

# NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN ĂN MÒN TIẾP XÚC CỦA THÉP KẾT CẤU TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC MẶN

ThS. Trần Văn Khanh<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Thép kết cấu là vật liệu được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như giao thông, quân đội, thủy lợi... Trong lĩnh vực thủy lợi, nhiều loại thép kết cấu khác nhau đã được sử dụng để chế tạo các kết cấu thép trên công trình ven biển vùng nước mặn. Mặt khác, các kết cấu này lại thường được chế tạo từ các loại thép kết cấu khác nhau nên không thể tránh khỏi hiện tượng ăn mòn tiếp xúc. Nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào việc xác định ảnh hưởng của tỷ lệ kết cấu đến độ bền ăn mòn tiếp xúc của vật liệu.

Trong nghiên cứu này, các mẫu từ thép CCT38 và SUS 304 với các tỷ lệ kết cấu khác nhau đã được thí nghiệm. Các phương pháp nghiên cứu tổ chức tế vi, cơ tính, phân tích định tính và định lượng đã được áp dụng để đánh giá độ bền ăn mòn tiếp xúc của thép kết cấu.

**Từ khóa:** Ăn mòn tiếp xúc, thép kết cấu, độ bền ăn mòn, nước mặn.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Môi trường nước mặn là môi trường gây ăn mòn mạnh, nâng cao độ bền ăn mòn của thép kết cấu trong môi trường nước mặn là một trong những vấn đề lớn mà hiện nay các quốc gia có công trình thủy lợi vùng ven biển đang rất quan tâm.

Hàng năm, trên thế giới đã phải tiêu tốn chi phí rất lớn cho công tác chống ăn mòn kim loại. Đã có nhiều hội nghị của nhiều nước đề cập đến vấn đề này, tại đây nhiều phương pháp chống ăn mòn đã được đưa ra và áp dụng đem lại hiệu quả nhất định.

Các kết cấu thép trên công trình thủy lợi thường được chế tạo từ nhiều vật liệu khác nhau như thép CCT38, thép 45, thép 09Mn2Si, thép SUS 304.... Các vật liệu này có điện thế rất khác nhau trong môi trường điện ly, do đó khi liên kết với nhau sẽ xảy ra quá trình ăn mòn tiếp xúc, khi đó các vật liệu có điện thế thấp hơn sẽ bị ăn mòn.

## II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Thiết bị thử nghiệm

- Thiết bị phân tích thành phần hoá học thép là máy quang phổ phát xạ Metal – Lab 75–80J của hãng GNR – Italy.

- Thiết bị quan sát và chụp ảnh tổ chức tế vi là kính hiển vi AXIOPLAN 2 của CHLB Đức.

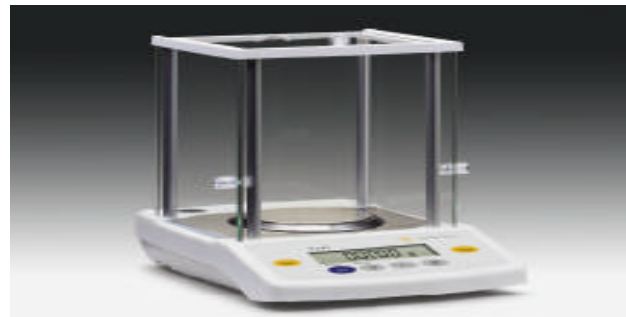
- Thiết bị thử cơ tính là máy Fast Track 8801 của hãng INSTRON – Anh Quốc.

- Quá trình thử nghiệm gia tốc được tiến hành trên thiết bị Q – FOG, WEISS Technik của CHLB Đức (hình 1).

- Cân phân tích TE 214S của hãng Sartorius – Mỹ để xác định sự thay đổi khối lượng của mẫu khi thử nghiệm, cân có độ chính xác  $10^{-4}$  g (hình 2).



Hình 1. Thiết bị thử nghiệm gia tốc.



Hình 2. Cân phân tích.

Quá trình thử nghiệm được thực hiện theo tiêu chuẩn: ASTM B117-95 với chế độ thử nghiệm như sau:

+ Dung dịch muối với nồng độ 5%NaCl được phun bằng vòi phun với lưu lượng  $1 \div 2,5$  ml/giờ.

+ Nhiệt độ buồng phun  $33 \div 36^{\circ}\text{C}$ .

+ Độ pH sau khi phun  $6,7 \div 7,2$ .

+ Độ ẩm 90%.

+ Thực hiện liên tục theo chu kỳ 8 giờ, các mẫu được gá nghiêng hợp với phương thẳng đứng một góc  $30^{\circ}$  sao cho song song với hướng của dòng phun và để đảm bảo sự lắng đọng muối, sản phẩm ăn

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy Lợi

mòn... trên bề mặt mẫu.

## 2.2. Chuẩn bị mẫu

Mẫu nghiên cứu tổ chức tế vi được gia công thành dạng hình lập phương 10x10x10 mm, sau đó đem mài, đánh bóng và tẩm thực theo quy trình tại phòng thí nghiệm sao cho đảm bảo nhận được ảnh tổ chức rõ nét.

Quá trình nghiên cứu ăn mòn tiếp xúc được tiến hành giữa cặp vật liệu SUS 304 và CCT38 là các vật liệu có điện thế ăn mòn rất khác nhau [6]. Các mẫu nghiên cứu ăn mòn tiếp xúc được chế tạo theo các tỷ lệ diện tích bề mặt thép SUS 304/CCT38 khác nhau là: 1/1, 1/3, 1/7 và 1/15. Trong đó, các mẫu thép CCT38 được gia công theo kích thước 100x200x5 mm và các mẫu thép không rỉ được gia công theo tỷ lệ nghiên cứu, kích thước cụ thể như sau: Các mẫu có tỷ lệ 1/1 là: 100x100x5 mm; tỷ lệ 1/3 là: 100x50x5 mm; tỷ lệ 1/7 là: 100x25x5 mm; tỷ lệ 1/15 là: 50x25x5 mm.

Tại mỗi tỷ lệ các mẫu thép SUS 304 được gắn chặt vào hai mặt của thép CCT38 bằng ốc vít sao cho các mẫu tiếp xúc với nhau.

Ngoài ra, trước khi tiến hành thử nghiệm, các mẫu được mài cùng độ nhẵn, đánh số để phân biệt, lau sạch bằng cồn và cân để xác định khối lượng mẫu ban đầu  $m_1$ .

## 2.3. Phương pháp phân tích định tính

Cơ sở của phương pháp đánh giá định tính là dựa trên sự xuất hiện và phát triển các trung tâm ăn mòn hình thành trên bề mặt các mẫu. Quan sát sự biến đổi của bề mặt mẫu theo thời gian và từ đó giúp ta có thể đánh giá được một cách tương đối chính xác về khả năng chịu ăn mòn của vật liệu.

## 2.4. Phương pháp tổn thất khối lượng

Tốc độ ăn mòn là một chỉ tiêu quan trọng trong đánh giá mức độ ăn mòn kim loại. Hiện nay, để đánh giá tốc độ ăn mòn thì có nhiều phương pháp khác nhau tùy thuộc vào mục đích và đối tượng nghiên

cứu. Ở bài báo này tác giả đã sử dụng phương pháp trọng lượng để xác định tốc độ ăn mòn của vật liệu thép kết cấu, đây là phương pháp đơn giản nhưng cho kết quả có độ chính xác cao và hiện đang được nhiều nước trên thế giới sử dụng.

Cơ sở của phương pháp khối lượng là dựa trên sự thay đổi khối lượng của mẫu nghiên cứu trên một đơn vị diện tích bề mặt trong một đơn vị thời gian. Tốc độ ăn mòn khối lượng được xác định theo biểu thức sau:

$$P_{\text{kh}} = \frac{m_1 - m_2}{S.t} = \frac{\Delta m}{S.t}, \text{ [g/m}^2 \cdot \text{năm]}$$

$$P_{\text{tn}} = \frac{P_{\text{kh}}}{\rho}, \text{ [\mu m/năm]}$$

Trong đó:

$P_{\text{kh}}$  : Tốc độ ăn mòn khối lượng, [g/m<sup>2</sup>.năm]

$P_{\text{tn}}$  : Tốc độ thâm nhập, [μm/năm]

$m_1$  : Khối lượng mẫu trước khi bị ăn mòn, [g]

$m_2$  : Khối lượng mẫu sau khi bị ăn mòn, [g]

$S$  : Diện tích bề mặt mẫu, [m<sup>2</sup>]

$t$  : Thời gian, [năm].

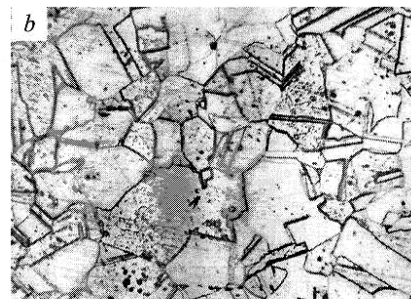
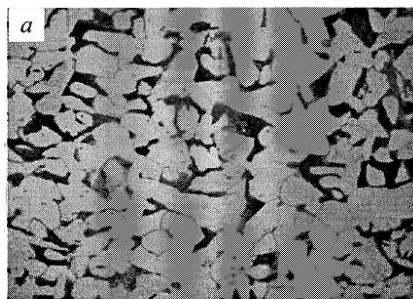
$\rho_{\text{KL}}$  : Tỷ trọng kim loại, [g/cm<sup>3</sup>].

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Tổ chức tế vi của vật liệu

Tổ chức tế vi của thép nghiên cứu được trình bày trong hình 3. Thép CCT38 có hàm lượng carbon nằm trong khoảng (0,14 ÷ 0,22)% có tính hàn đảm bảo, có tổ chức 2 pha Ferit màu sáng và Peclit màu tối (hình 3a) với điện thế ăn mòn nằm trong khoảng (300 ÷ 500) mV [6].

Trong khi đó thép không gỉ SUS 304 có tổ chức một pha đồng nhất là austenit (hình 3b) với điện thế ăn mòn nằm trong khoảng (70 ÷ 200) mV [6]. So với thép CCT38 thì rõ ràng tổ chức của thép SUS 304 là khác rất nhiều so với tổ chức của thép CCT38. Chính sự khác nhau này đã tạo ra sự chênh lệch điện thế ăn mòn giữa các vật liệu và hình thành nên các cặp pin ăn mòn khi chúng tiếp xúc với nhau.



a CCT3; b SUS 304

Hình 3. Tổ chức tế vi của các mẫu thép, độ phóng đại 500 lần

### 3.2. Cơ tính vật liệu thép kết cấu

Các chỉ tiêu thử nghiệm đối với thép kết cấu

được cho trong bảng sau:

*Bảng 1. Kết quả thử cơ tính của thép kết cấu*

Mẫu thép	$\sigma_{ch}$ , Pa	$\sigma_b$ , MPa	$\delta$ , %	$\psi$ , %
CCT38	299	453	29,6	60,5
SUS 304	205	520	59	62

Kết quả đã cho thấy thép CCT38 có độ bền, độ dẻo tương đối cao và là mác thép rất sẵn có trên thị trường, do vậy có thể sử dụng để chế tạo các kết cấu trong công trình thủy lợi đảm bảo điều kiện làm việc.

Thép không gỉ SUS 304 có độ dẻo tốt tuy cơ tính không cao bằng thép CCT38 nhưng vẫn đảm bảo điều kiện làm việc.

### 3.3. Đánh giá độ bền ăn mòn tiếp xúc

#### a. Đánh giá định tính

Để đánh giá định tính khả năng ăn mòn tiếp xúc của thép CCT38, chúng tôi tiến hành quan sát bề mặt các mẫu sau các khoảng thời gian thử nghiệm khác nhau:



Tỷ lệ 1/1



Tỷ lệ 1/3



Tỷ lệ 1/7



Tỷ lệ 1/15

Hình 4. Mẫu ăn mòn tiếp xúc sau 1 giờ thử nghiệm

Sau khi tiến hành thử nghiệm 1 giờ ta lấy mẫu ra quan sát và nhận thấy rằng sau 1 giờ thử nghiệm thì trên bề mặt mẫu đã bắt đầu hình thành các trung tâm ăn mòn. Tuy nhiên, số lượng xuất hiện của các trung tâm ăn mòn trên bề mặt mẫu là không có sự khác biệt rõ rệt (hình 4).

Tiếp theo sau khoảng 3 giờ thử nghiệm ta lại tiếp tục lấy mẫu ra quan sát. Quan sát bề mặt mẫu đã cho thấy không chỉ có sự xuất hiện thêm các trung tâm ăn mòn mà còn có khuynh hướng phát triển to lên của các trung tâm ăn mòn đã hình thành trước đó (hình 5).



Tỷ lệ 1/1



Tỷ lệ 1/3



Tỷ lệ 1/7



Tỷ lệ 1/15

Hình 5. Mẫu ăn mòn tiếp xúc sau 3 giờ thử nghiệm

Từ các ảnh chụp được ở trên đã cho thấy rằng sự hình thành các trung tâm ăn mòn sẽ nhiều dần lên theo thời gian cùng với đó là sự gia tăng của tốc độ ăn mòn.

Sau thời gian khoảng 40 giờ thì hầu như trên bề mặt mẫu đã hình thành 1 lớp ôxít che phủ kín bề mặt như được mô tả trên hình 6.



Tỷ lệ 1/1



Tỷ lệ 1/3



Tỷ lệ 1/7



Tỷ lệ 1/15

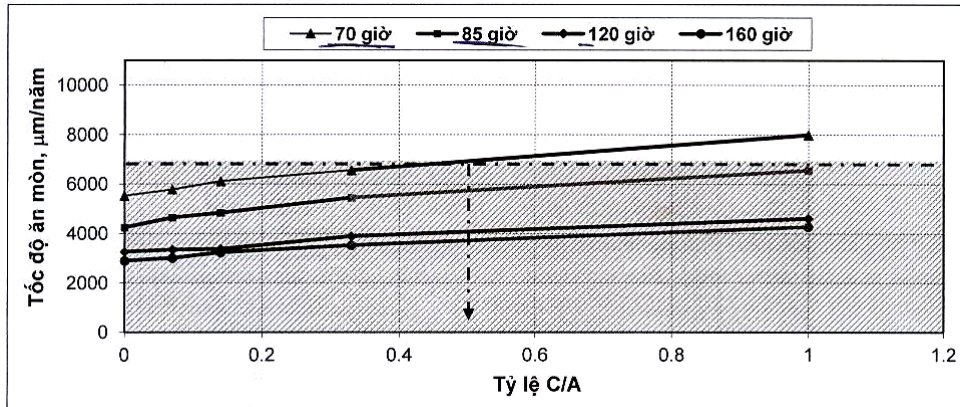
Hình 6. Mẫu ăn mòn tiếp xúc sau 40 giờ thử nghiệm

Như vậy, các mẫu sau 40 giờ thử nghiệm thì hầu như trên bề mặt đã bị một lớp ôxít phủ kín, chính lớp ôxít này lại là lớp che phủ ngăn cản quá trình ăn mòn tiếp theo, do đó có thể làm giảm tốc độ ăn mòn.

Tuy nhiên, để có số liệu chính xác về tốc độ ăn mòn thì đòi hỏi đánh giá định lượng.

### b. Đánh giá định lượng

Để nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ ăn mòn theo tỷ lệ kết cấu, ta tiến hành thử nghiệm gia tốc mẫu theo chu kỳ 40 giờ, 80 giờ, 120 giờ và 160 giờ. Kết quả thử nghiệm được cho trên hình 7.



Hình 7. Ảnh hưởng của tỷ lệ kết cấu đến tốc độ ăn mòn khi nghiên cứu bằng phương pháp gia tốc

Từ hình 7 cho ta thấy rằng khi giảm tỷ lệ kết cấu thép SUS 304/CCT38 thì tốc độ ăn mòn cũng giảm theo và dần tiến tới giá trị ổn định. Kết quả cũng chỉ ra rằng, với tỷ lệ kết cấu  $\leq 1/2$  thì tốc độ ăn mòn giảm đáng kể và tiến tới giá trị xấp xỉ như không có cặp ăn mòn tiếp xúc.

Như vậy, các kết quả nghiên cứu tại phòng thí nghiệm đã cho ta thấy rằng với tỷ lệ kết cấu  $\leq 1/2$  thì tốc độ ăn mòn xảy ra là tương đối nhỏ và khá ổn định. Tuy nhiên, kết quả này chưa kể đến các yếu tố của môi trường như: ảnh hưởng của thủy triều, hà hà và độ mặn chính vì vậy ta cần tiếp tục nghiên cứu tại hiện trường để có kết quả tin cậy hơn.

### IV. KẾT LUẬN

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

- Tổ chức tế vi của thép CCT38 bao gồm 2 pha Ferit và Peclit có điện thế ăn mòn âm hơn so với

thép SUS 304 có tổ chức một pha đồng nhất Austenit. Sự chênh lệch điện thế ăn mòn này là nguyên nhân gây ra hiện tượng ăn mòn tiếp xúc khi các vật liệu tiếp xúc với nhau.

- Khi ta sử dụng nhiều loại thép khác nhau trong kết cấu thì sẽ tạo nên dạng ăn mòn tiếp xúc do có sự chênh lệch điện thế điện cực giữa các loại thép. Qua nghiên cứu ảnh hưởng của các tỷ lệ kết cấu thép SUS 304/CCT38 là: 1/1, 1/3, 1/7, 1/15 đã cho thấy khi giảm dần tỷ lệ của thép SUS 304 so với thép CCT38 thì tốc độ ăn mòn sẽ giảm dần.

- Kết quả cũng chỉ ra rằng với tỷ lệ kết cấu C/A  $\leq 1/2$  thì tốc độ ăn mòn nhỏ, khá ổn định và dần tiến tới giá trị như không có cặp ăn mòn tiếp xúc xảy ra. Do vậy, khi tính toán thiết kế các kết cấu làm việc trong môi trường nước mặn ta nên chú ý lựa chọn tỷ lệ kết cấu trong phạm vi này để giảm thiểu ăn mòn trong khi vẫn kết hợp được ưu điểm của mỗi loại thép.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. W. A. Schultze, Phan Lương Cầm (1985), *Ăn mòn và Bảo vệ Kim loại*. Trường Đại học Bách khoa Hà nội và Trường Đại học Kỹ thuật Delft (Hà lan).
2. Alain Galerie, Nguyễn Văn Tư (2002), *Ăn mòn và Bảo vệ Vật liệu*; NXB KH&KT.
3. Lê Công Dưỡng (2000), *Vật liệu học*; NXB KH&KT.
4. Nguyễn Đình Tân (2011), Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu các giải pháp nâng cao tuổi thọ của cửa van trong công trình thủy lợi vùng nước mặn”, Trường Đại học Thủy Lợi.
5. Trần Văn Khanh (2009), Luận văn thạc sỹ khoa học, *Nghiên cứu độ bền ăn mòn của thép kết cấu chế tạo cửa van trong công trình thủy lợi vùng ven biển*, Đại học Bách khoa Hà Nội.

6. Nguyễn Đình Tân, *Nghiên cứu tính chất điện hóa của thép kết cấu trong môi trường nước mặn*, Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi & Môi trường, Trang 39-43, Số 29, 6-2010.
7. [E.E. Stansbury and R.A. Buchanan \(2000\)](#), *Fundamentals of electrochemical corrosion*, ASM International, [Materials Park, Ohio](#).
8. ASTM B 117-95 *Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus*.
9. Gardner S. Haynes and Robert Baboian (1985), [Laboratory corrosion tests and standards](#), ASTM, [Philadelphia, PA](#).

### Summary

#### RESEARCHING ON GALVANIC CORROSION STABILITY OF STRUCTURAL STEELS IN THE SALT WATER ENVIRONMENT

*Structural steels are candidate materials for special uses in various fields such as traffic, military and irrigation applications... In irrigation field, various structural steels were used for manufacturing the steel structures of the water works on the salt water areas. On the other hand, these structures are usually manufactured from different types of structural steels therefore galvanic corrosion is inevitable. This study is mainly focused on determination the effect of the structural ratios on galvanic corrosion durability of materials.*

*In the experiments, CCT38 and SUS 304 steel samples with different structural ratios have been tested. The methods for researching microstructure, mechanical properties, qualitative and quantitative analyses have been applied to evaluate the galvanic corrosion stability of structural steels.*

**Keywords:** *Galvanic corrosion, structural steels, corrosion stability, salt water.*

---

Người phản biện: **PGS. TS. Nguyễn Đình Tân**

BBT nhận bài: 09/9/2013

Phản biện xong: 17/9/2013