

KHẢO SÁT HIỆU QUẢ BẢO VỆ THÉP CT3 CỦA CHẤT ỨC CHẾ ẸN MÒN HAI THÀNH PHẦN DIMETHYLAMINOETHANOL VÀ ISOPROPANOL

NGUYỄN THỊ THU XUÂN ⁽¹⁾, LÊ ĐỨC MẠNH ⁽¹⁾, HOÀNG ĐỨC QUANG ⁽¹⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thép cacbon và thép hợp kim thấp có vai trò hết sức quan trọng trong cuộc sống, là nguyên liệu có giá thành rẻ, được ứng dụng nhiều nhất để chế tạo ra các thiết bị, máy móc, khí cụ phục vụ các lĩnh vực sản xuất, đồng thời cũng là nguyên liệu chính chế tạo các loại trang bị vũ khí trong lĩnh vực quân sự. Tuy nhiên, trong quá trình sử dụng sự tác động của các điều kiện môi trường như độ ẩm không khí, nhiệt độ, áp suất và các chất ô nhiễm trong không khí,... sẽ dẫn đến các quá trình ăn mòn trên bề mặt kim loại, gây tổn thất lớn cả trực tiếp và gián tiếp đến các trang thiết bị. Điều này dẫn đến chi phí sửa chữa và thay thế trang thiết bị hàng năm là vô cùng lớn. Do đó, ăn mòn thép cacbon và thép hợp kim thấp là một vấn đề nghiêm trọng trong sản xuất công nghiệp đã và đang được các nhà khoa học tập trung nghiên cứu và tìm cách khắc phục [1, 2].

Các sản phẩm được ứng dụng để bảo vệ chống ăn mòn thép cacbon và thép hợp kim thấp trong bảo quản bao gồm: dầu và mỡ bảo quản, màng polyme có chứa chất ức chế ăn mòn tiếp xúc, giấy chống ăn mòn, vật liệu đóng gói bảo vệ chống ăn mòn bằng polyetylen, vật liệu kết hợp dựa trên giấy crepe được ghép với màng polyetylen mỏng... Trong đó, phương pháp sử dụng các vật liệu bao gói kết hợp với chất ức chế ăn mòn bay hơi được đánh giá là phương pháp tối ưu, đem lại hiệu quả chống ăn mòn cao nhất cho kim loại [3].

Các chất ức chế ăn mòn vô cơ thường có độc tính tiềm ẩn có thể ảnh hưởng đến con người và môi trường xung quanh, do đó trong hai thập kỷ trở lại đây, các chất ức chế hữu cơ được nghiên cứu và phát triển rộng rãi hơn [4, 5]. Trong đó các loại rượu amin (alcohol amin - hợp chất hóa học mang đồng thời nhóm hydroxyl - OH và nhóm amin) đã được nghiên cứu và khẳng định khả năng chống ăn mòn vượt trội trong các điều kiện sử dụng khác nhau như chống ăn mòn bê tông cốt thép [6, 7] và các sản phẩm từ kim loại [8, 9]. Dựa trên hiệu quả ức chế ăn mòn, mức độ an toàn, giá thành, mức độ sử dụng rộng rãi thì dimethylaminoethanol (DMEA) là hợp chất rượu amin được sử dụng phổ biến nhất để bảo vệ chống ăn mòn cho kim loại đen và các hợp kim của nó [10].

DMEA kiểm soát ăn mòn bằng cách tác động đến hoạt động catot, ngăn chặn các vị trí nơi oxy nhận điện tử và bị khử thành ion hydroxyl theo phương trình phản ứng 1 [11]:



DMEA có khả năng hấp phụ tốt trên các vị trí anot thông qua nguyên tử N, là một nhóm có khả năng cho electron, hình thành lớp thụ động bảo vệ, từ đó làm giảm tốc độ ăn mòn bởi môi trường xâm thực [1, 11, 12].

DMEA là rượu amin bậc 3 có mạch cacbon dài, đầu -OH ưa nước giúp DMEA hòa tan trong nước, tuy nhiên, khả năng hòa tan kém. Theo tài liệu [13], sự phối trộn giữa dimethylaminoethanol (DMEA) với các alcohol (ethyl alcohol, ethylen glycol, glycerol) làm tăng liên kết hydro giữa các phân tử chất ức chế, dẫn đến tăng khả năng hòa tan và khuếch tán trong dung môi, ổn định màng ức chế ăn mòn, từ đó nâng cao khả năng bảo vệ chống ăn mòn thép.

Trong bài báo này, nhóm tác giả tiến hành phối trộn hai thành phần dimethylethanolamin và isopropanol nhằm nâng cao hiệu quả bảo vệ chống ăn mòn thép cacbon CT3. Hiệu quả bảo vệ được nghiên cứu bằng phương pháp điện hóa trong môi trường ăn mòn NaCl 0,1M và phương pháp thử nghiệm gia tốc nhiệt-ẩm có ngưng tụ ẩm theo phương pháp 6 của tiêu chuẩn GOST 9.308-85 [14]. Kết quả được so sánh với sản phẩm ИФХАН-8 - chất ức chế ăn mòn kim loại đen phổ biến của Liên bang Nga có chứa hợp chất rượu amin [15].

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu hóa chất

Thép CT3 (Liên bang Nga) theo chuẩn GOST 380-2005 là hợp kim của sắt với các thành phần theo tỷ lệ (% khối lượng): Fe - 98,29; C - 0,20; Mn - 0,51; Si - 0,15; P - 0,04; S - 0,05; Cr - 0,32; Ni - 0,21; Cu - 0,23. Isopropanol (IPA, Sharlau), Dimethylethanolamin (DMEA, Sigma-Aldrich), NaCl (Sharlau), HCl 37% (Sharlau), Urotropin (Sigma-Aldrich). Chất ức chế ăn mòn bay hơi ИФХАН-8, dạng lỏng tinh khiết, theo tiêu chuẩn TY-2358-003-661-266292-11 của Liên bang Nga. Giấy nhám các loại có độ nhám P120, P240, P360, P600, P800.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Đo đường cong phân cực theo phương pháp thế động (potentiodynamic) được thực hiện trên thiết bị điện hóa Autolab Metrohm PGSTAT302N tại Phòng Độ bền Nhiệt đới, Chi nhánh Phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga với hệ 3 điện cực: điện cực làm việc WE được chế tạo từ vật liệu nghiên cứu thép CT3, điện cực so sánh (RE) là điện cực AgCl trong KCl bão hòa, điện cực đối là thép không gỉ. Khoảng điện thế quét từ -0,5V đến +0,5V tính theo điện cực so sánh AgCl tốc độ quét thế 0,25V/s, thời gian ngâm mẫu 300 giây được quy định theo GOST 9.509-89 [16]. Các phép đo thực hiện tại nhiệt độ phòng. Các kết quả đo được xử lý trên phần mềm NOVA 2.1 và được kiểm chứng bổ sung bằng phương pháp thử nghiệm nhiệt-ẩm có ngưng tụ ẩm.

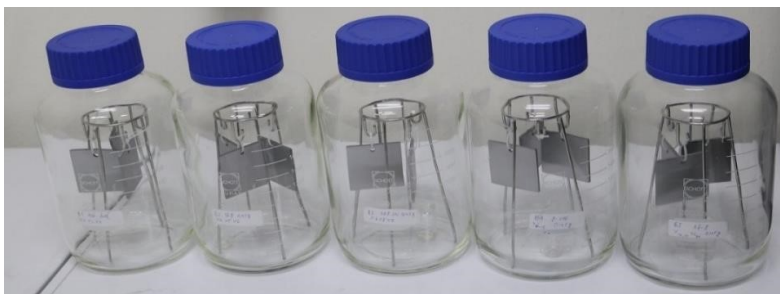
Hiệu quả ức chế ăn mòn H (%) được tính toán theo công thức 2.

$$H = (1 - k/k_0) \times 100 \quad (2)$$

Trong đó, k và k_0 là tốc độ ăn mòn (mm/năm) tương ứng với điều kiện có và không có mặt chất ức chế.

- Thử nghiệm gia tốc nhiệt-ẩm có ngưng tụ ẩm được sử dụng để đánh giá hiệu quả bảo vệ chống ăn mòn kim loại của các chất ức chế bay hơi được tiến hành trong tủ thử nghiệm khí hậu Weiss Clime Event C/1000/40/3 tại Phòng Độ bền Nhiệt đới, Chi nhánh Phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga theo phương pháp 6 của tiêu chuẩn GOST 9.308-85 (được quy định trong GOST 9.509-89).

Các mẫu thử nghiệm thép CT3 được treo thẳng đứng trên các giá làm bằng thép không gỉ sao cho chúng không tiếp xúc vào nhau, đặt giá thử nghiệm vào bình thử nghiệm có nắp đậy kín (hình 1), sau đó đặt bình thử nghiệm vào buồng thử nghiệm của thiết bị tủ thử nghiệm khí hậu Weiss Clime Event. Thử nghiệm mẫu chất ức chế bằng cách đặt các cốc chứa chất ức chế với lượng tiêu hao được tính toán trước (tương ứng với 100 g/m³ và 150 g/m³) vào trong bình thử nghiệm. Mẫu đối chứng được thiết kế tương tự như trên mà không chứa chất ức chế.



Hình 1. Các bình thử nghiệm

Độ ẩm tương đối trong bình thử nghiệm được duy trì ở 98±2% bằng cách bổ sung dung dịch glycerin 10% trong nước cất vào đáy bình với tỷ lệ 1/100 thể tích bình. Thử nghiệm kéo dài 16 chu kỳ liên tục, thời gian mỗi chu kỳ thử nghiệm 24 giờ. Trong 10 giờ đầu của mỗi chu kỳ, buồng thử nghiệm được gia nhiệt trong 3 giờ từ nhiệt độ phòng (25±2°C) lên đến 40 ± 2°C và duy trì ở nhiệt độ này trong 7 giờ. Tiếp theo buồng thử nghiệm được làm lạnh đến nhiệt độ phòng (25±2°C) trong 3 giờ, và duy trì ở nhiệt độ này trong 11 giờ tiếp theo để hơi ẩm trong bình ngưng tụ trên mẫu thử nghiệm.

Kết thúc 16 chu kỳ thử nghiệm, mẫu được lấy ra và tiến hành đánh giá mức độ ăn mòn bằng phương pháp tổn hao khối lượng. Sản phẩm ăn mòn được tẩy trong dung dịch hóa học (hòa tan 3,5g Urotropin trong 1000ml dung dịch HCl 1:1) theo tiêu chuẩn GOST 9.907-2007 [17]. Sau đó mẫu được rửa sạch bằng nước cất, ethanol, aceton, làm khô và cân xác định khối lượng với độ chính xác 0,0001 g). Kết quả đánh giá mức độ ăn mòn, so sánh với mẫu đối chứng được thể hiện ở bảng 3.

Tốc độ ăn mòn thép được tính theo công thức:

$$v = (m_0 - m) / (S \times t) \quad (1)$$

Trong đó, v - tốc độ ăn mòn, g/(m².ngày)

m_0 và m : Khối lượng mẫu trước và sau khi tẩy sản phẩm ăn mòn, g

S : Diện tích bề mặt mẫu, m²; t : Thời gian thử nghiệm, ngày

Hiệu quả bảo vệ H (%) của chất ức chế được tính theo công thức:

$$H = (1 - v/v_0) \times 100 \quad (2)$$

Trong đó, v và v_0 tương ứng với tốc độ ăn mòn khi có và không có chất ức chế, $g/(m^2.ngày)$

2.3. Chuẩn bị mẫu thử nghiệm

2.3.1. Chuẩn bị các dung dịch

Môi trường ăn mòn là dung dịch NaCl 0,1M - dung dịch ăn mòn (DDAM).

Dung dịch ức chế so sánh - dung dịch 1 (DD1) là dung dịch ИФХАН-8 nồng độ 0,5% trong DDAM.

Dung dịch ức chế nghiên cứu là:

Dung dịch chứa 2 thành phần DMEA:IPA (lần lượt tỷ lệ là 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3) được pha vào DDAM với nồng độ 2%;

Dung dịch 2 (DD2) là dung dịch chứa 2 thành phần DMEA:IPA (tỷ lệ 1:1), được pha vào DDAM với nồng độ 0,2%; 0,5%; 1%; 2%; 2,9%.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn phương pháp đo trực tiếp trong dung dịch để đánh giá hiệu quả của chất ức chế [8, 18].

2.3.2. Chuẩn bị mẫu điện cực làm việc

Điện cực làm việc là mẫu thép CT3 hình trụ tròn đường kính 15 mm, dày 3 mm, có diện tích làm việc 0,785 cm². Mẫu thép trước khi tiến hành thử nghiệm cần mài bằng giấy nhám từ thô P160 đến P800, rửa sạch bằng nước cất, cồn và acetone.

2.3.3. Chuẩn bị mẫu thử nghiệm gia tốc nhiệt-ẩm có ngưng tụ ẩm

Các mẫu thép CT3 kích thước 50×50×3mm có đục lỗ được mài bằng giấy nhám từ P160 đến P600, rửa sạch bằng nước cất, cồn và acetone, làm khô, ổn định mẫu trong bình hút ẩm 24, cân mẫu trên cân phân tích.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

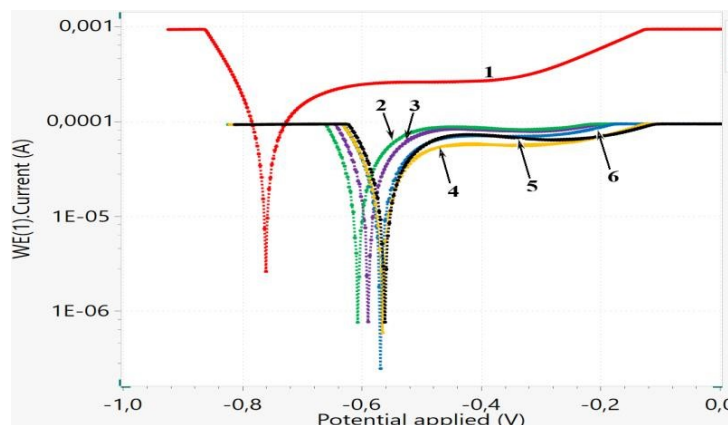
3.1. Kết quả thử nghiệm theo phương pháp điện hóa

3.1.1. Khảo sát tỷ lệ pha trộn tối ưu của DMEA và IPA

Kết quả thử nghiệm điện hóa của chất ức chế 2 thành phần DMEA và IPA với các tỷ lệ phối trộn DMEA:IPA khác nhau được thể hiện trong hình 2 và bảng 1.

So sánh đường Tafel của thép CT3 trong dung dịch NaCl 0,1M khi không có chất ức chế ăn mòn và có chất ức chế ăn mòn cho thấy: Sự có mặt của chất ức chế trong DDAM làm suy giảm mạnh mật độ dòng ăn mòn, thế ăn mòn dịch sang phía dương hơn so với thế ăn mòn khi không có chất ức chế. Trong DDAM, tác động ức chế ăn mòn nhánh anot của chất ức chế chiếm ưu thế một cách rõ rệt. Điều này có thể giải thích do chất ức chế có khả năng hấp phụ mạnh lên bề mặt thép CT3 dẫn đến hình thành lớp màng thụ động ngăn cản quá trình hòa tan anot.

Kết quả tính toán quá trình ăn mòn thép CT3 trong dung dịch NaCl 0,1M từ đường Tafel thể hiện trong bảng 1.



Hình 2. Đường Tafel của thép CT3 trong dung dịch điện ly NaCl 0,1M chứa chất ức chế ăn mòn 2 thành phần có nồng độ khác nhau
1- DD AM NaCl 0,1M; 2, 3, 4, 5, 6 - tương ứng với 2% DMEA+IPA với tỷ lệ (DMEA:IPA) lần lượt là 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3.

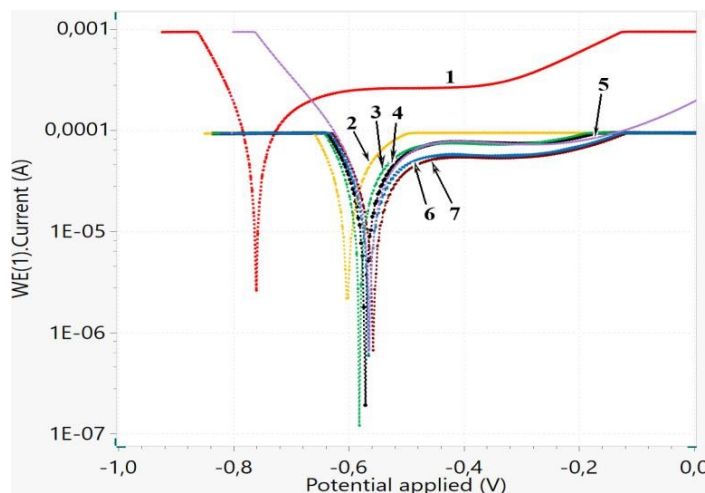
Bảng 1. Các thông số của quá trình ăn mòn thép CT3 trong môi trường NaCl 0,1M theo tỷ lệ DMEA:IPA với nồng độ 2% (phương pháp ngoại suy Tafel)

Dung dịch	Tỷ lệ	$ b_a $ (V/dec)	$ b_c $ (V/dec)	E_{corr} , (V)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)	k (mm/năm)	H (%)
Nền		0,106	0,063	-0,760	44,7	0,6622	0
DMEA+IPA (theo tỷ lệ DMEA:IPA)	3:1	0,080	0,063	-0,605	14,7	0,2184	67,01
	2:1	0,085	0,062	-0,589	14,7	0,2182	67,05
	1:1	0,097	0,065	-0,566	12,5	0,1848	72,10
	1:2	0,097	0,071	-0,568	14,6	0,2160	67,38
	1:3	0,094	0,068	-0,561	14,6	0,2168	67,26

Kết quả phân tích cho thấy dung dịch pha trộn giữa DMEA và IPA có khả năng bảo vệ chống ăn mòn thép CT3 trong môi trường ăn mòn NaCl 0,1M. Hiệu quả bảo vệ đạt trên 67% ở tất cả các tỷ lệ phối trộn và đạt tối đa 72,1% ở tỷ lệ 1:1. Điều này liên quan đến tốc độ khuếch tán và khả năng che phủ của DMEA lên bề mặt thép CT3 để tạo lớp màng thụ động. Khi giảm tỷ lệ DMEA:IPA (giảm nồng độ DMEA) dẫn đến giảm khả năng che phủ DMEA lên bề mặt thép CT3. Khi tăng tỷ lệ DMEA:IPA (giảm nồng độ IPA) làm giảm tốc độ khuếch tán DMEA lên bề mặt thép CT3, từ đó giảm tốc độ thụ động hóa bề mặt thép. Thử nghiệm cho thấy với tỷ lệ DMEA:IPA = 1:1, khả năng khuếch tán và hấp phụ DMEA lên bề mặt thép CT3 tốt nhất, đây là tỷ lệ pha trộn tối ưu để bảo vệ chống ăn mòn cho thép CT3.

3.1.2. Khả năng bảo vệ chống ăn mòn thép CT3 của DD2

Sau khi xác định được tỷ lệ pha trộn tối ưu của chất ức chế 2 thành phần, nhóm tác giả tiến hành xác định nồng độ tối ưu của DD2 bảo vệ chống ăn mòn thép CT3 trong DDAM và so sánh với chất ức chế DD1. Kết quả thử nghiệm điện hóa được thể hiện trong hình 3 và bảng 2.



Hình 3. Đường Tafel của thép CT3 trong dung dịch điện ly NaCl 0,1M có và không có mặt chất ức chế ăn mòn: 1- DDAM; 2, 3, 4, 6, 7 - tương ứng với DD2 0,2%, 0,5%, 1%, 2%, 2,9%; 5 - DD1 0,5%

So sánh đường Tafel của thép CT3 trong dung dịch NaCl 0,1M khi không có chất ức chế (DDAM) và khi có mặt chất ức chế ăn mòn DD1 và DD2 cho thấy:

- Khi có mặt chất ức chế ăn mòn DD1 nồng độ 0,5% và DD2 nồng độ từ 0,2÷2,9% làm suy giảm mạnh mật độ dòng ăn mòn, thế ăn mòn dịch sang phía dương hơn so với khi không có chất ức chế.

- Khi tăng nồng độ DD2 từ 0,2÷2,9% thế ăn mòn dịch chuyển dần sang phía dương so với DDAM, do đó hiệu quả bảo vệ chống ăn mòn thép CT3 tăng dần tăng theo nồng độ DD2.

Kết quả tính toán quá trình ăn mòn thép CT3 trong dung dịch NaCl 0,1M từ đường Tafel thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Các thông số của quá trình ăn mòn thép CT3 trong môi trường NaCl 0,1M theo nồng độ chất ức chế (phương pháp ngoại suy Tafel)

Dung dịch	C _i (%)	b _a (V/dec)	b _c (V/dec)	E _{corr} , (V)	i _{corr} (μA/cm ²)	k (mm/năm)	H (%)
Nền	0	0,106	0,063	-0,760	44,7	0,6622	0
DD1	0,5	0,089	0,068	-0,563	14,6	0,2156	67,44
DD2	0,2	0,098	0,079	-0,601	18,1	0,2686	59,43
	0,5	0,092	0,069	-0,580	14,4	0,2141	67,67
	1	0,077	0,067	-0,569	12,6	0,1870	71,77
	2	0,097	0,065	-0,566	12,5	0,1848	72,10
	2,9	0,099	0,072	-0,556	12,2	0,1809	72,68

Kết quả phân tích hiệu quả bảo vệ thép CT3 trong dung dịch NaCl 0,1M cho thấy:

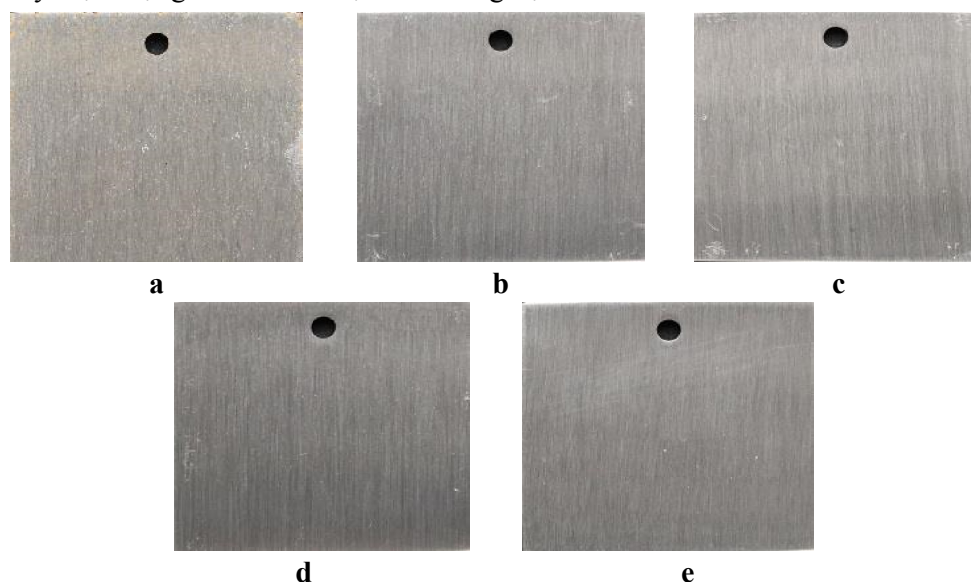
- Hiệu quả chống ăn mòn thép CT3 tăng theo chiều tăng nồng độ chất ức chế DD2. Khi tăng nồng độ $> 1\%$ thì hiệu quả ức chế ăn mòn thay đổi không đáng kể và đạt tối đa 72,68% tại nồng độ 2,9%. Nguyên nhân là khi nồng độ $> 1\%$ bề mặt mẫu kim loại đã được che phủ gần như hoàn toàn bởi chất ức chế, việc tiếp tục tăng nồng độ không làm tăng đáng kể mức độ che phủ bề mặt thép nên hiệu quả bảo vệ thay đổi không đáng kể.

- Ở cùng nồng độ 0,5% chất ức chế DD2 bảo vệ chống ăn mòn thép CT3 hiệu quả đạt 67,67% tương đương so với hiệu quả bảo vệ của chất ức chế DD1 là 67,44%.

Bằng phương pháp điện hóa đã lựa chọn tỷ lệ tối ưu để chế tạo chất ức chế ăn mòn hai thành phần là DMEA:IPA = 1:1 (DD2). Chất ức chế DD2 có hiệu quả bảo vệ thép CT3 trong môi trường ăn mòn NaCl 0,1M tương đương với sản phẩm DD1 của Liên bang Nga ở cùng nồng độ 0,5%. Với mục tiêu ứng dụng chất ức chế hai thành phần làm sản phẩm ức chế ăn mòn pha hơi cho thép cacbon và thép hợp kim thấp, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu tính chất bảo vệ chống ăn mòn pha hơi cho thép CT3 theo phương pháp thử nghiệm nhiệt - ẩm có ngưng tụ ẩm.

3.2. Kết quả thử nghiệm theo phương pháp thử nghiệm gia tốc nhiệt - ẩm có ngưng tụ ẩm

Hiệu quả ức chế ăn mòn thép CT3 của chất ức chế DD1 và chất ức chế nghiên cứu DD2 được xác định theo phương pháp thử nghiệm gia tốc nhiệt - ẩm có ngưng tụ ẩm được thể hiện trong hình 4 và bảng 3. Kết quả đánh giá trực quan cho thấy, sau 16 chu kỳ thử nghiệm trên bề mặt mẫu đối chứng (không có chất ức chế ăn mòn - hình 4a) xuất hiện vết ăn mòn, điểm ăn mòn, xỉn màu và mất độ bóng. Mẫu thép CT3 trong thử nghiệm có bổ sung 100 g/m³ và 150 g/m³ chất ức chế DD1 (hình 4b, 4c) và DD2 (hình 4d, 4e) vẫn giữ được ánh kim và bằng mắt thường không quan sát thấy hiện tượng ăn mòn bề mặt sau thử nghiệm.



Hình 4. Mẫu thép CT3 sau khi thử nghiệm 16 ngày trong môi trường ngưng tụ ẩm

Bảng 3. Tốc độ ăn mòn và hiệu quả bảo vệ thép CT3 trong môi trường NaCl 0,1M phụ thuộc vào nồng độ chất ức chế

Chất ức chế	Nồng độ, g/m ³	Tốc độ ăn mòn, K g/(m ² .ngày)	Hiệu quả bảo vệ, H %
Đối chứng	0	0,2018	-
DD1	100	0,0020	99,01
	150	0	100
DD2	100	0,0019	99,06
	150	0	100

Phân tích kết quả trong bảng 3 cho thấy, tốc độ ăn mòn thép CT3 khi có chất ức chế DD1 và chất ức chế nghiên cứu DD2 ở nồng độ 100g/m³ đạt 0,002 g/m²/ngày, tương ứng với hiệu quả bảo vệ đạt 99%. Ở nồng độ 150g/m³, các chất ức chế chống ăn mòn hoàn toàn cho thép CT3.

Nhìn chung, chất ức chế ăn mòn được nghiên cứu có tác dụng bảo vệ tốt cho thép CT3 sau 16 chu kỳ thử nghiệm theo phương pháp gia tốc nhiệt-âm có ngưng tụ ẩm. Đánh giá theo trực quan và phương pháp tổn hao khối lượng thì chất ức chế ăn mòn DD2 có hiệu quả bảo vệ chống ăn mòn cho thép CT3 tương đương với sản phẩm thương mại ИФХАН-8 (mẫu ký hiệu DD1) của Liên bang Nga.

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu khả năng ức chế ăn mòn thép CT3 của chất ức chế ăn mòn 2 thành phần dimethylethanolamin và isopropanol, từ các kết quả thực nghiệm có thể đưa ra các kết luận như sau:

- Xác định 1:1 là tỷ lệ pha trộn tối ưu của isopropanol và dimethylethanolamin để chế tạo chất ức chế ăn mòn 2 thành phần DD2 có khả năng ức chế ăn mòn thép CT3 trong dung dịch điện ly NaCl 0,1M.

- Ở cùng nồng độ 0,5%, chất ức chế chống ăn mòn hai thành phần DD2 có hiệu quả chống ăn mòn thép CT3 đạt trên 67%, tương đương so với hiệu quả bảo vệ của chất ức chế ăn mòn ИФХАН-8 trong dung dịch điện ly NaCl 0,1M.

- Kết quả thử nghiệm bằng phương pháp điện hóa cho thấy hiệu quả bảo vệ thép CT3 của chất ức chế DD2 ở nồng độ 0,5% trong dung dịch NaCl 0,1M đạt trên 67% và có thể đạt trên 72% khi dung dịch ức chế DD2 ở nồng độ 2%.

- Hiệu quả bảo vệ thép CT3 của chất ức chế DD2 ở nồng độ 100 g/m³ (môi trường không khí) đạt trên 99% và đạt 100% tại nồng độ 150 g/m³, tương đương với hiệu quả bảo vệ của ИФХАН-8 sau 16 chu kỳ thử nghiệm theo phương pháp gia tốc nhiệt - ẩm có ngưng tụ ẩm và đánh giá theo phương pháp tổn hao khối lượng.

Kết quả nghiên cứu trên là cơ sở để mở rộng việc nghiên cứu và phát triển chất ức chế ăn mòn mới cho thép cacbon và thép hợp kim thấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Loto R. T., Loto1 C. A., Fedotova T., *Inhibition effect of N, N'-dimethylaminoethanol on the corrosion of austenitic stainless steel type 304 in 3M H₂SO₄*, International Journal of Electrochemical Science, 2012, 7(11):10763-10778.
2. Xu J. X., Jiang L. H., Wang W. L. and et al., *Effectiveness of inhibitors in increasing chloride threshold value for steel corrosion*, WSE, 2013; 6:354-363.
3. Kolyada L. G., Tarasyuk E. V., Kalugina N. L., *Technology of packing materials for metal products*, Materials Science Forum, 2016, 870:454-459.
4. Dhoubi L., Triki E., Salta M., *Studies on corrosion inhibition of steel reinforcement by phosphate and nitrite*, Mater Struct., 2003, 36:530-540.
5. Soylev T. A., McNally C., Richardson M., *Effectiveness of amino alcohol-based surface-applied corrosion inhibitors in chloride-contaminated concrete*, Cem. Concr. Res., 2007, 37:972-977.
6. Jamil H. E., Shrirri A., Boulif R., Montemor M. F., Ferreira M. G. S., *Corrosion behaviour of reinforcing steel exposed to an amino alcohol based corrosion inhibitor*, Cement and Concrete Composites, 2005, 27(6): 671-678.
7. Sun C., Chen M., Zheng H., Zhang P., Li Y., Hou B., *The effect of amino-alcohol-based corrosion inhibitors on concrete durability*, Canadian Journal of Civil Engineering, 2019, 46(9):771-776.
8. Duprat M., Dabosi F., *Corrosion inhibition of a carbon steel in 3% NaCl solutions by aliphatic amino-alcohol and diamine type compounds*, Corrosion, 1981, 37(2):89-92.
9. Roland T. L., *Corrosion inhibition study of beta-dimethylaminoethyl alcohol on low carbon steel in 0.5 M HCl electrolyte*, Journal of Materials Research and Technology, 2020, 9(4):8787-8795.
10. Rakanta E., Zafeiropoulou T., Batis G., *Corrosion protection of steel with DMEA-based organic inhibitor*, Constr Build Mater, 2013, 44:507-513.
11. Gaidis J. M., *Chemistry of corrosion inhibitors*, Cement and Concrete Composites, 2004, 26(3):181-189.
12. Sanni O., Sunday Isaac F. O., Patricia Idowu P. A., *Eco-friendly inhibitors for corrosion protection of stainless steel: An overview*, Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1378:42-47.
13. Sengwa R. J., Sankhla S., Khatri V., *Dielectric constant and molecular association in binary mixtures of N,N-dimethylethanolamine with alcohols and amides*, Fluid Phase Equilibria, 2009, 285(1-2): 50-53.
14. ГОСТ 9.308-85. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний.

15. Черемисина И. В., *Защита металлов от атмосферной коррозии летучими ингибиторами*, Державинский форум, 2018, **2**(6):151-159.
16. ГОСТ 9.509-89. *Средства временной противокоррозионной защиты. Методы определения защитной способности.*
17. ГОСТ 9.907-2007. *Металлы, сплавы, покрытия металлические. Методы удаления продуктов коррозии после коррозионных испытаний.*
18. Pradityana A., Sulistijono S. A., Noerochim L., Susanti D., *Inhibition of corrosion of carbon steel in 3.5% NaCl solution by Myrmecodia pendans extract*, International Journal of Corrosion, 2016, **2016**:1-6.

SUMMARY

STUDY ON THE PROTECTIVE EFFECT ON ST3 STEEL OF 2-COMPONENT CORROSION INHIBITOR CONTAINING DIMETHYLETHANOLAMINE AND ISOPROPANOL

This paper presents the results of research on corrosion inhibition effect on ST3 steel of two-component corrosion inhibitor consist of dimethylethanolamine (DMAE) and isoprpanol (IPA). The electrochemical test results showed that the inhibition effect on ST3 steel corrosion in 0.1M NaCl solution of the 2-component inhibitor is highest at the optimal mixing ratio 1:1. At the same concentration of 0.5%, protective effect on ST3 steel reached 67.67% which is equivalent to that of Russian ИФХАН-8 inhibitor. After 16 cycles of testing by the method of heat-humidity acceleration with moisture condensation and evaluation by the mass loss method, the inhibitor at a concentration of 100g/m³ was effective in protecting steel over 99% and reached 100% at a concentration of 150g/m³.

Keywords: *Corrosion inhibitor, dimethylethanolamine, isoprpropanol, steel ST3, neutral invenronment, chất ức chế ăn mòn, thép CT3, môi trường trung tính.*

Nhận bài ngày 28 tháng 4 năm 2021

Phản biện xong ngày 16 tháng 8 năm 2021

Hoàn thiện ngày 17 tháng 8 năm 2021

⁽¹⁾ *Chi nhánh Phía Nam, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*