

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT ĐIỆN HOÁ CỦA THÉP KẾT CẤU TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC MẶN

TS. Nguyễn Đình Tân

Trường Đại học Thủy lợi Hà Nội

Tóm tắt: Quá trình ăn mòn thép kết cấu trong môi trường nước là ăn mòn điện hoá. Vì vậy các tính chất điện hoá là cơ sở quan trọng cho việc lựa chọn vật liệu thích hợp chế tạo cửa van thép trên công trình thủy lợi và kết cấu thép vùng ven biển. Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu tính chất điện hoá trong môi trường nước có nồng độ muối khác nhau.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong hơn 100 năm qua, nhiều loại thép kết cấu khác nhau đã được sử dụng để chế tạo kết cấu thép trên các công trình ven biển như: Thép hàm lượng các bon siêu thấp (Pháp; 1905-1945); thép các bon thường CT3 (GOST, 1960-1975); thép CCT38 (TCVN); thép hợp kim thấp độ bền cao 09Mn2, 09Mn2Si; thép không rỉ 08Cr18Ni10Ti, 30Cr13. Trong thời gian gần đây, ngành công nghiệp đóng tàu có sử dụng một số một loại thép kết cấu các bon và hợp kim thấp như A, B, A32, A36...

Quá trình ăn mòn của thép kết cấu trong môi trường nước là quá trình ăn mòn điện hoá. Vì vậy, các tính chất điện hoá của thép kết cấu là cơ sở quan trọng trong việc đánh giá và lựa chọn vật liệu thích hợp chế tạo cửa van và kết cấu thép trên công trình thủy lợi vùng ven biển. Trong bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu tính chất điện hoá của các mác thép nói trên trong môi trường nước có độ mặn khác nhau.

II. PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

1. Nhiệm vụ cụ thể

Đặc điểm cơ bản của môi trường nước vùng ven biển là nồng độ NaCl thay đổi trong phạm vi rộng. Vì vậy, chúng ta cần tiến hành nghiên cứu tính chất điện hoá của các loại thép kết cấu ở các môi trường có nồng độ NaCl khác nhau. Bên cạnh việc nghiên cứu ở

phòng thí nghiệm với nước biển nhân tạo với các nồng độ muối 3,2%; 1,6%; 0,8%; 0,1%, thì việc nghiên cứu với nước mặn tự nhiên cũng rất cần thiết (cổng Diêm Điền; cổng Trà Linh)

2. Phương pháp thực nghiệm

a. Chuẩn bị mẫu:

Các mẫu thép kết cấu chế tạo cửa van được lấy tại công trình thủy lợi hoặc cơ sở sản xuất: Mẫu thép của Pháp lấy tại cửa số 1 công trình Đập Đá được xây dựng từ năm 1936; mẫu thép CT3 lấy tại cửa số 4 công trình Đập Đá được sửa chữa năm 1972; Mẫu thép 09Mn2Si, SUS304 được lấy tại khe van và cửa van nhà máy Thủy điện Sơn La; mẫu thép vỏ tàu lấy tại Tổng công ty Tàu thủy Nam Triệu.

b. Thiết bị đo

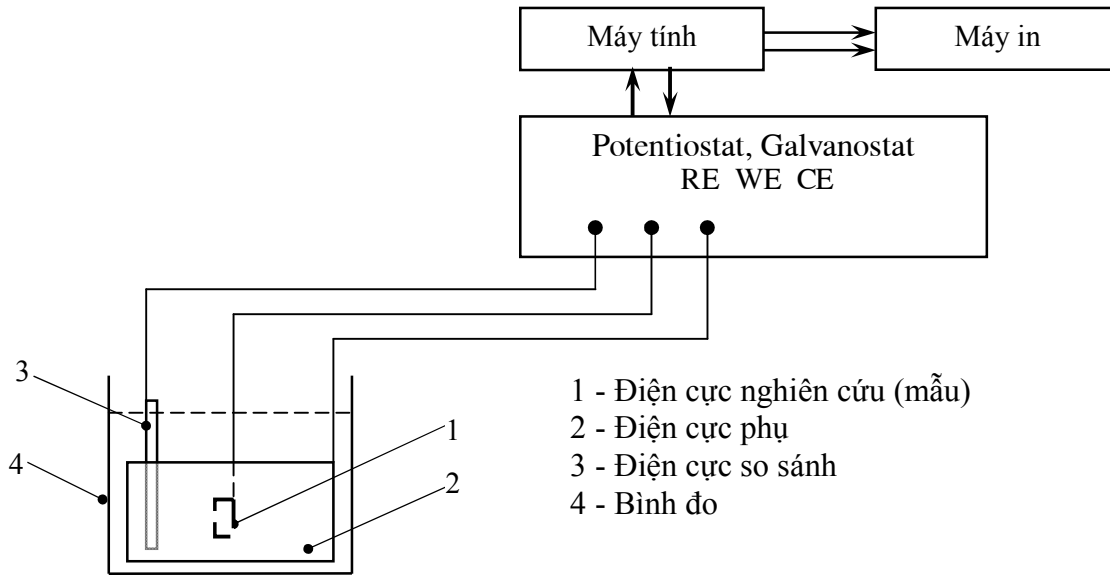
Tính chất điện hóa của các loại thép được nghiên cứu bằng các phép đo điện hóa với bình đo gồm 3 điện cực. Sơ đồ mạch đo điện hóa được trình bày trong hình 1.

Các phép đo điện hóa sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: phương pháp thế động để đo đường cong phân cực, phương pháp phân cực tuyến tính để xác định tốc độ ăn mòn kim loại.

Điện cực nghiên cứu được chuẩn bị từ các loại thép kết cấu lấy từ hiện trường, cắt theo kích thước yêu cầu. Bề mặt điện cực được mài nhẵn, tẩy dầu mỡ, rửa sạch, tráng nước cất và lau khô bằng cồn trước khi thí nghiệm. Phần

bề mặt không làm việc của điện cực được bôi keo epoxy. Điện cực phụ được sử dụng là điện cực platin. Điện cực so sánh là điện cực chuẩn

chlorua bạc trong KCl bão hoà. Điện thế của điện cực này là 0,195V so với điện cực hydro tiêu chuẩn ở 25°C.



Hình1. Sơ đồ mạch đo điện hoá

Trong nghiên cứu đã sử dụng dung dịch nước biển nhân tạo (NBNT) và nước mặn tự nhiên. Dung dịch NBNT được pha từ các muối tinh khiết (NaCl, CaCl₂, KCl, NaHCO₃, MgSO₄.7H₂O) và nước cất với tổng nồng độ muối là 3,2%; 1,6%; 0,8%; 0,1%. Nước mặn tự nhiên được lấy từ cửa cống Diêm Điền, Trà Linh ở phía biển.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Ảnh hưởng của độ mặn đến điện trở suất của môi trường nước

Kết quả đo độ dẫn và điện trở suất của các dung dịch được thể hiện trên bảng IV.1. Ta thấy độ dẫn và điện trở suất phụ thuộc vào độ mặn của dung dịch. Cùng với việc tăng độ mặn của dung dịch NBNT từ 0,1% lên 3,2% thì độ dẫn của các dung dịch cũng tăng tương ứng từ 2,5 lên 50,6 mS/cm. Nói cách khác, điện trở suất của dung dịch giảm dần khi nồng độ muối trong dung dịch tăng dần lên. Độ dẫn của nước biển các cửa cống Diêm Điền và Trà Linh có giá trị là 29,2 và 22,8

mS/cm, tương ứng với độ mặn nằm trong khoảng 0,8 đến 3,2%.

2. Ảnh hưởng của độ mặn đến tính chất điện hoá của các loại thép

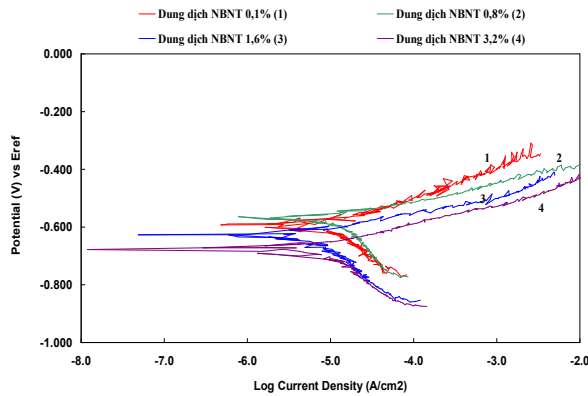
Trên các hình 2 đến hình 4 trình bày đồ thị đường cong phân cực, điện trở phân cực và tốc độ ăn mòn của các loại thép CT38, thép các bon siêu thấp (Pháp), thép vô tầu, thép không gỉ và thép hợp kim thấp trong dung dịch NBNT có tổng độ mặn là 0,1%, 0,8%, 1,6% và 3,2%.

Từ các đồ thị ta đều thấy các đường cong phân cực của các loại thép kết cấu trong môi trường nước lợ đến nước mặn có dạng hoạt động. Độ dốc nhánh anốt (nhánh phân cực về phía dương hơn so với điện thế ăn mòn) gần như không thay đổi theo độ mặn của môi trường nước. Khi độ mặn tăng từ 0,1% lên 3,2% thì điện thế ăn mòn của các loại thép đều dịch chuyển dần phía âm hơn. Độ dịch chuyển điện thế ăn mòn nằm trong khoảng từ 100 đến 250mV phụ thuộc vào từng loại thép.

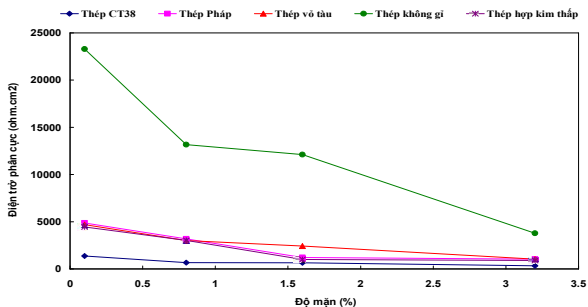
Bảng 1: Độ dẫn và điện trở suất của các dung dịch nghiên cứu

STT	Dung dịch	Độ dẫn (mS/cm)	Điện trở suất (Ωcm)	Ghi chú
1	NBNT 0,1%	2,5	403,2	
2	NBNT 0,8%	13,4	74,4	
3	NBNT 1,6%	25,6	39,1	
4	NBNT 3,2%	50,6	19,8	
5	Nước cửa cống Diêm Điền	29,2	34,2	lấy ở phía biển
6	Nước cửa cống Trà Linh	22,8	43,8	lấy ở phía biển

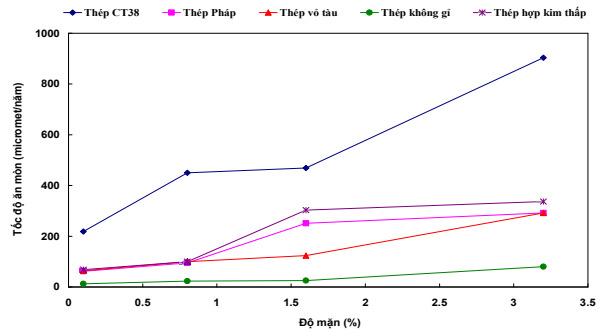
Tốc độ ăn mòn tức thời của thép kết cấu trong các dung dịch đã được xác định thông qua việc đo điện trở phân cực bằng phương pháp phân cực tuyến tính. Trên hình 4 và 5 đưa ra đồ thị sự phụ thuộc điện trở phân cực và tốc độ ăn mòn của các loại thép vào độ mặn của dung dịch nước biển nhân tạo.



Hình 2. Ảnh hưởng của độ mặn NBNT đến đường cong phân cực thép vỏ tàu



Hình 3. Điện trở phân cực của các loại thép trong dung dịch NBNT có độ mặn khác nhau



Hình 4. Tốc độ ăn mòn của các loại thép trong dung dịch NBNT có độ mặn khác nhau

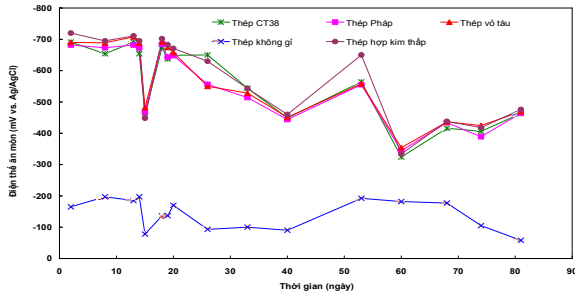
Ta thấy nhìn chung khi độ mặn của môi trường tăng lên thì điện trở phân cực của các loại thép giảm dần, tương ứng với sự tăng dần của tốc độ ăn mòn. Nghĩa là trong cùng điều kiện thí nghiệm với hóa chất tinh khiết thì độ mặn là yếu tố ảnh hưởng nhiều đến tốc độ ăn mòn thép trong môi trường nước. Tuy nhiên, độ giảm điện trở phân cực và độ tăng tốc độ ăn mòn nhiều hay ít là do loại thép quyết định. Từ hình 6 và 7 ta thấy trong các loại thép nghiên cứu thì thép CT38 có tốc độ ăn mòn tăng lớn nhất khi tăng độ mặn, thép không gỉ có sự thay đổi tốc độ ăn mòn ít nhất.

4. Ảnh hưởng của thời gian làm việc đến quá trình ăn mòn các loại thép kết cấu trong nước mặn tự nhiên

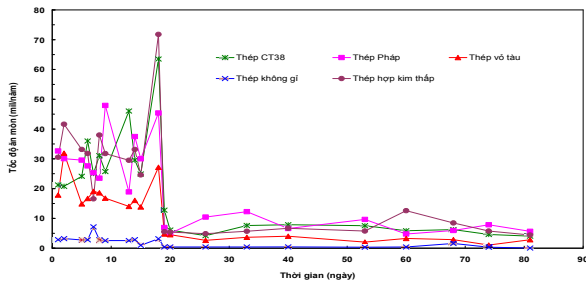
Để nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian làm việc đến quá trình ăn mòn các loại thép kết cấu trong nước mặn tự nhiên ở cống Diêm Điền và Trà Linh, chúng tôi đã sử dụng phép đo phân

cực tuyến tính với các loại thép sau thời gian ngâm mẫu khác nhau.

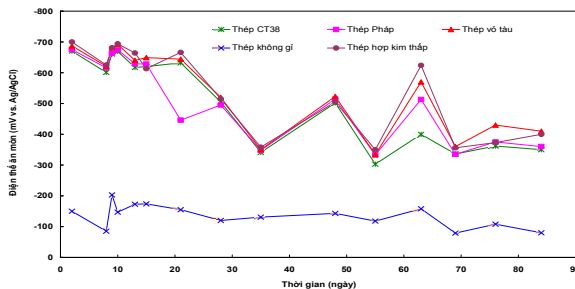
Tốc độ ăn mòn và điện thế ăn mòn của các loại thép trong nước mặn tự nhiên sau thời gian ngâm mẫu khác nhau được trình bày trên các hình 5, 6, 7 và 8.



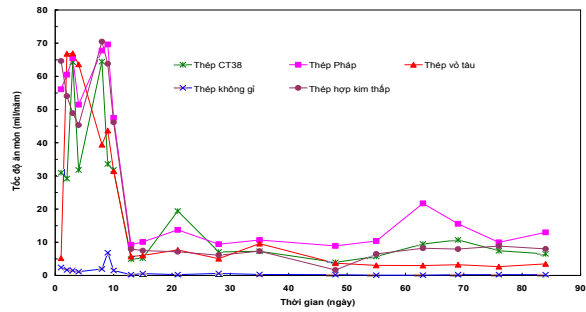
Hình 5. Sự biến thiên điện thế ăn mòn của các loại thép kết cấu trong nước mặn cống Diêm Diễn theo thời gian



Hình 6. Sự biến thiên tốc độ ăn mòn của các loại thép kết cấu trong nước mặn cống Diêm Diễn theo thời gian (1mil/năm = 25,4μm/năm)



Hình 7. Sự biến thiên điện thế ăn mòn của các loại thép kết cấu trong nước mặn cống Trà Linh theo thời gian



Hình 8. Sự biến thiên tốc độ ăn mòn của các loại thép kết cấu trong nước mặn cống Trà Linh theo thời gian (1mil/năm = 25,4μm/năm)

Đặc điểm chung của các loại thép các bon thấp là điện thế ăn mòn và tốc độ ăn mòn ban đầu lớn và không ổn định, nhưng sau khi ngâm trong nước biển tự nhiên 2-3 tuần đều có xu hướng giảm mạnh và tiến tới giá trị ổn định hơn. Điện thế ăn mòn của các loại thép có giá trị dao động từ -350mV đến -600mV. Tốc độ ăn mòn tức thời thì thép vỏ tàu dường như có giá trị nhỏ hơn so với thép CT38, thép Pháp và thép hợp kim thấp. Thép không gỉ có điện thế dương nhất, đạt giá trị khoảng -100mV đến -200mV; đồng thời có tốc độ ăn mòn nhỏ nhất trong các loại thép, nhỏ hơn 20μm/năm.

Có thể thấy rằng, tốc độ ăn mòn của các thép trong nước mặn tự nhiên lớn hơn so với trong dung dịch NBNT có điện trở suất tương đương (~1,6%). Như vậy ngoài yếu tố độ mặn thì các yếu tố khác của môi trường nước cũng ảnh hưởng đến tốc độ ăn mòn của thép.

V. KẾT LUẬN

Qua các kết quả nghiên cứu nói trên, chúng ta có thể rút ra một số kết luận sau:

Độ dẫn và điện trở suất của môi trường nước phụ thuộc vào độ mặn. Khi tăng độ mặn của dung dịch NBNT từ 0,1% lên 3,2% thì độ dẫn tăng tương ứng từ 2,5 lên 50,6 mS/cm, điện trở suất giảm từ 403,2 xuống còn 19,8Ωcm

Độ mặn của dung dịch tăng làm cho điện thế ăn mòn của các loại thép kết cấu dịch chuyển dần phía âm hơn và làm tăng tốc độ ăn mòn của

thép. Trong các môi trường nước mặn thì thép không gỉ có điện thế ăn mòn dương nhất và tốc độ ăn mòn nhỏ nhất; Thép CT38 có tính chất điện hoá kém ổn định nhất và tốc độ ăn mòn tức thời lớn nhất, thép vỏ tàu có điện thế ăn mòn và tốc độ ăn mòn khá ổn định. Điện thế ăn mòn và tốc độ ăn mòn của các loại thép đi vào ổn định sau khi ngâm mẫu 2-3 tuần trong nước biển tự

nhiên. Tốc độ ăn mòn của thép trong nước biển tự nhiên lớn hơn so với trong dung dịch NBNT có điện trở suất tương đương.

Các kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở cho việc lựa chọn thép kết cấu thích hợp chế tạo cửa van và kết cấu thép trên công trình thủy lợi vùng ven biển.

Tài liệu tham khảo

1. W. A. Schultze, Phan Lương Cầm. *Ăn mòn và Bảo vệ Kim loại*. Trường Đại học Bách khoa Hà nội và Trường Đại học Kỹ thuật Delft (Hà lan). 1985.
2. R. Baboian. *Electrochemical Techniques for Corrosion*. NACE. 1978.
3. Trương Ngọc Liên. *Ăn mòn và Bảo vệ Kim loại*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2004.

Abstract

ELECTRICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF THE STRUCTURAL STEELS IN SALT WATER ENVIRONMENT

The corrosion of the steel structure in the water environment is the electrical-chemical corrosion. Therefore, the electrical-chemical characters of structural steels is an important basis for selecting suitable material for manufacturing of steel gates and steel structure of waterworks on the coastal areas. The present report introduces some results of research the electrical-chemical properties of the structural steels in the water environment with the different salt concentrations.