

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HẢI PHÒNG

CUỘC THI KHOA HỌC KỸ THUẬT CẤP THÀNH PHỐ
DÀNH CHO HỌC SINH TRUNG HỌC NĂM HỌC 2025-2026

Tên dự án: Chế tạo sơn ức chế ăn mòn thân thiện môi trường cho
cốt thép từ dịch chiết lá vối

Lĩnh vực dự thi: Hóa học

Loại dự án: Dự án khoa học

Dự án kỹ thuật

Hải Phòng, tháng 11 năm 2025

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
MỞ ĐẦU	3
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN	4
1.1. Tổng quan về sơn cho các công trình biển	4
1.2. Tổng quan lý thuyết về cây vôi và Polyphenol	4
1.3. Tổng quan về phụ gia ức chế ăn mòn	4
1.4. Cơ chế ăn mòn cốt thép	4
CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM	6
2.1. Nguyên liệu, hóa chất và thiết bị	6
2.2. Phương pháp chiết xuất dịch chiết lá vôi	6
2.3. Phương pháp đánh giá ăn mòn	6
2.4. Nghiên cứu chế tạo sơn ức chế ăn mòn	7
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	8
3.1. Kết quả tổng trở điện hóa (EIS) và đường cong phân cực	8
3.2. Kết quả hình thái và thành phần hóa học của bề mặt (SEM và EDX)	9
3.3. Kết quả đánh giá độ bền ăn mòn sương muối	9
3.4. Kết quả phương pháp ngâm nước biển nhân tạo	9
KẾT LUẬN	11
TÀI LIỆU THAM KHẢO	12

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Việc sử dụng kết cấu thép trong xây dựng công trình ngoài khơi và ven biển là phổ biến, nhưng môi trường biển gây ra thách thức nghiêm trọng về ăn mòn, làm giảm tuổi thọ công trình. Sơn phủ chống ăn mòn là một giải pháp phổ biến và hiệu quả để bảo vệ kết cấu thép. Xu hướng hiện nay là tìm kiếm các chất ức chế ăn mòn thân thiện môi trường (chất ức chế xanh) thay thế cho các hóa chất tổng hợp độc hại. **Dịch chiết lá vối** chứa Polyphenol là một nguồn nguyên liệu tự nhiên, chi phí thấp, có tiềm năng ứng dụng cao.

Vì vậy, chúng em chọn đề tài: ***“Chế tạo sơn ức chế ăn mòn thân thiện môi trường cho cốt thép từ dịch chiết lá vối”***

2. Mục tiêu nghiên cứu

Chế tạo vật liệu sơn giảm thiểu ăn mòn, tăng tuổi thọ công trình bê tông và bê tông cốt thép trong môi trường biển Việt Nam, sử dụng dịch chiết lá vối làm chất ức chế ăn mòn thân thiện môi trường.

3. Đối tượng nghiên cứu

- Lá vối.
- Polyphenol.
- Giảm thiểu sự ăn mòn các công trình ven biển.

4. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu chế tạo sơn và ứng dụng bảo vệ ăn mòn cho các công trình ven biển, thực hiện tại phòng thí nghiệm.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1. Tổng quan về sơn cho các công trình biển

Sơn bê tông, sơn cốt thép và sơn công trình biển đều đóng vai trò quan trọng trong việc bảo vệ kết cấu khỏi sự ăn mòn và các tác động của môi trường. Sơn công trình biển cần có các đặc tính như khả năng chống ăn mòn, chống UV, chống thời tiết, bám dính tốt và chống thấm. Sơn gốc dầu thường có tính bền bỉ cao hơn trong thời gian dài.

1.2. Tổng quan lý thuyết về cây vôi và Polyphenol

Lá vôi (*Cleistolix operculatus Roxb*) chứa các hợp chất hữu cơ như **Flavonoid**, **Tannin**, tinh dầu và đặc biệt là **Polyphenol**. Polyphenol là nhóm hợp chất có chứa nhiều nhóm phenol trong phân tử, có hơn 8000 loại đã được xác định.

Đặc tính ức chế ăn mòn của Polyphenol là do các nhóm -OH, -C=O ở vòng benzen có thể liên kết với các orbital d còn trống của sắt, tạo thành lớp màng hấp phụ hoặc phức **Fe-tanat** dạng vòng càng, ngăn cách bề mặt thép với môi trường ăn mòn. Vì vậy, Polyphenol nguồn gốc tự nhiên được xem là "chất ức chế xanh".

1.3. Tổng quan về phụ gia ức chế ăn mòn

Các chất ức chế ăn mòn được chia thành hai nhóm chính: **Vô cơ** và **Hữu cơ**.

- **Ức chế vô cơ:** Hoạt động bằng cách tạo màng bảo vệ, nhưng nhiều chất có độ độc cao và gây nguy hại cho sức khỏe (ví dụ: Nitrit là tác nhân gây ung thư).
- **Ức chế hữu cơ:** Các hoạt chất tự nhiên trong thực vật như Polyphenols, Alkaloids, Terpenes là nguồn dồi dào để chế tạo phụ gia ức chế tự nhiên, chi phí thấp và thân thiện môi trường do dễ phân hủy sinh học và không chứa kim loại nặng.

1.4. Cơ chế ăn mòn cốt thép

Ăn mòn cốt thép trong bê tông chủ yếu do ba cơ chế:

1. **Do CO₂ (Carbon hóa):** Khí CO₂ phản ứng với kiềm hydroxit (Ca(OH)₂) trong bê tông tạo thành CaCO₃, làm giảm độ pH từ 12-13 xuống dưới 8, gây ăn mòn cốt thép.
2. **Do ion Clo (Cl⁻):** Ion Clo xâm nhập phản ứng với Fe tạo thành phức Fe-Cl, phức này phân ly giải phóng ion Clo và tiếp tục ăn mòn bề mặt cốt thép bên trong (ăn mòn cục bộ/tạo lỗ).
3. **Do quá trình Điện hóa:** Xảy ra khi bê tông có khả năng dẫn điện (nhờ ngậm nước), tạo ra sự phân cực tách biệt giữa catot và anot.

CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu, hóa chất và thiết bị

Nguyên liệu chính là **lá vôi** thu hái tại địa phương. Hóa chất sử dụng là Ethanol và nước cất. Thiết bị bao gồm máy cô quay hút chân không, máy siêu âm, tủ sấy, và các dụng cụ thí nghiệm cơ bản.

Bảng 2.1. Bảng danh sách thiết bị và dụng cụ

Thiết bị	Số lượng	Dụng cụ	Số lượng
Máy cô quay hút chân không	1	Bình cầu đáy tròn 1000ml	1
Máy siêu âm	1	Bình thủy tinh	1
Tủ sấy	1	Đũa thủy tinh	1
Cân phân tích	1	Cốc thủy tinh 50ml	1
Bình hút chân không	1	Cốc thủy tinh 500ml	1
		Ống đong 500ml	1

2.2. Phương pháp chiết xuất dịch chiết lá vôi

Lá vôi được thu hái, rửa sạch, phơi khô và xay nhỏ. Quy trình chiết tách: Ngâm 50g lá vôi xay nhuyễn vào 1000ml cồn pha loãng, siêu âm 45 phút ở 60°C, lọc dịch chiết bằng bình lọc chân không, sau đó cô quay chân không để thu được dịch chiết.

2.3. Phương pháp đánh giá ăn mòn

- **Đánh giá mức độ ăn mòn qua Tổng trở Điện hóa (EIS) và Đường cong phân cực:** Xác định mật độ dòng ăn mòn (J), thế ăn mòn (E), và tốc độ ăn mòn, sử dụng hệ thống 3 điện cực (làm việc, so sánh Ag/AgCl, phụ trợ Pt) trong dung dịch 3,5% NaCl mô phỏng nước biển.
- **Phương pháp đánh giá bề mặt (SEM, EDX):** Phân tích cấu trúc vi mô và xác định thành phần hóa học bề mặt mẫu thép trước và sau ăn mòn.
- **Đánh giá độ bền ăn mòn sương muối:** Sử dụng chu kỳ phơi huỳnh quang UV/ngưng tụ kết hợp với chu kỳ phun muối mù/khô (tiêu chuẩn B117 – 97) để gia tốc quá trình ăn mòn.
- **Phương pháp ngâm nước biển nhân tạo:** Ngâm mẫu thép được phủ sơn có rạch chữ X trên bề mặt (mô phỏng trầy xước) vào dung dịch muối 5% để đánh giá khả năng ức chế ăn mòn cục bộ.

2.4. Nghiên cứu chế tạo sơn ức chế ăn mòn

Mẫu sơn thử nghiệm được chế tạo dựa trên công thức sơn tàu biển thương mại (Mẫu M0).

- **Thay thế: 13,7%** khối lượng **nhũ nhôm** và **đỏ 130B** (là các chất bảo vệ ăn mòn trong sơn thương mại) bằng hoạt chất dịch chiết lá vôi và dung môi MEK.
- **Các mẫu thử nghiệm:** Gồm 5 mẫu (M1 đến M5) với tỷ lệ dịch chiết lá vôi thay đổi từ **2%, 4%, 6%, 8%** và **10%**.

Bảng 2.2. Tỷ lệ dịch chiết và dung môi thay thế chất ức chế ăn mòn trong mẫu sơn đối chứng của từng mẫu thí nghiệm

Mẫu	MEK (g)	Hoạt chất (g)	Tỷ lệ hoạt chất
M1	10,96	2,74	2%
M2	8,22	5,48	4%
M3	5,48	8,22	6%
M4	2,74	10,96	8%
M5	0	13,7	10%

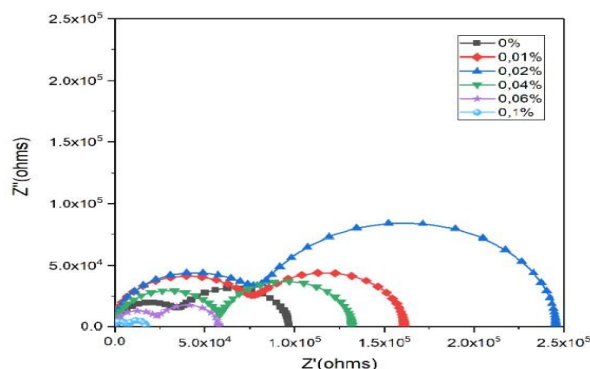
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả tổng trở điện hóa (EIS) và đường cong phân cực

- **Nồng độ tối ưu:** Việc bổ sung dịch chiết lá vối từ **0,01% đến 0,04%** làm giảm mật độ dòng ăn mòn, tốc độ ăn mòn và tăng điện thế ăn mòn.
- **Hiệu quả cao nhất:** Ở nồng độ **0,02%** dịch chiết trong nước biển mô phỏng, tốc độ ăn mòn giảm xuống **0,078 mm/năm** so với **0,113 mm/năm** khi không có dịch chiết.
- **Nồng độ cao:** Khi nồng độ dịch chiết cao (từ 0,06% đến 0,2%), khả năng ăn mòn lại tăng lên. Điều này được giải thích là do dịch chiết lá vối có tính axit (pH = 4,5), khi nồng độ cao sẽ làm tăng khả năng bị ăn mòn của cốt thép.

Bảng 3.1. Thông số ăn mòn của cốt thép trong dung dịch 5% NaCl có chứa nồng độ dịch chiết lá vối khác nhau

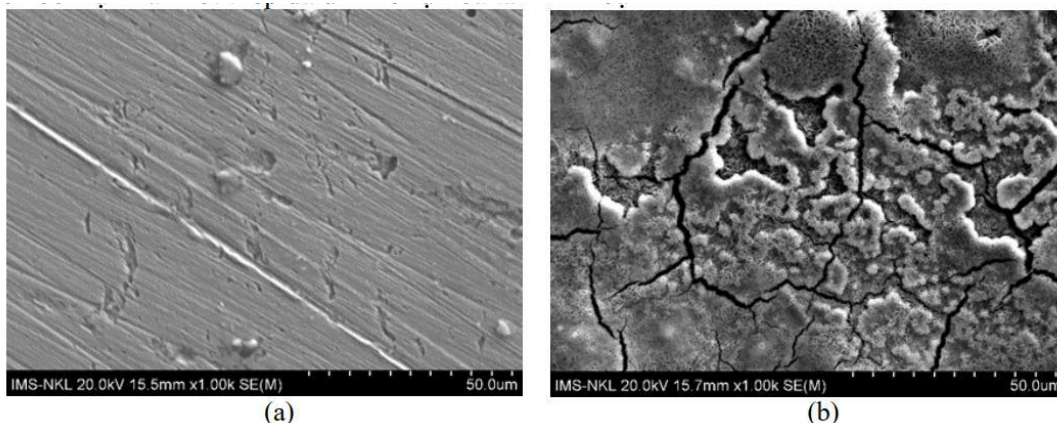
Nồng độ (%)	E(V)	J (A/cm ²)	Tốc độ ăn mòn (mm/năm)
0%	-0,655	9,72.10 ⁻⁶	0,113
0,01	-0,646	7,86.10 ⁻⁶	0,110
0,02	-0,629	6,65.10 ⁻⁶	0,077
0,04	-0,638	7,60.10 ⁻⁶	0,092
0,06	-0,666	9,94.10 ⁻⁶	0,118
0,1	-0,672	1,02.10 ⁻⁶	0,124
0,2	-0,689	1,09.10 ⁻⁶	0,130



Hình 3.1. Phổ EIS của mẫu cốt thép được phủ một lớp vecni chứa nồng độ dịch chiết lá vối khác nhau trong dung dịch 3,5% NaCl

3.2. Kết quả hình thái và thành phần hóa học của bề mặt (SEM và EDX)

- **Ảnh SEM:** Mẫu cốt thép không có dịch chiết có bề mặt tương đối nhẵn, trong khi mẫu có **0,02% dịch chiết** lá vôi được phủ một **lớp màng hấp phụ mỏng tương đối kín**.



Hình 3.4. Ảnh SEM của mẫu cốt thép trong: (a) 3,5% NaCl; (b) 3,5% NaCl với 0,02% dịch chiết lá vôi

- **Phổ EDX:** Tín hiệu **Oxy** được tăng cường đáng kể (từ 16,27% lên **66,17%**) khi thêm dịch chiết lá vôi 0,02% vào dung dịch. Điều này chứng tỏ sự hình thành lớp màng hấp phụ có bản chất bảo vệ trên bề mặt thép, phù hợp với kết quả điện hóa.

3.3. Kết quả đánh giá độ bền ăn mòn sương muối

Kết quả thử nghiệm sau **1500 giờ** (tương đương với hơn **5 năm** trong môi trường nước biển thực tế) cho thấy:

- Mẫu đối chứng **M0** và mẫu **M1** (2% dịch chiết) bong tróc nhiều.
- Các mẫu **M3** (6% dịch chiết), **M4** (8% dịch chiết) và **M5** (10% dịch chiết) ít bong tróc hơn đáng kể so với mẫu **M0**.
- Kết quả này chỉ ra tuổi thọ của màng sơn chứa **6% dịch chiết lá vôi** đạt **trên 5 năm**, cao hơn nhiều so với 2 năm của mẫu đối chứng **M0**.

3.4. Kết quả phương pháp ngâm nước biển nhân tạo

Phương pháp này đánh giá khả năng ức chế ăn mòn khi màng sơn bị trầy xước (rạch chữ X):

- **Mẫu M0** (đối chứng) xuất hiện ăn mòn ở ngày thứ 3 và bị ăn mòn hoàn toàn sau 14 ngày.

- **Mẫu M3 (6% dịch chiết)** có dấu hiệu ăn mòn ở ngày thứ 14 và bị ăn mòn khoảng 90% sau 26 ngày.
- **Kết luận:** Mẫu sơn chứa dịch chiết lá vôi có hiệu quả ức chế ăn mòn bề mặt thép hở tốt hơn. Đặc biệt, **mẫu sơn M3 với hàm lượng dịch chiết 6%** cho kết quả ức chế ăn mòn bề mặt thép tốt nhất, chứng minh vai trò quan trọng của dịch chiết lá vôi trong việc bảo vệ ăn mòn khi có hiện tượng trầy xước màng sơn trên tàu biển.

KẾT LUẬN

Từ kết quả thực nghiệm, đề tài đã rút ra các kết luận quan trọng sau:

1. Đã nghiên cứu thành công hiệu quả ức chế ăn mòn của dịch chiết lá vối trong môi trường nước biển nhân tạo bằng các phương pháp điện hóa (EIS, đường cong phân cực) và phân tích bề mặt (SEM, EDX). Dịch chiết lá vối là một chất ức chế ăn mòn hiệu quả cho cốt thép bê tông do nước biển gây ra.
2. Đã chế tạo được các mẫu sơn thử nghiệm thay thế chất bảo vệ ăn mòn thương mại bằng dịch chiết lá vối.
3. Mẫu sơn thử nghiệm chứa **6% dịch chiết lá vối (M3)** cho hiệu quả ức chế ăn mòn và bảo vệ bề mặt tốt nhất.
4. Kết quả thử nghiệm gia tốc (sương muối) cho thấy tuổi thọ của màng sơn với **6% dịch chiết lá vối đạt trên 5 năm**, cao hơn nhiều so với 2 năm của mẫu đối chứng (M0).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Hoàng Tùng, Nguyễn Thị Thu Hương (2022), *Nghiên cứu ảnh hưởng của dịch chiết cây lá vối và đánh giá khả năng ức chế ăn mòn thép trong môi trường nước biển*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, Số 71(8-2022).
2. Raja P.B. & Sethuraman M.G. (2008), *Natural products as corrosion inhibitors for metals in corrosive media – A review*, Materials Letters, Vol.62(1), pp.113–116.
3. Nguyễn Thị Ngọc Linh, Lê Tự Hải (2012), *Nghiên cứu tính chất ức chế ăn mòn kim loại của dịch chiết và tinh dầu vỏ bưởi*, ĐH Đà Nẵng.
4. Okeniyi J.O. et al. (2014), *Effect of potassium-chromate and sodium-nitrite on concrete steel-rebar degradation*, Construction and Building Materials, Vol.50, pp.448–456.
5. Hưng V.Q. (2020), *Nghiên cứu nguyên nhân hư hỏng của các cấu kiện bê tông cốt thép trong môi trường biển*, Tạp chí KHCN Xây dựng.