

Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến quá trình chế tạo và biến tính lớp mạ Zn

Mai Văn Phước*, Phan Thị Dinh, Phạm Thị Phương, Vũ Minh Thành

Viện Hóa học – Vật liệu/Viện Khoa học và Công nghệ quân sự;

*Email: maivanphuoc_bk@yahoo.com

Nhận bài: 21/01/2022; Hoàn thiện: 08/3/2022; Chấp nhận đăng: 16/3/2022; Xuất bản: 26/8/2022.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.81.2022.105-111>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ dòng điện và thời gian tạo lớp mạ Zn điện phân trong dung dịch có thành phần ZnO 65 g/L; NaCN 120 g/L; Na₂S 5 g/L; NaOH 20 g/L; Glyxerin 5 g/L. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi thực hiện ở mật độ dòng catot $i_c = 1 \div 3$ A/dm², thời gian mạ từ 30 ÷ 60 phút, nhiệt độ dung dịch 25 ÷ 30 °C thu được lớp mạ kẽm có chất lượng bề mặt nhẵn, mịn, màu sáng, không bị gai. Mẫu sau khi mạ được biến tính trong dung dịch BT-30HL thời gian thực hiện từ 10 ÷ 60 giây, nhiệt độ 20 ÷ 30 °C thu được lớp màng thụ động chứa các tinh thể muối photphat phủ kín bề mặt, kích thước nhỏ mịn, đồng đều. Lớp mạ kẽm sau khi biến tính thụ động có khả năng chống ăn mòn cao, chịu được môi trường sương muối theo tiêu chuẩn TCVN 7699-2-52:2007 mức khắc nghiệt 3, tốc độ ăn mòn có giá trị rất nhỏ 0,0162 mm/năm.

Từ khóa: Hợp kim thép S10C; Photphat hóa kẽm; Mạ Zn; Cấu trúc lớp mạ kẽm.

1. MỞ ĐẦU

Ăn mòn kim loại là vấn đề rất nghiêm trọng gây nên tổn thất rất lớn cho nền kinh tế. Trên thế giới có khoảng một phần ba trọng lượng kim loại hàng năm bị ăn mòn, phá hủy [1, 2]. Tác hại do ăn mòn kim loại gây ra là rất lớn, đặc biệt là vũ khí, khí tài, trang bị kỹ thuật, công trình quân sự làm việc trong môi trường biển, ven biển do suy giảm tuổi thọ, mất tính năng kỹ chiến thuật, gây ô nhiễm môi trường [3, 4],... Vì vậy, bảo vệ chống ăn mòn kim loại là một vấn đề đã và đang được hầu hết các nước trên thế giới quan tâm giải quyết. Mạ điện và sơn là các phương pháp rất có hiệu quả để bảo vệ kim loại khỏi ăn mòn trong môi trường xâm thực và khí quyển. Trong đó, mạ kẽm là một ứng dụng quan trọng của mạ điện để bảo vệ vật liệu khỏi bị ăn mòn. Tuy nhiên, lớp mạ kẽm bị ăn mòn khá nhanh trong không khí ẩm [5-7]. Để cải thiện khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp mạ kẽm, nhiều phương pháp xử lý bề mặt khác nhau được sử dụng: thụ động cromat, photphat hóa và các lớp phủ hữu cơ [2, 8],... Trên thế giới, đã có nhiều tác giả nghiên cứu các hệ lớp mạ kẽm và biến tính lớp mạ để nâng cao khả năng chống ăn mòn của vật liệu [6, 7, 9, 10]. Ở trong nước, công nghệ mạ kẽm tại các nhà máy trong quân đội chủ yếu là ứng dụng bảo vệ chi tiết vũ khí trang thiết bị. Hiện những nghiên cứu, khảo sát đánh giá, ứng dụng lớp mạ kẽm kết hợp với tạo lớp màng thụ động nhằm nâng cao khả năng chống ăn mòn ở môi trường biển đảo ở Việt Nam chưa có nhiều công trình công bố.

Bài báo trình bày về một số yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng lớp mạ kẽm trên nền thép từ dung dịch xyanua và phương pháp xử lý tạo lớp màng thụ động tăng khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp mạ từ dung dịch hệ photphat hóa.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất và thiết bị nghiên cứu

Các hóa chất tinh khiết chính bao gồm: ZnO; NaCN; NaOH; Na₂S; Na₂CO₃; HCl; Glyxerin (Trung Quốc), dung dịch biến tính lớp mạ kẽm BT-HL30 (Viện Hoá học-Vật liệu), điện cực kẽm (Hàn Quốc). Mẫu thép sử dụng nghiên cứu là thép mác S10C (Hàn Quốc), có kích thước 10×10×5 mm, được mài nhẵn bằng giấy ráp P600; P1000 và P2000 (Nhật Bản). Nguồn chính lưu 12 V- 10 A, máy khuấy từ gia nhiệt, cốc thủy tinh.

2.2. Quá trình tạo mẫu

Mẫu thép được làm sạch dầu mỡ trong dung dịch thành phần NaOH 50 g/L, Na₂CO₃ 40 g/L, Na₃PO₄ 30 g/L, NaSiO₃ 5 g/L, nhiệt độ dung dịch tẩy từ 70 ÷ 90 °C, thời gian 15 phút, mẫu được rửa sạch bằng nước và tẩy gỉ trong dung dịch HCl 50% với thời gian 60 giây, sau đó, rửa sạch bằng nước chảy tràn và ngâm trong dung dịch Na₂CO₃. Lớp mạ kẽm trên mẫu thép được tiến hành mạ trong dung dịch có thành phần: ZnO 65 g/L; NaCN 120 g/L; Na₂S 5 g/L; NaOH 20 g/L; Glyxerin 5 g/L với điều kiện nhiệt độ dung dịch mạ 25 ÷ 30 °C; thời gian 20 ÷ 60 phút; mật độ dòng $i_c = 1 \div 9$ A/dm². Mẫu sau mạ được biến tính trong dung dịch BT-30HL có độ axit tổng 60÷100 điểm, độ axit tự do 3÷6 điểm; thời gian biến tính 5 ÷ 70 giây; nhiệt độ dung dịch biến tính tạo màng 20 ÷ 30 °C; sau khi biến tính mẫu được sấy ở nhiệt độ 70 ÷ 90 °C; thời gian sấy 2 giờ.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Các mẫu mạ kẽm, mạ kẽm biến tính tạo màng thụ động được khảo sát cấu trúc bề mặt bằng phương pháp chụp ảnh kính hiển vi điện tử quét SEM (Scanning Electron Microscopy Quanta 450, Fei, Mỹ) tại Đại học Mỏ - Địa chất. Độ bền ăn mòn của lớp mạ được đánh giá bằng phương pháp đo đường Tafel trong dung dịch NaCl 5% bằng hệ thiết bị đo Autolab PG302 của Hà Lan tại Viện Hóa học - Vật liệu, điện cực làm việc là mẫu thép mạ kẽm được thụ động có diện tích 1 cm²; điện cực đối là điện cực lưới Ti phủ oxit RuO₂ diện tích 10 cm²; điện cực so sánh là điện cực bạc - bạc clorua bão hòa Ag/AgCl. Mẫu sau khi mạ và tạo màng biến tính được thử nghiệm độ bền sương muối theo TCVN 7699-2-52:2007 ở mức khắc nghiệt 3 trong thiết bị mù muối Erichsen, Đức tại Viện Hóa học - Vật liệu: Gồm 4 chu kỳ phun sương muối (1 chu kỳ = 24 h): Trong mỗi chu kỳ phun sương muối liên tục trong 2 h, nhiệt độ từ (15 ÷ 35) °C, sau đó, lưu trữ bảo quản âm từ (20 ÷ 22) h trong điều kiện nhiệt độ (40 ± 2) °C, độ ẩm tương đối (93±2)%₃. Sau đó phải bảo quản mẫu ở điều kiện khí quyển tiêu chuẩn dùng cho thử nghiệm ở (23 ± 2) °C và độ ẩm tương đối từ 45% đến 55% trong thời gian 3 ngày.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến chất lượng của lớp mạ kẽm lên nền thép mác S10C

Các mẫu thép mác S10C được tẩy sạch dầu mỡ và tẩy gỉ, sau đó, tiến hành mạ Zn lên bề mặt. Chất lượng của lớp mạ Zn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như: thành phần hoá học dung dịch; thời gian mạ, mật độ dòng điện, nhiệt độ dung dịch mạ,... Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ dòng điện và thời gian mạ tới chất lượng của lớp mạ.

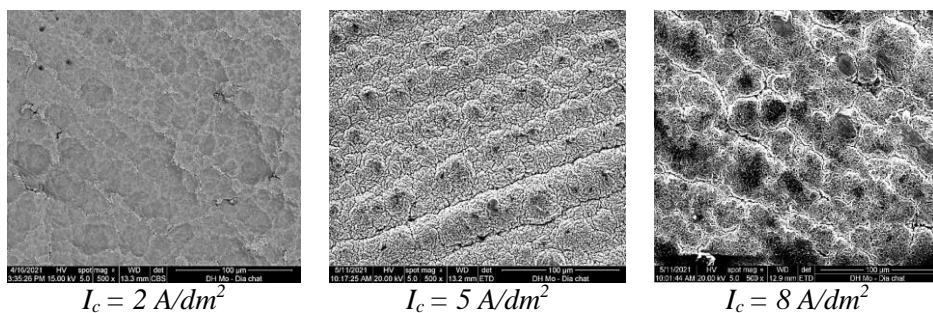
3.1.1. Ảnh hưởng của mật độ dòng điện catot đến chất lượng của lớp mạ Zn

Thực hiện quá trình tạo lớp mạ kẽm trong dung dịch mạ khi thay đổi mật độ dòng catot $I_c = 1 \div 9$ A/dm² với thời gian mạ 60 phút. Chất lượng lớp mạ phụ thuộc vào mật độ dòng catot được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Chất lượng lớp mạ kẽm ở các mật độ dòng catot.

Mật độ dòng catot (A/dm ²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Chất lượng lớp mạ	Cạnh mép mẫu mạ không bị gai. Bề mặt lớp mạ đồng đều, mịn, màu sáng			Cạnh mép mẫu mạ bị thô. Bề mặt lớp mạ đồng đều, màu sáng trắng			Cạnh mép mẫu mạ bị gai, bề mặt lớp mạ thô, màu sáng trắng		

Từ kết quả trên bảng 1 cho biết chất lượng của lớp mạ phụ thuộc nhiều vào mật độ dòng catot. Ở khoảng mật độ dòng 1 ÷ 3 A/dm² thu được bề mặt lớp mạ kẽm đồng đều, mịn, màu sáng trắng, cạnh mép của mẫu mạ không bị gai. Tăng mật độ dòng điện lên 4 ÷ 6 A/dm² bề mặt lớp mạ đồng đều, màu sáng tuy nhiên cạnh mép của mẫu mạ xuất hiện gai, khi tăng mật độ dòng lên 6 ÷ 9 A/dm² cạnh mép của mẫu mạ gai bị gai, thô nhiều hơn. Kết quả ảnh SEM với độ phóng đại 500 lần bề mặt lớp mạ được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Ảnh SEM bề mặt lớp mạ kẽm ở các mật độ dòng điện catot khác nhau.

Ảnh SEM trên hình 1 cho thấy ở mật độ dòng 2 A/dm² bề mặt có cấu trúc tinh thể nhỏ mịn, xếp khít thành từng đám tinh thể đồng đều, nhẵn phẳng. Khi tăng mật độ dòng điện lên 5 A/dm², 8 A/dm² tốc độ phóng điện tạo các tinh thể kẽm từ quá trình $Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn^0$ có xu hướng phát triển nhanh tạo thành những tinh thể kích thước lớn hơn, bề mặt gồ ghề. Do vậy, để đáp ứng được yêu cầu về cấu trúc bề mặt đặc sít, bề mặt lớp mạ mịn có thể chọn mật độ dòng điện cho quá trình mạ kẽm là 1÷3 A/dm².

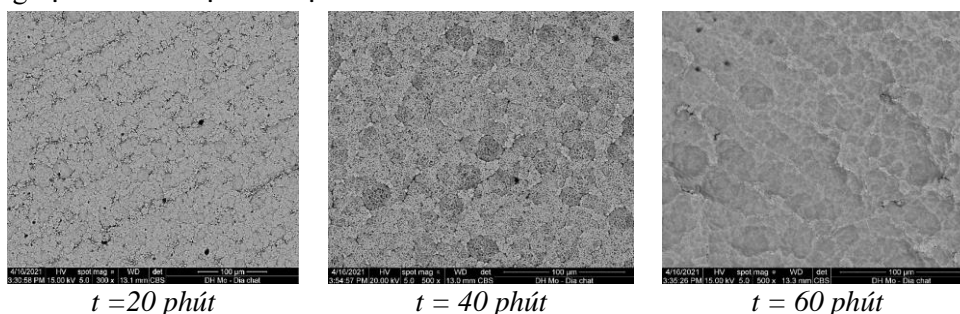
3.1.2. Ảnh hưởng của thời gian mạ tới đến chất lượng của lớp mạ Zn

Tiến hành mạ các mẫu thép ở mật độ dòng catot 2 A/dm² với các thời gian khác nhau 10 phút, 20 phút, 30 phút, 40 phút, 50 phút, 60 phút. Kết quả chất lượng lớp mạ kẽm phụ thuộc thời gian được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Chất lượng lớp mạ kẽm khi thay đổi thời gian mạ.

Thời gian mạ (phút)	10	20	30	40	50	60
Chất lượng lớp mạ	Lớp mạ kẽm bề mặt mờ, mịn, màu sẫm, không bị gai	Lớp mạ kẽm sáng, mịn, không bị gai	Lớp mạ kẽm sáng, mịn, không bị gai	Lớp mạ kẽm sáng, mịn, không bị gai	Lớp mạ kẽm sáng, mịn, không bị gai	Lớp mạ kẽm sáng, mịn, không bị gai

Qua bảng 2 cho thấy, ở cùng mật độ dòng điện 2 A/dm² khi thời gian mạ nhanh từ 10 ÷ 20 phút chất lượng lớp mạ không tốt, lớp mạ còn mờ, nhiều vết, không bóng mịn. Do thời gian mạ ngắn nên lớp mạ còn mỏng. Khi tăng thời gian mạ lên từ 30 ÷ 60 phút lớp mạ kẽm thu được sáng mịn hơn, chất lượng lớp mạ tốt, ở thời gian này mới đủ chiều dày để phủ kín nền, san phẳng bề mặt. Bề mặt lớp mạ không bị thụ động trong dung dịch do vậy khi tăng thời gian lớp mạ sẽ sáng, bề mặt cũng mịn, đồng đều hơn. Để thấy rõ hơn điều đó có thể quan sát ảnh SEM bề mặt lớp mạ với độ phóng đại 500 lần được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Ảnh SEM bề mặt các mẫu mạ kẽm ở 2 A/dm² thời gian 20 phút, 40 phút, 60 phút.

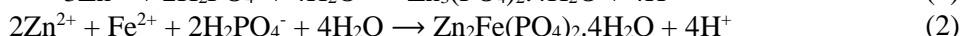
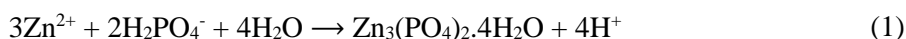
Từ hình ảnh SEM bề mặt các mẫu mạ kẽm trên nền thép ở mật độ dòng 2 A/dm² thời gian 20 phút, 40 phút, 60 phút nhận thấy bề mặt lớp mạ tương đối ổn định, đồng đều, không bị kết tủa thành những mảng sần sùi, kích thước lớn. Do vậy, để lớp mạ đạt chất lượng tốt, bề mặt mịn thì có thể mạ ở mật độ dòng điện trong khoảng 1÷3 A/dm² và thay đổi thời gian mạ để đạt về chiều dày theo yêu cầu.

3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố tới quá trình biến tính lớp mạ kẽm trong dung dịch photphat hóa

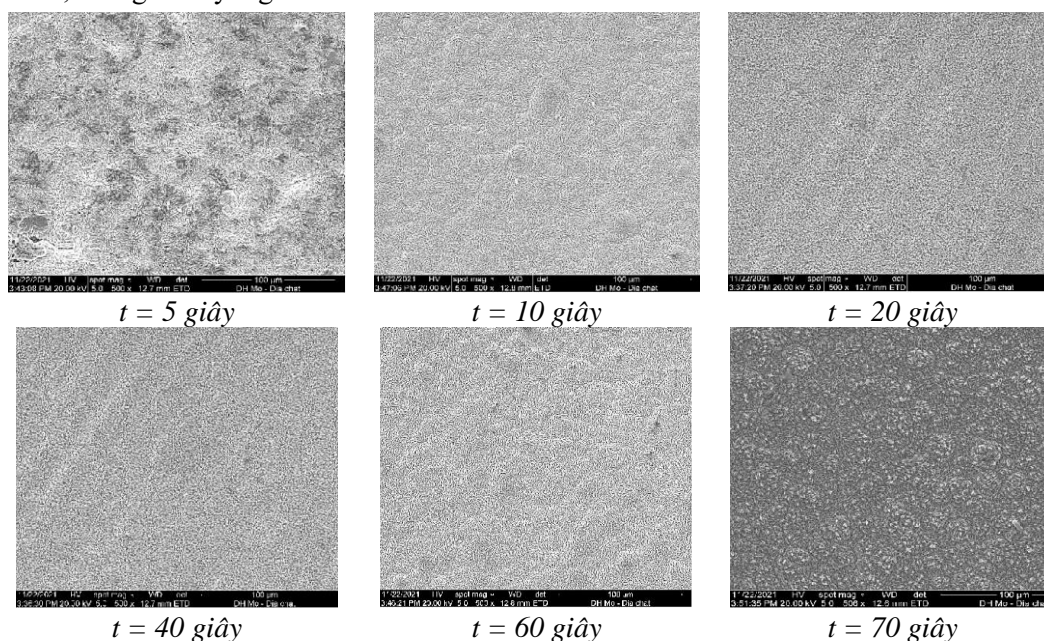
Các mẫu mạ kẽm trong dung dịch xyanua được mạ ở mật độ dòng catot 2 A/dm² thời gian mạ 60 phút được sử dụng để tạo lớp màng thụ động trong dung dịch photphat hóa BT-30HL có độ axit tổng 60 ÷ 100 điểm, độ axit tự do 3 ÷ 6 điểm.

3.2.1. Ảnh hưởng của thời gian biến tính đến cấu trúc lớp màng bảo vệ

Quá trình biến tính lớp mạ kẽm trong dung dịch photphat hóa để tạo lớp màng thụ động có thành phần chính là các tinh thể muối Zn₃(PO₄)₂·4H₂O và Zn₂Fe(PO₄)₂·4H₂O có vai trò tăng khả năng bảo vệ chống ăn mòn cho lớp mạ được sinh ra từ các phản ứng (1) và (2) [5].



Do vậy, thời gian nhúng sản phẩm trong dung dịch biến tính có ảnh hưởng đến chất lượng màng thụ động. Ảnh SEM (hình 3) thể hiện sự phân bố của các tinh thể muối trên bề mặt lớp mạ kẽm khi thực hiện quá trình phản ứng hóa học trong dung dịch photphat hóa BT-30HL thời gian biến tính 5 ÷ 70 giây; nhiệt độ dung dịch biến tính tạo màng 25 °C; sau khi biến tính mẫu được sấy ở nhiệt độ 80 °C; thời gian sấy 1 giờ.

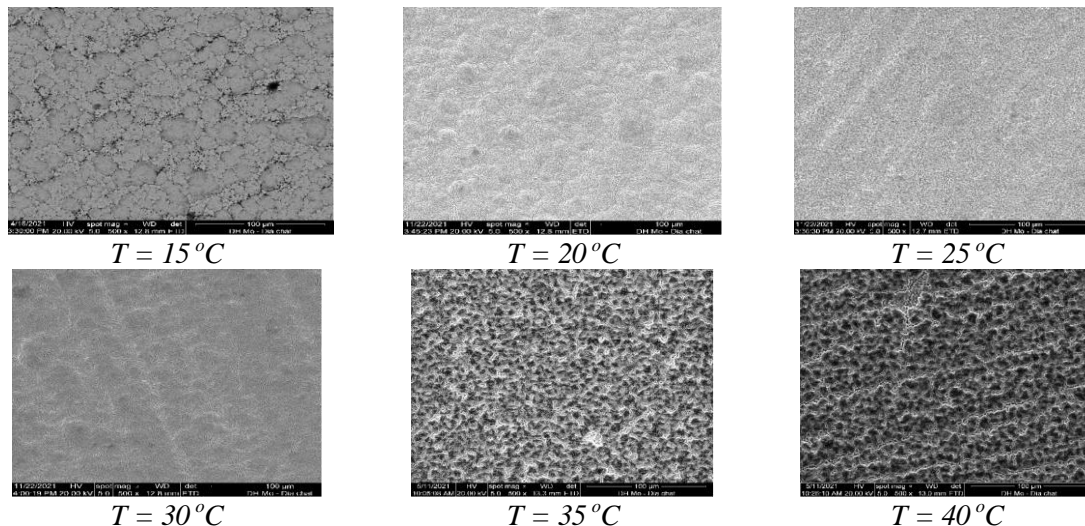


Hình 3. Ảnh SEM bề mặt mẫu mạ kẽm sau khi thụ động ở thời gian khác nhau.

Từ ảnh SEM (hình 3) bề mặt mẫu mạ kẽm sau thụ động trong dung dịch photphat hóa ở các thời gian khác nhau cho thấy bề mặt mẫu có sự khác biệt tương đối nhiều. Ở thời gian 5 giây thực hiện biến tính bề mặt mẫu mạ hình thành các đám tinh thể nhỏ nhưng chưa bao phủ kín nền. Có thể do thời gian ngắn, các phản ứng tạo màng tinh thể muối photphat còn ít. Ở khoảng thời gian xử lý 10 ÷ 60 giây trên bề mặt mẫu mạ xuất hiện lớp màng tinh thể phủ kín lên nền và tương đối nhỏ mịn, đồng đều. Khi tăng thời gian xử lý biến tính lên 70 giây bề mặt lớp mạ có độ gồ ghề, kích thước các tinh thể lớn hơn. Nguyên nhân có thể do thời gian photphat hóa kéo dài các phản ứng hóa học tạo mầm tinh thể muối tiếp tục sinh ra kết hợp với nhau tạo thành các mảng tinh thể kích thước lớn hơn, dẫn đến bề mặt lớp mạ không còn mịn. Kết quả nghiên cứu cho thấy, để biến tính lớp mạ kẽm trong dung dịch photphat hóa BT-30HL để tạo lớp màng thụ động kết tinh mịn, màu sắc đồng đều, chất lượng màng tốt cần thực hiện trong khoảng thời gian từ 10 ÷ 60 giây.

3.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ dung dịch biến tính đến cấu trúc lớp màng bảo vệ

Hình 4 thể hiện ảnh SEM các mẫu mạ được biến tính trong dung dịch photphat hóa BT-30HL trong thời gian 40 giây ở các nhiệt độ 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C.



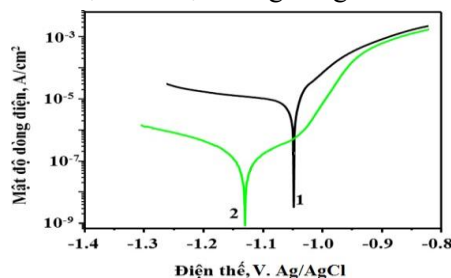
Hình 4. Ảnh SEM bề mặt mẫu mạ kẽm sau khi biến tính trong dung dịch photphat hóa ở nhiệt độ dung dịch khác nhau.

Từ ảnh SEM bề mặt mẫu mạ kẽm sau khi biến tính trong dung dịch photphat hóa BT-30HL ở các nhiệt độ dung dịch khác nhau trên hình 4 nhận thấy, ở nhiệt độ dung dịch 15 °C, thời gian hoạt hóa 40 giây thì bề mặt mẫu mạ kẽm không có nhiều sự thay đổi, các tinh thể muối photphat kẽm hình thành rất ít. Nguyên nhân có thể do ở 15 °C nhiệt độ thấp các phản ứng tạo muối photphat kẽm xảy ra rất chậm, các tinh thể muối photphat kẽm tạo ra được ít. Ở khoảng nhiệt độ cao hơn từ 20 ÷ 30 °C với thời gian biến tính 40 giây thì bề mặt lớp mạ khá đồng đều, các tinh thể muối photphat phủ kín bề mặt, kích thước nhỏ mịn. Khi tăng tiếp nhiệt độ dung dịch lên 30 ÷ 40 °C bề mặt lớp màng thụ động bị gai rỗ, không đồng đều. Nguyên nhân có thể do ở nhiệt độ cao hơn các phản ứng hóa học tạo muối photphat diễn ra thuận lợi, tốc độ kết tinh nhanh hơn dẫn đến bề mặt lớp màng phủ gồ gề, không mịn. Như vậy, để quá trình thụ động biến tính lớp mạ kẽm đạt chất lượng bề mặt mịn, không bị gai, xốp cần tiến hành trong dung dịch ở điều kiện nhiệt độ từ 20 ÷ 30 °C.

3.3. Khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp mạ kẽm sau khi biến tính

3.3.1. Kết quả đo dòng ăn mòn của lớp mạ

Hình 5 thể hiện đường phân cực dạng Tafel trong dung dịch NaCl 5% của mẫu mạ kẽm không được biến tính tạo màng thụ động và mẫu mạ kẽm được biến tính tạo màng thụ động trong dung dịch photphat hóa. Các thông số điện thế ăn mòn, mật độ dòng ăn mòn và tốc độ ăn mòn thu được từ phương pháp ngoại suy Tafel được thể hiện trong bảng 3.



Hình 5. Đường cong phân cực của mẫu mạ Zn (1), mẫu mạ Zn được biến tính tạo màng thụ động (2) trong dung dịch NaCl 5%.







Bảng 3. Các thông số ăn mòn của mẫu mạ Zn và mẫu mạ Zn được biến tính tạo màng thụ động trong dung dịch photphat hóa.

Thông số Tên mẫu	Điện thế ăn mòn $E_{\text{âm}}$ (V)	Mật độ dòng ăn mòn $I_{\text{âm}}$ (A/cm ²)	Tốc độ ăn mòn (mm/năm)
Mẫu mạ Zn	-1,048	$6,10 \times 10^{-6}$	0,1807
Mẫu mạ Zn biến tính tạo màng thụ động	-1,140	$1,65 \cdot 10^{-7}$	0,0162

Từ kết quả trong bảng 3 nhận thấy, mật độ dòng ăn mòn và tốc độ ăn mòn của mẫu mạ kẽm sau khi được biến tính tạo màng thụ động trong dung dịch photphat hóa giảm xuống rất nhiều. Do đó, khả năng bảo vệ của màng thụ động photphat hóa trên bề mặt kẽm có tác dụng bảo vệ chống ăn mòn rất tốt.

3.3.2. Kết quả thử nghiệm độ bền môi trường

Các mẫu được thử nghiệm gia tốc đánh giá độ bền môi trường theo tiêu chuẩn TCVN 7699-2-52:2007, thử nghiệm sương muối - mức khắc nghiệt 3. Hình ảnh các mẫu trước và sau quá trình thử nghiệm mù muối được trình bày trong hình 6.

Tên mẫu	Mẫu thép	Mẫu mạ Zn không biến tính tạo màng thụ động	Mẫu mạ Zn được biến tính tạo màng thụ động
Trước thử nghiệm			
Sau thử nghiệm			

Hình 6. Hình ảnh các mẫu trước và sau khi thử nghiệm sương muối.

Quan sát các mẫu trên hình 6, nhận thấy mẫu thép S10C sau khi thử nghiệm xuất hiện nhiều gỉ đỏ, bề mặt bị ăn mòn, mẫu mạ kẽm không biến tính tạo màng thụ động thì xuất hiện gỉ trắng, một vài điểm xuất hiện gỉ đỏ, đối với mẫu mạ kẽm được biến tính tạo màng thụ động vẫn giữ được màu sắc tương đối như ban đầu, bề mặt không xuất hiện gỉ đỏ và trắng. Điều đó cho thấy, lớp mạ kẽm được tạo màng thụ động có tính bảo vệ tốt trong môi trường sương muối.

4. KẾT LUẬN

Lớp mạ kẽm điện phân được tạo thành từ dung dịch có thành phần ZnO 65 g/L; NaCN 120 g/L; Na₂S 5 g/L; NaOH: 20 g/L; Glyxerin 5 g/L, được thực hiện ở mật độ dòng catot $i_c = 1 \div 3$ A/dm², điều kiện nhiệt độ dung dịch 25 ÷ 30 °C; thời gian mạ từ 30 ÷ 60 phút có chất lượng bề mặt nhẵn, mịn, màu sáng, không bị gai. Mẫu sau mạ được biến tính trong dung dịch BT-30HL thời gian thực hiện từ 10 ÷ 60 giây, nhiệt độ 20 ÷ 30 °C thu được lớp màng thụ động chứa các tinh thể muối photphat phủ kín bề mặt, kích thước nhỏ mịn, đồng đều. Lớp mạ kẽm sau khi biến tính thụ động có khả năng

chống ăn mòn cao, chịu được môi trường sương muối theo tiêu chuẩn TCVN 7699-2-52:2007, mức khắc nghiệt 3, tốc độ ăn mòn có giá trị rất nhỏ 0,0162 mm/năm.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí, trang thiết bị của Viện Hoá học-Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. LindaWing, “A solution to reducing the cost of acid zinc plating”, Metal Finishing, Volume 107, Issue 4, pp. 26, 28-30, (2009).
- [2]. Y. Liu, X. Zhou, “An organic coating pigmented with strontium aluminium polyphosphate for corrosion protection of zinc alloy coated steel”, Progress in Organic Coatings 102, pp. 29-36, (2017).
- [3]. O. Oluwole, D. T. Olorunfoba, O. Awcheme, “Effect of zinc plating of low carbon steel on corrosion resistance in cocoa fluid environment”, Materials & Design, Vol. 29, Issue 6, pp. 1266-1274, (2008).
- [4]. Roland Tolulope, Cleophas Akintoye, Marvellous Akinyele, “Effect of ginger, pomegranate and celery extracts on zinc electrodeposition, surface morphology and corrosion inhibition of mild steel”, Alexandria Engineering Journal, Volume 59, Issue 2, pp. 933-941, (2020).
- [5]. D O. Flamini, S. B. Saidman, J. B. Bessone, “Electrodeposition of galilium and zinc onto alumium. Influence of the electrodeposited metals on the activation process”, Thin Solid Films 515, pp. 7880-7885, (2015).
- [6]. Chen Ze-min, Lu Pin, Jia Yan, “Mechanism of Zinc Phosphating Solution at Low Temperature”, Advanced Materials Researcrh Vols. 530-504, pp 437-440, (2012).
- [7]. Swaidani AM, “Modified zinc phosphate coating a promising approach to enhance the anti-corrosion properties of reinforcing steel”, MOJ Civil Engineering, Volume 3, Issue 5, pp. 370-374, (2017).
- [8]. Nguyen Thi Huong et al, “The Corrosion Resistance of Trivalent Chrome Conversion Coating on Zinc Electroplated Steel in Accelerated Test Conditions and After Natural Exposure”, Elixir Corrosion & Dye 134, pp. 53580-53587, (2019).
- [9]. Florica Simescu, Hassane Idrissi, “Corrosion behaviour in alkaline medium zinc phosphate coated steel obtained by cathodic electrochemical treatment”, Corrosion Science 52, pp. 883-840, (2009).
- [10]. Hongxia Wan, Dongdong Song, Xiaagang Li. “Effect of Zinc Phosphate on the Corrosion Behavior of Waterborne Acrylic Coating/Metal Interface”, Materials, 10, 654, (2017).

ABSTRACT

Study on effects of technological factors on fabrication and modification of Zn plating

This work presents research on the effects of current density and fabrication time on Zn coating from a solution containing 65 g/L ZnO, 120 g/L NaCN, 5 g/L Na₂S, 20 g/L NaOH and 5 g/L glycerol. Results showed that at cathode current density $i_c = 1 \div 3 \text{ A/dm}^2$, coating time 30 ÷ 60 minutes, and solution temperature 25 ÷ 30 °C, the obtained coating had a smooth, glossy surface and bright color. Coated sample was subsequently modified in BT-30HL solution for 10 ÷ 60 seconds, at a temperature of 25 ÷ 30 °C to achieve passivated coating, containing small and homogeneous phosphate salt crystals distributed evenly on the surface. The passivated zinc coating layer had high corrosion resistance, was able to withstand a salt mist environment according to TCVN 7699-2-52:2007 standard at harsh level 3, corrosion rate was very minor, at 0.0162 mm/year.

Keywords: S10C steel; Zinc phosphate conversion plating; Zn plating; Zinc plating structure.