ion Cl^- . Qua đó đánh giá được sự ảnh hưởng của hàm lượng các ion đến sự hòa tan anot thép, cũng như sự phụ thuộc E_{pit} và pH và $[\text{Cl}^-]$ trong dung dịch có mặt các chất ức chế. Kết quả thu được cho thấy khi có mặt các ion vô cơ trong dung dịch nghiên cứu thì sự ăn mòn giảm mạnh. Sự ảnh hưởng của pH và nồng độ Cl^- tương tự như đối với trường hợp không có chất ức chế. Khả năng ức chế của các ion đã khảo sát ở pH = 12 và $[\text{Cl}^-] = 0.50\text{M}$ được xếp theo thứ tự như sau: $\text{NO}_2^- > \text{MoO}_4^{2-} > \text{PO}_4^{3-} > \text{WO}_4^{2-} > \text{CrO}_4^{2-}$. Kết quả này chứng tỏ chúng ta có thể sử dụng các ion vô cơ khác như NO_2^- , MoO_4^{2-} , PO_4^{3-} hay WO_4^{2-} để thay thế ion CrO_4^{2-} , do đó giảm sự ô nhiễm môi trường.

- Thế ăn mòn điểm của điện cực thép CT3 phụ thuộc vào nồng độ ion Cl^- một cách tuyến tính theo phương trình $E_{\text{pit}} = A - B \cdot \log[\text{Cl}^-]$, kết quả này hoàn toàn phù hợp với nghiên cứu của nhiều tác giả đã công bố. Mặt khác khi có mặt các ion vô cơ trong môi trường điện li thì phương trình phụ thuộc trên vẫn hoàn toàn đúng.

- Nghiên cứu thành công sự tạo màng phosphate có mặt thêm các phụ gia khác như: Polyanilin (PANi), TiO_2 và axit tannic. Kết quả đo đường cong phân

cực trong dung dịch NaCl 0.5M cho thấy khi thêm các chất phụ gia trên vào hỗn hợp phosphat hóa thì khả năng chống ăn mòn của màng phosphat tăng đáng kể, hay nói cách khác sự hòa tan anot thép giảm mạnh. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra được mối liên hệ giữa khả năng bảo vệ điện cực của màng phosphat và hàm lượng các chất phụ gia có mặt trong hỗn hợp phosphat hóa.

References :

Tiếng Việt

1. Lê Tự Hải (2010), “Nghiên cứu sự ức chế ăn mòn thép CT3 trong dung dịch NaCl và sử dụng làm lớp lót màng sơn của hợp chất polyphenol tách từ vỏ cây đước”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Đại học Đà Nẵng, 5(40), tr. 77-83.
2. Trần Hiệp Hải (2005), *Phản ứng điện hoá và ứng dụng*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
3. Đào Quang Liêm, Nguyễn Văn Tam, Bùi Quang Tuấn, Khuất Quang Sơn, Phạm Tiến Lâm (2010), *Khảo sát khả năng ức chế ăn mòn thép CT3 của một số hỗn hợp ức chế thân thiện với môi trường trong màng sơn hữu cơ*, Bộ môn Hóa - Khoa Khoa học cơ bản Trường Đại học Giao thông Vận tải, Hà Nội.
4. Hoàng Nhâm (2000), *Hoá vô cơ*, tập 3, NXB Giáo dục, Hà Nội.
5. Tạp chí Phát triển Khoa học & Công nghệ (2005), *Sử dụng polymer trong bê tông cho các công trình xây dựng*, NXB Đại Học Quốc Gia Hà Nội.
6. Trịnh Xuân Sên (2002), *Điện hoá học*, NXB Đại học Quốc Gia Hà Nội.
7. Trịnh Xuân Sên (2006), *Ăn mòn và bảo vệ kim loại*, NXB Đại học Quốc Gia Hà Nội.
8. Nguyễn Đình Triệu (2000), *Các phương pháp phân tích vật lí và hóa lí*, tập I, NXB Khoa học kĩ thuật.

9. Nguyễn Đình Triệu (2005), *Các phương pháp phân tích vật lý và hóa lý*, tập II, NXB Khoa học kỹ thuật.
10. Trịnh Anh Trúc, Nguyễn Tuấn Dung (2006), “Nghiên cứu lớp phủ bảo vệ chống ăn mòn cho thép cacbon trên cơ sở polyurethan và các hợp chất photpho”, *Tạp chí khoa học và công nghệ*, 44(2), tr. 55-56.
11. Nguyễn Tiên Trung (2009), *Ăn mòn bê tông và bê tông cốt thép do tác động của môi trường*, www.thuycong.ac.vn/Modules/Upload/Files/.

Tiếng Anh

12. Afidah A. Rahim, E. Rocca, J. Steinmetz, M. Jain Kassim (2008), “Inhibitive action of mangrove tannins and phosphoric acid on pre-rusted steel via electrochemical methods”, *Corrosion Science*, 50, pp. 1546-1550.
13. A.M. Al-Mayouf (1999), “Inhibitors for chemical cleaning of iron with tannic acid”, *Desalination*, 121(2), pp. 173-182.
14. DDN Singh, Shyamjeet Yadav (2008), “Role of tannic acid based rust converter on formation of passive film on zinc rich coating exposed in simulated concrete pore solution”, *Surface & Coatings Technology*, 202, pp. 1526-1542.
15. E.A. Abd El Meguid, A.A. Abd El Latif (2004), “Electrochemical and SEM study on Type 25 SMO stainless steel in chloride solutions”, *Corrosion Science*, 46, pp. 2431-2444.
16. E. Almeida, D. Pereira, J. Waerenborgh and J. M. P. Cabral, M. O. Figueiredo, V. M. M. Lobo, M. Morcillo (1993), “Surface treatment of rusted steel with phosphoric acid solutions: a study using physico-chemical methods”, *Progress in Organic Coatings*, 21, pp. 327-338.

17. Florica Simescu, Hassane Idrissi (2009), "Corrosion behaviour in alkaline medium of zinc phosphate coated steel obtained by cathodic electrochemical treatment", *Corrosion Science*, 51(4), pp. 833-840.
18. F.R.Pe´rez, C.A.Barrero, O.Arnache, L.C.Sa´nchez, K.E.Garci´a, A. R. Hight Walker (2009), "Structural properties of iron phases formed on low alloy steels immersed in sodium chloride-rich solutions", *Physica B*, 404, pp. 1347-1353.
19. G.K. Glass, N.R. Buenfeld (1997), " The presentation of the chloride threshold level for corrosion of steel in concrete", *Corrosion Science*, 39(5), pp. 1001-1013.
20. G.O llebare, G.T Burstein (2003), "The inhibition of pitting corrosion of stainless steels by chromate and molybdate ions", *Corrosion Science*, 45(7), pp. 1545-1569.
21. J. A. Richardson (2009), "Corrosion in Alkalis", *Shreir's Corrosion*, 2, pp.1191-1206.
22. J. R. Santos, Jr, L. H. C. Mattoso and A. J. Motheo (1998), "Investigation of corrosion protection of steel by polyaniline films", *Electrochimicrr Acta*, 43(3,4), pp. 309-313.
23. L.M. Ocampo, I.C.P. Margarit, O.R. Mattos, S.I. C_ordoba-de-Torresi, F.L. Fragata (2004), "Performance of rust converter based in phosphoric and tannic acids", *Corrosion Science*, 46, pp. 1515-1525.
24. M.A. Deyab, S.S. Abd El-Rehim (2007), "Inhibitory effect of tungstate, molybdate and nitrite ions on the carbon steel pitting corrosion in alkaline formation water containing Cl⁻ ion", *Electrochimica Acta*, 53, pp. 1754-1760.
25. M. G. Alvarez, J. R. Galvele (2009), "Pitting Corrosion", *Shreir's Corrosion*, 2, pp. 772-800.

26. M. Mobin, A.U. Malik, I.N. Andijani (2007), "The effect of heavy metal ions on the localized corrosion behavior of steels", *Desalination*, 217, pp. 233-241.
27. Moucheng Li, Suzhen Luo, Pengfei Wu, Jianian Shen (2005), "Photocathodic protection effect of TiO₂ films for carbon steel in 3% NaCl solutions", *Electrochimica Acta*, 50 (16,17), pp. 3401-3406.
28. M.S. Vukasovich, D.R. Robitaille (1977), "Corrosion [inhibition by sodium molybdate](#)", *Journal of the Less Common Metals*, 54(2), pp. 437-448.
29. N. Ettayeb, L. Dhouibi, H. Takenout, M.C. Alonso, E. Triki (2007), "Corrosion inhibition of carbon steel in alkaline chloride media by Na₃PO₄", *Electrochimica Acta*, 52(27), pp. 7506-7512.
30. Naoto TAKENO (2005), Atlas of Eh-pH diagrams, *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Research Center for Deep Geological Environments*, 419, pp. 1-287.
31. Nicholas M. Martyak (2004), "Accelerated corrosion of polyaniline-coated steel in high pH media", *Materials Science and Engineering A*, 371, pp. 57-64.
32. Nicholas M. Martyak, Page McAndrew, John E. McCaskie, Julien Dijon (2002), "Corrosion of polyaniline-coated steel in high pH electrolytes", *Science and Technology of Advanced Materials*, 3, pp. 345-352.
33. Rihan Omar Rihan, Srdjan Nestic (2006), "Erosion–corrosion of mild steel in hot caustic. Part I: NaOH solution", *Corrosion Science*, 48, pp. 2633-2659.
34. S.A.M. Refaey, F. Taha, A.M. Abd El-Malak (2005), "Corrosion and inhibition of stainless steel pitting corrosion in alkaline medium and the effect of Cl⁻ and Br⁻ anions", *Applied Surface Science*, 242, pp. 114-120.

35. S.A.M. Refaey, S.S. Abd El-Rehim, F. Taha, M.B. Saleh, R.A. Ahmed (2000), "Inhibition of chloride localized corrosion of mild steel by PO_4^{3-} , CrO_4^{2-} , MoO_4^{2-} , and NO_2^- anions", *Applied Surface Science*, 158, pp. 190-196.
36. Sandra R. Moraes, Domingo Huerta-Vilca, Artur J. Motheo (2004), "Characteristics of polyaniline synthesized in phosphate buffer solution", *European Polymer Journal*, 40, pp. 2033-2041.
37. Sandra R. Moraes, Domingo Huerta-Vilca, Artur J. Motheo (2003), "Corrosion protection of stainless steel by polyaniline electrosynthesized from phosphate buffer solutions", *Progress in Organic Coatings*, 48, pp. 28-33.
38. S. Nasrazadani (1997), "The application of infrared spectroscopy to a study of phosphoric and tannic acids interactions with magnetite (Fe_3O_4), goethite ($\alpha\text{-FeOOH}$) and lepidocrocite ($\gamma\text{-FeOOH}$)", *Corrosion Science*, 39(10,11), pp. 1845-1859.
39. Sri Hastuty, Atsushi Nishikata, Tooru Tsuru (2010), "Pitting corrosion of Type 430 stainless steel under chloride solution droplet", *Corrosion Science*, 52, pp. 2035-2043.
40. S. Sathiyarayanan, S. Syed Azim, G. Venkatachari (2008), "Corrosion protection coating containing polyaniline glass flake composite for steel", *Electrochimica Acta*, 53, pp. 2087-2094.
41. Y.F. Cheng, J.L. Luo (1999), "Passivity and pitting of carbon steel in chromate solutions", *Electrochimica Acta*, 44(26), pp. 4795-4804.

