

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG KHOÁNG MICA ĐỂ TĂNG CƯỜNG KHẢ NĂNG BẢO VỆ CHO HỆ SƠN MEN EPOXY-PEK THAN ĐÁ

PGS.TS NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY, KS ĐÀO MINH TUỆ, ThS ĐỖ VĂN TÀI

Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải

PGS.TS NGÔ KẾ THỂ

Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

STUDY ON APPLICATION MICA MINERAL FOR IMPROVING PROTECTION ABILITY OF COAL TAR-EPOXY ENAMEL

Summary

Coal tar modified epoxy enamel possesses advantages including water and chemical resistance. It is suitable for a long time anticorrosion protection of steel and steel-reinforced concrete construction working in high humidity, waterline, sewage and underground conditions. However, this enamel owns disadvantages such as foam forming during application caused by some organic substances in coal tar or sometimes coal tar crystallization occurring on enamel surface. Thus, for improving protection ability of this enamel, the active mica has been used. The result show that by using 10% wt of 3-aminopropyltrimetoxysilan modified mica and additive M1, the quality of coal tar modified epoxy enamel has been improve significantly that meet the requirements of TCVN 8789-2011.

I. Mở đầu

Sơn men epoxy-pek được chế tạo dựa trên chất tạo màng epoxy kết hợp với pek (nhựa than đá). Pek là loại nhựa lỏng hữu cơ, bao gồm các hợp chất đa vòng thơm, là sản phẩm lỏng thu được từ quá trình luyện cốc, với tính chất nổi bật là có tính thấm nước rất thấp. Dầu nhựa than đá được gia cường với chất độn trơ để chế tạo sơn men nhựa than đá 100% rắn, sử dụng bảo vệ cho đường ống, các kết cấu thép khác nhau và kết cấu bê tông với khả năng bảo vệ cao. Nó cũng được sử dụng như một lớp lót bên trong cho đường ống nước với tuổi thọ 50 năm hoặc hơn nữa. Trong tất cả các loại sơn, sơn men nhựa than đá là giải pháp số 1 đối với vấn đề chống ăn mòn cho đường ống và kết cấu thép dưới lòng đất bởi có độ bám dính tốt. Độ bền hóa nói chung của sơn men nhựa than đá được cải thiện bởi độ dày của sơn men và bởi độ bền nước tuyệt vời cũng như bền với hầu hết các hóa chất mà nó có thể tiếp xúc [1, 2, 3, 4].

Vì vậy, sơn men epoxy-pek có tất cả các ưu điểm của sơn men nhựa than đá và sơn epoxy, đặc biệt khả năng chống thấm tốt do tính chất cách nước của pek. Sơn epoxy-pek thường được áp dụng tại những nơi có độ ẩm cao hay ngập trong nước, dầu mỡ như: bảo vệ các kết cấu thép khu vực ẩm cao, đặc biệt khu vực mớn nước của các cọc thép, cọc ván thép khu vực biển; các kết cấu thép gầm đầu máy, toa xe; đường ống dẫn dầu, nước, trong đất và trong nước biển [5]...

Hiện nay, hệ sơn epoxy-pek còn một số hạn chế như: dễ tạo bọt trong quá trình thi công do tác dụng của các hợp chất hữu cơ có trong thành phần pek, đôi khi pek xảy ra hiện tượng kết tinh tạo sạn trên bề mặt màng sơn. Do vậy, để nâng cao khả năng bảo vệ của màng sơn, ngoài việc nghiên cứu sử dụng các phụ gia lưu biến, phụ gia chống tạo bọt cho sơn cũng như nghiên cứu sử dụng chất ức chế phù hợp... cần nghiên cứu ứng dụng khoáng mica hoạt tính cho sơn epoxy-pek nhằm nâng cao khả năng che chắn, chống thấm nước của màng sơn [6, 7, 8].

II. Kết quả nghiên cứu

1. Chế tạo sơn trên cơ sở nhựa epoxy-pek than đá

Chất tạo màng được chế tạo từ nhựa epoxy Epicot 1001 và nhựa pek có nguồn gốc từ Thái Nguyên, sản phẩm phụ trong quá trình luyện cốc. Nhựa than đá được đun nóng đến trên 200°C để

đuổi hết các thành phần nhẹ.

Việc chế tạo sơn được tiến hành như sau:

- Hòa tan từng phần riêng biệt nhựa pek và epoxy, phối trộn với nhau và bổ sung dung môi để có dung dịch 70%.

- Trộn bột khoáng mica với một phần dung dịch chất tạo màng trên máy nghiền bi hành tinh.

- Trộn đều, bổ sung các thành phần và dung môi để được 6 tổ hợp sơn có ký hiệu EP, EPS 1, EPS 2, EPS 3, EPS 4 và EPS 5 với hàm lượng mica được xử lý bề mặt bằng 3-aminopropyltrimetoxysilan) khác nhau (0, 2,5, 5, 10, 15, 20 PKL tương ứng).

Thành phần của các loại sơn nghiên cứu được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1: thành phần sơn nghiên cứu

Thành phần	Hàm lượng (PKL)					
	EP	EPS 1	EPS 2	EPS 3	EPS 4	EPS 5
Chất tạo màng	82,15	80,1	78	74	67,8	65,7
Mica	0	2,5	5	10	15	20
Hóa dẻo	1,6	1,57	1,53	1,45	1,37	1,29
Đóng rắn	17,85	17,4	17	16	15,2	14,3
Dung môi	67	67	67	67	67	67
Hàm lượng chất không bay hơi (%)	60	60	60	60	60	60

2. Khảo sát tính chất của sơn

Tính chất của các mẫu sơn được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2: tính chất của sơn epoxy-pek

Mẫu sơn	Độ mịn (μm)	Thời gian khô		Chiều dày màng sơn (μm)
		Không bắt bụi (giờ)	Khô hoàn toàn (giờ)	
EP	10	6	25	72,2
EPS 1	40	5	24	62,4
EPS 2	50	5	20	54,4
EPS 3	50	5	20	46
EPS 4	50	4	18	53,4
EPS 5	50	4	17	55,2

Từ bảng 2 nhận thấy, khi có mặt của mica thời gian khô của màng sơn được giảm đi, nhất là khô không bắt bụi. Điều này được giải thích là do sự thoát dung môi thuận lợi hơn khi có mica trong tổ hợp sơn. Độ mịn của các mẫu sơn có chứa mica không được thấp, phần lớn vào khoảng 50 μm. Đã kiểm tra lại kích thước và phân bố của hạt mica và thấy rằng, mica có kích thước hạt trung bình nhỏ (16,1 μm) nhưng độ phân bố rộng, lên tới gần 200 μm. Độ phân bố hạt rộng đã làm ảnh hưởng tới độ

mịn của sơn. Để đảm bảo sơn có chất lượng tốt, mica cần được tuyển tốt hơn.

3. Khảo sát tính chất cơ lý của màng sơn epoxy-pek

Tính chất cơ lý của màng sơn epoxy-pek được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3: tính chất cơ lý màng sơn

Mẫu sơn	Độ bám dính (Điểm)	Độ bền uốn (mm)	Độ bền va đập (kg.cm)	Độ cứng	
				Sau 1 tuần	Đóng rắn hoàn toàn
EP	1	1	50	0,25	0,50
EPS 1	1	1	50	0,29	0,52
EPS 2	1	1	50	0,41	0,56
EPS 3	1	1	50	0,46	0,57
EPS 4	1	1	45	0,35	0,51
EPS 5	1	1	47	0,36	0,42

Từ bảng 3 nhận thấy, khi có mặt của mica các tính chất cơ lý của màng sơn hầu như không thay đổi và đạt ở các mức cao theo tiêu chuẩn như độ bám dính và độ bền uốn, đảm bảo cho màng sơn sử dụng tốt. Độ bền va đập có bị suy giảm khi tăng hàm lượng mica tới 20%. Tuy nhiên, với giá trị 47 kg.cm, màng sơn vẫn đảm bảo tiêu chuẩn cho phép.

Độ cứng màng sơn tăng đáng kể khi được bổ sung mica. Sau 1 tuần các giá trị này đã lớn hơn 30% giá trị cho phép theo tiêu chuẩn, khi màng sơn đóng rắn hoàn toàn các giá trị này tăng lên nhiều. Bảng 3 cho thấy, khi hàm lượng mica tăng thì độ cứng tăng ở các mẫu EPS 1 đến EPS 3. Tuy nhiên, ở các mẫu có chứa 15 và 20% mica độ cứng lại bị suy giảm. Điều này có thể do ảnh hưởng của hạt mica ở phân đoạn có kích thước lớn. Mica đã làm tăng độ cứng của màng sơn, giúp cho độ bền của sơn tăng lên, nhất là khi sử dụng ở những nơi có tác động của cơ học, hay bị tác động của gió và cát bụi.

4. Khảo sát độ bền hóa của màng sơn

Để khảo sát độ bền trong môi trường hóa chất của màng sơn, đã tiến hành ngâm mẫu trong các dung dịch muối NaCl, axit HCl và dung dịch NaOH. Kết quả được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4: độ bền hóa của màng sơn

Mẫu sơn	Độ chịu mặn		Độ chịu axit		Độ chịu kiềm	
	Sau 48 h	60 ngày	Sau 48 h	60 ngày	Sau 48 h	60 ngày
EP	0	0	0	+	0	+
EPS 1	0	0	0	0	0	+
EPS 2	0	0	0	0	0	+
EPS 3	0	0	0	0	0	0
EPS 4	0	0	0	0	0	0
EPS 5	0	0	0	0	0	0

Từ bảng 4 thấy, sau 48 giờ ngâm mẫu màng sơn của tất cả các loại sơn chưa thấy có dấu hiệu hư hỏng. Sau 60 ngày thử nghiệm, màng sơn EP không chứa mica có bị suy giảm chút ít trong dung dịch axit và kiềm, cũng như màng sơn EPS 1 và EPS 2 trong dung dịch kiềm. Tuy nhiên, sự suy giảm này là không đáng kể. Mica đã thể hiện khả năng tăng cường độ bền hóa chất của sơn.

5. Xác định khả năng bảo vệ màng sơn bằng thử nghiệm mù muối

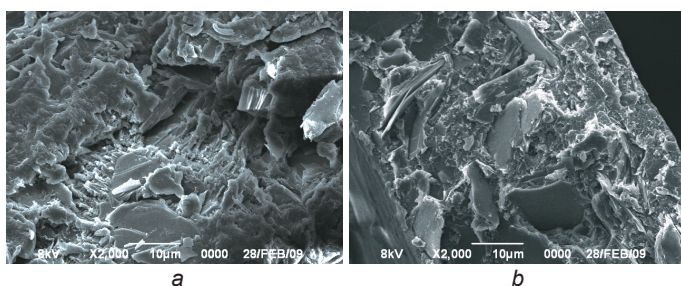
Bảng 5 cho thấy kết quả thử nghiệm mù muối của các mẫu sơn không có mica EP và 3 mẫu sơn có chứa mica EPS 3, EPS 4, EPS 5. Ở vị trí không bị phá hủy, màng sơn không xuất hiện vết gỉ. Tại các vết rạch, màng sơn có chứa mica ít bị gỉ hơn.

Bảng 5: kết quả thử nghiệm mù muối sau 480 giờ

Gỉ tại vùng không rạch	Diện tích gỉ, %	EP	EPS 3	EPS 4	EPS 5
	Đánh giá, điểm	0	0	0	0
Gỉ tại vết rạch	Bề rộng vết gỉ, mm	0,8	0,5	0,5	0,5
	Đánh giá, điểm	8	9	9	9

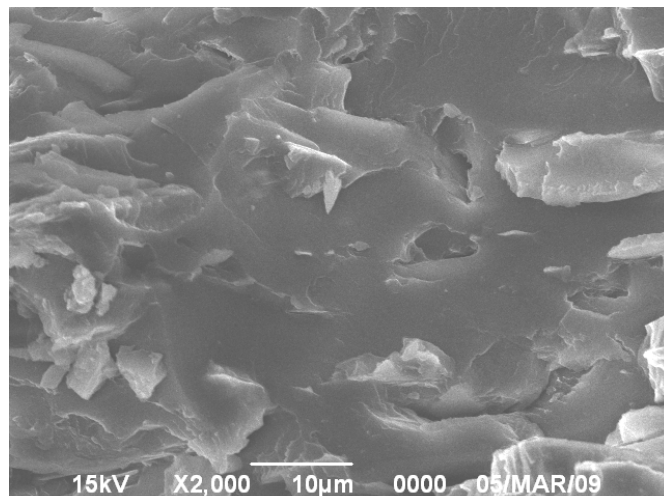
6. Khảo sát cấu trúc hình thái màng sơn

Cấu trúc hình thái của màng sơn thể hiện mức độ tương tác pha giữa chất kết dính và mica. Hình 1 và 2 thể hiện ảnh SEM của mặt gãy mẫu sơn có chứa mica chưa biến tính bề mặt và đã biến tính bề mặt tương ứng.



Hình 1: ảnh SEM mẫu sơn có sericit chưa biến tính bề mặt
a: 10% sericit; b: 20% sericit

Hình 1 cho thấy, tương tác giữa chất kết dính bám không được tốt trên bề mặt mica, trên bề mặt các mảnh mica ít thấy có nhựa còn lại. Ngược lại, trên hình 2, tương tác giữa các pha được cải thiện đáng kể, nhựa epoxy đã kết dính tốt với các mảnh mica biến tính bề mặt. Điều này đồng nghĩa với việc gia



Hình 2: ảnh SEM mẫu sơn có 20% sericit đã biến tính bề mặt

tăng tính chất bảo vệ và cơ lý của màng sơn.

7. Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia đến độ bóng của màng sơn men epoxy-pek

Để khảo sát ảnh hưởng của phụ gia đến tính chất của sơn, đã tiến hành chế tạo sơn với các loại phụ gia chống tạo bọt E1, phụ gia làm phẳng F1 và phụ gia lưu biến M1. Kết quả đo độ bóng của các mẫu sơn được trình bày ở bảng 6.

Bảng 6: độ bóng màng sơn

Mẫu sơn	Độ bóng, %
Epoxy-pek-E ₁	72
Epoxy-pek -F ₁	76
Epoxy-pek -M ₁	88
Sơn Epoxy-pek bình thường	60

Từ bảng 6 nhận thấy, độ bóng của màng sơn epoxy-pek tăng lên khi cho thêm các chất phụ gia. Cụ thể: màng sơn bình thường bóng (60%), khi cho thêm chất phụ gia khử bọt E1 và chất phụ gia làm phẳng F1 thì màng sơn có độ bóng cao (72 và 76%); đặc biệt, khi cho phụ gia lưu biến M1, màng sơn rất bóng (88%).

Tính chất cơ lý của sơn nghiên cứu được đánh giá theo TCVN 8789-2011 “Sơn bảo vệ kết cấu thép - yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử” được đưa ra dưới đây [10]:

TT	Tính chất màng sơn	Đơn vị	TCVN	Đã đạt
1	Thời gian khô + Khô không bắt bụi + Khô hoàn toàn	h h	≤ 6 ≤ 24	4 17
2	Độ mịn	μm	≤ 30	25
3	Độ bám dính	Điểm	1	1
4	Độ bền uốn	mm	≤ 2	1
5	Độ bền va đập	kg.cm	≥ 45	50
6	Độ cứng màng sơn		≥ 0.36	0,57
7	Độ bóng màng sơn	%	-	88
8	Độ chịu mặn	48h	Màng sơn không biến đổi	Màng sơn không biến đổi
9	Độ chịu axit	48h	Màng sơn không biến đổi	Màng sơn không biến đổi
10	Độ bền kiềm	48h	Màng sơn không biến đổi	Màng sơn không biến đổi

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành sơn bảo vệ kết cấu thép sàn toa xe hàng bằng sơn men epoxy-pek than đá. Kết quả nghiệm thu theo TCVN 8790 “Sơn bảo vệ kết cấu thép - quy trình thi công và nghiệm thu” là đạt yêu cầu [9]. Cụ thể:

- Màng sơn đen, bóng, đồng đều, không có bọt...
- Tổng chiều dày màng sơn: > 200 μm (theo ISO 2808).



Sản phẩm được thử nghiệm sơn bảo vệ gầm toa xe khách

- Độ bám dính: điểm 1 (theo TCVN 2097-1993).

III. Kết luận

Mica được biến tính bề mặt bằng 3-APTMS tương tác tốt hơn với chất tạo màng của hệ sơn epoxy-pek, giúp cho màng sơn có các tính năng bảo vệ tốt hơn, đặc biệt là khả năng che chắn.

1. Mica đã gia tăng độ cứng cho màng sơn, giúp màng sơn khô nhanh hơn, bền hóa, bền môi trường hơn và ít làm ảnh hưởng tới các tính chất cơ lý khác của màng sơn.

2. 10% khoáng mica đã cải thiện hệ sơn epoxy-pek, một loại sơn truyền thống bảo vệ chống ăn mòn tại các khu vực ẩm. Bột độn khoáng mica sau khi biến tính bề mặt tương hợp tốt với chất tạo màng và tăng cường cả tính chất cơ lý lẫn khả năng chống ăn mòn cho màng sơn.

3. Màng sơn nghiên cứu có các tính chất đạt TCVN-8789 và đã sơn thử bảo vệ gầm bộ toa xe hàng đóng mới của Tổng công ty Đường sắt Việt Nam tháng 8.2011 với tuổi thọ thiết kế trên 10 năm ■

Tài liệu tham khảo

- [1] Products Finishing, 41(6A):4-54, March 1977.
- [2] Demand of Enamels in the international markets.
- [3] Mötthias Horber, Enamel Coating, ITW Gema AG, Mövenstrasse 17 CH-9015 St.Gallen Switzerland.
- [4] NIIR Board of Consultants and Engineers, Paints, Pigments, Varnishes and Enamels Technology Handbook, Tue, 15 Jun 2010.
- [5] Standard Specifications, Field Painting and Coating, 2009.
- [6] Construction & Industrial, Corrosion protection of steel bridges, 2005.
- [7] US 4283320, Semi - Gloss Latex Paint, 1981.
- [8] Nguyễn Thị Bích Thủy, Đào Minh Tuệ và cộng sự (2002), đề tài nhánh “Nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ cải tiến và chế tạo mới một số vật liệu bảo quản - sơn chống gỉ hệ cao su clo hoá, epoxy-pek và epoxylacol-polyurethan” thuộc đề tài cấp nhà nước KC.02.11: “Nghiên cứu thử nghiệm khí hậu một số vật liệu nhằm xây dựng công nghệ bảo quản máy móc, tổng thành chống ăn mòn khí quyển”.
- [9] TCVN 8790:2011 “Sơn bảo vệ kết cấu thép - quy trình thi công và nghiệm thu”.
- [10] TCVN 8789:2011 “Sơn bảo vệ kết cấu thép - yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử”.