Tạp chí Hóa học, T. 48 (3), Tr. 382 - 387, 2010

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC LOẠI PHỤ GIA ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA SƠN LÓT EPOXY BẢO VỆ KẾT CẤU THÉP TRONG GIAO THÔNG VẬN TẢI

Đến Tòa soạn 20-01-2010

NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY

Viện Chuyên ngành Vật liệu Xây dựng và Bảo vệ Công trình, Viện KH&CN Giao thông Vận tải

ABSTRACT

This paper presents the result of research on the influence of resins, the additives and plasticizers on the properties of epoxy primers. The result showed that the additive plasticizer named 02 has a good score for the long-term plasticity. The best coating was achieved with the presence of 5% active plasticizer name 02 and 0.5% silicafume rheology additive.

I - MỞ ĐẦU

Ở Việt Nam nhu cầu về các loại sơn bảo vệ cho các công trình và phương tiện giao thông vận tải (GTVT) với chất lượng cao nhằm nâng cao tuổi thọ công trình là rất lớn. Cho đến nay, các hệ sơn epoxy, caosu clo hoá, acrylic, phenolfocmandehyt, polyuretan... trong dung môi hữu cơ đã được nghiên cứu chế tạo và ứng dụng để bảo vệ kết cấu thép nói chung và các công trình cầu thép nói riêng [1]. Song song với việc nghiên cứu phát triển và ứng dụng các hệ sơn mới, để đáp ứng xu thế hội nhập, nâng cao chất lượng, tăng hiệu quả kinh tế, giữ vững và phát triển thương hiệu các hệ sơn truyền thống do Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải chế tạo thì việc nghiên cứu lựa chọn chất tạo màng và các loại phụ gia sẵn có trên thị trường để hoàn thiện công nghệ sản xuất sơn bảo vệ kết cấu thép có chất lượng cao là hướng đi quan trọng và rất cần thiết [2 - 5].

II - THỰC NGHIỆM VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Nguyên liệu

Chất tạo màng epoxy: Epon 01, Epon 02, Epotec 01, Epotec 02 của hãng Hexion - Mỹ; DOW 671- Mỹ.

Chất đóng rắn: Epikure Epotec, Epikure Epon của hãng Hexion - Mỹ; Versamid Cognis.

Các bột màu, chất độn và các phụ gia sử dụng để chế tạo sơn gồm:

*Bột màu: Oxit sắt; Cromat kẽm, phốt phát kẽm có nguồn gốc Trung Quốc.

*Chất độn: $Ba(SO_4)_2$; Bột Talc; $CaCO_3$ của Trung Quốc.

*Các phụ gia

- Phụ gia lưu biến: Benton, Disparlon, Silicafume - có nguồn gốc từ Mỹ.

- Phụ gia hoá dẻo:

a. Phụ gia hóa dẻo Epotec RD-108(hoạt tính 01): Loại: C12 - C14 glyxidyl ete do hãng Thai Organic Chemicals, Thái Lan sản xuất; có hàm lượng chất hoạt động 100%, sử dụng cho sơn epoxy.

b. Phụ gia hóa dẻo Epotec RD-119 (hoạt tính 02): Loại: Polypropilen glycol diglyxidyl ete do hãng Organic Chemicals, Thái Lan sản

xuất; có hàm lượng chất hoạt động 100%, sử dụng cho sơn epoxy.

2. Các phương pháp nghiên cứu

- Xác định hàm lượng chất không bay hơi theo TCVN 2093 — 1993,

- Xác định độ phủ của sơn theo TCVN 2095 — 1993,

- Xác định độ mịn của sơn theo TCVN 2091 — 1993,

- Xác định thời gian khô của sơn theo TCVN 2096 — 1993,

- Xác định độ bóng của màng sơn theo TCVN 2101 — 1993,

- Xác định độ bền va đập của màng sơn theo TCVN 2100 — 1993,

- Xác định độ bền uốn của màng sơn theo TCVN 2099 — 1993,

- Xác định độ cứng của màng sơn theo TCVN 2098 — 1993,

- Xác định độ bền nước của màng sơn trên nền bê tông theo TCVN 6934 — 2001,

- Xác định độ bền kiềm của màng sơn trên nền bê tông theo TCVN 6934 — 2001,

- Xác định độ chịu mặn của màng sơn theo 22 TCN 235 — 97,

- Xác định độ rửa trôi của màng sơn trên nền bê tông theo TCVN 6934 — 2001,

- Phương pháp đo thế mạch hở.

III - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Nghiên cứu ảnh hưởng của các loại chất tạo màng đến tính chất của sơn epoxy

Trên cơ sở các chất tạo màng epoxy và các chất đóng rắn sẵn có trên thị trường, đề tài đã nghiên cứu sơ bộ và đã thiết lập được công thức chế tạo các mẫu sơn để tiến hành nghiên cứu (các nguyên liệu được lấy theo tỷ lệ %). Thành phần các mẫu sơn và các tính chất vật lý được đưa ra trong bảng 1.

Bảng 1: Thành phần và tính chất vật lý của các mẫu sơn epoxy

Thành phần	E1-1	E1-2	E1-3	E2-1	E2-2	E2-3	E3-2	E3-2	E3-3
Epon 01	27	30	35						
Epotec 02				27	30	35			
Dow 671							27	30	35
Versamid Cognis	13			13			27	30	35
Epikure Epon		10			10			10	
Epotec TH 7203			5			5			5
Hệ bột màu*	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Phụ gia	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Dung môi	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Tổng	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Tính chất vật lý của các mẫu sơn									
Thời gian nghiền, h	3	3	3	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5
Độ mịn, µm	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Độ nhớt, giây	34	34	34	38	38	38	37	37	37
Tỉ trọng	1,32	1,32	1,32	1,31	1,31	1,31	1,32	1,31	1,31

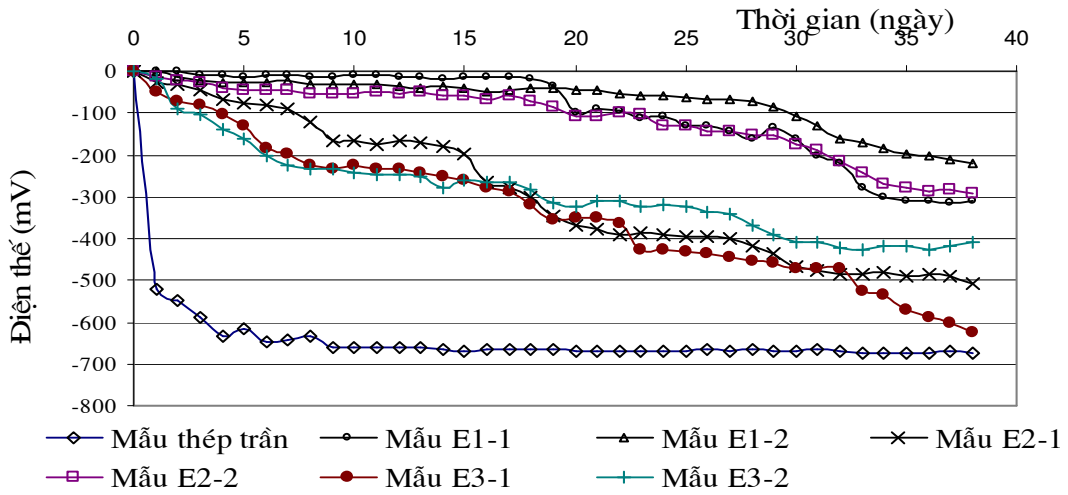
* Theo kết quả nghiên cứu [6].

Qua bảng số liệu có thể thấy rằng, các mẫu sơn nghiền từ nhựa Epon 01 có khả năng phân tán bột màu tốt hơn so với hai nhựa còn lại. Các mẫu sơn tiếp tục được pha đóng rắn theo tỉ lệ như trong bảng 1 và được sơn một lớp lên bề mặt mẫu thép với chiều dày 50 µm. Kết quả thử nghiệm các tính chất cơ học của các mẫu sơn được đưa ra trong bảng 2.

Bảng 2: Tính chất cơ học của các mẫu sơn epoxy

Tính chất	E1-1	E1-2	E1-3	E2-1	E2-2	E2-3	E3-2	E3-2	E3-3
Thời gian khô, giờ Không bám bụi Khô hoàn toàn	 5 18	 5 20	 2 12	 5 18	 5 20	 2 12	 5 18	 5 20	 2 12
Độ bám dính, điểm	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Độ bền uốn, mm	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Độ bền va đập, kG.cm	50	50	24	50	50	20	50	50	20
Độ cứng tương đối	0,32	0,35	0,41	0,30	0,31	0,37	0,27	0,30	0,40
Độ chịu mặn	48 giờ màng sơn không bong rộp								
Độ chịu axit	48 giờ màng sơn không bong rộp								
Độ bền kiềm	48 giờ màng sơn không bong rộp								

Để lựa chọn loại chất tạo màng tốt nhất cho chế tạo sơn epoxy, đề tài đã tiến hành khảo sát khả năng bảo vệ của các mẫu E1-1, E1-2, E2-1, E2-2, E3-1, E3-2 bằng phương pháp đo thế theo thời gian. Kết quả đo thế theo thời gian của các mẫu sơn được đưa ra trên hình 1.



Hình 1: Đồ thị Điện thế - Thời gian của các mẫu sơn lót epoxy

Qua đồ thị điện thế theo thời gian của các mẫu sơn, có thể thấy rằng mẫu E1-2 có thế ăn mòn giảm ít nhất. Sau 40 ngày ngâm mẫu thế ăn mòn của các mẫu E1-1, E1-2, E2-2 vẫn nằm trong vùng chưa bị ăn mòn, các mẫu sơn này vẫn có khả năng bảo vệ đối với nền thép. Các mẫu còn lại đều đã bắt đầu bị ăn mòn. Do đó, nhận thấy rằng chất tạo màng Epon 01 và chất đóng rắn Epikure Epon có khả năng chống ăn mòn tốt nhất trong các vật liệu đã nghiên cứu.

Như vậy, qua quá trình khảo sát, đề tài đã lựa chọn được chất tạo màng thích hợp cho việc chế tạo sơn epoxy để bảo vệ cho các kết cấu thép là nhựa Epon 01 và chất đóng rắn Epikure Epon.

2. Nghiên cứu ảnh hưởng của chất hoá dẻo đến tính chất của sơn epoxy

Sau khi đã lựa chọn được chất tạo màng thích hợp, đề tài tiếp tục tiến hành nghiên cứu

lựa chọn phụ gia hoá dẻo để cải thiện tính chất của sơn epoxy đã chế tạo. Các mẫu sơn được bổ sung các chất hoá dẻo với hàm lượng thay đổi từ 3-5%. Thành phần của sơn epoxy với các chất hóa dẻo và tính chất vật lý được đưa ra trong bảng 3.

Bảng 3: Thành phần của sơn epoxy với các chất hoá dẻo và tính chất vật lý

Thành phần	P-0	P-21	P-22	P-31	P-32
Epon 01	30	30	30	30	30
Epikure epon	10	10	10	10	10
Bột màu	37	37	37	37	37
Phụ gia	3	3	3	3	3
Dung môi	20	17	15	17	15
Phụ gia hóa dẻo hoạt tính 01		3	5		
Phụ gia hóa dẻo hoạt tính 02				3	5
Tổng	100	100	100	100	100
Tính chất vật lý của các mẫu sơn					
Thời gian nghiền, h	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Độ mịn, μm	30	30	30	30	30
Độ nhớt, giây	34	38	40	39	40
Tỉ trọng, g/cm^3	1,31	1,32	1,32	1,32	1,32

Theo kết quả nghiên cứu đưa ra trong bảng 3, khi thêm phụ gia hoá dẻo với các hàm lượng khác nhau, thời gian nghiền và tính chất vật lý của các mẫu sơn thay đổi không đáng kể. Như vậy, phụ gia hoá dẻo không làm ảnh hưởng đến tính chất vật lý của hệ sơn epoxy.

Các mẫu sơn tiếp tục được pha đóng rắn và áp dụng lên tấm mẫu với chiều dày 50 μm để kiểm tra tính chất cơ lý. Các tính chất cơ lý của các mẫu sơn được đưa ra trong bảng 4.

Bảng 4: Tính chất cơ lý của hệ sơn epoxy với các chất hoá dẻo khác nhau

Tính chất	P-0	P-21	P-22	P-31	P-32
Thời gian khô, giờ - Không bám bụi - Khô hoàn toàn	 5 18	 5 18	 5 18	 5 18	 5 18
Độ bám dính, điểm	1	1	1	1	1
Độ bền uốn, mm	5	1	1	1	1
Độ bền va đập, kg.cm	25	45	50	45	50
Độ cứng tương đối	0,42	0,39	0,35	0,40	0,37
Độ chịu mặn	48 giờ màng sơn không bong rộp				
Độ chịu axit	48 giờ màng sơn không bong rộp				
Độ bền kiềm	48 giờ màng sơn không bong rộp				

Qua các kết quả nghiên cứu có thể thấy rằng phụ gia hoá dẻo có ảnh hưởng lớn đến tính chất cơ lý của màng sơn đặc biệt là độ bền va đập và độ cứng tương đối. Mẫu so sánh có độ bền uốn và độ bền va đập đều không đáp ứng được tiêu chuẩn 22TCN 235-97. Khi thêm phụ gia hoá dẻo, độ bền uốn được cải thiện rõ rệt, các mẫu có phụ gia hoá dẻo đều có độ bền uốn là 1 mm. Độ bền va đập của các mẫu sơn đều tăng khi tăng hàm lượng chất hoá dẻo. Tuy nhiên, cùng với việc tăng độ bền va đập, độ cứng tương đối của các mẫu sơn đều giảm. Như vậy, qua các kết

quả thu được có thể lựa chọn được hàm lượng thích hợp đối với phụ gia hóa dẻo hoạt tính 01 và 02 là 5%.

Các màng sơn thường trở nên giòn theo thời gian sử dụng do các chất hoá dẻo bị tách khỏi màng sơn. Do đó, để lựa chọn chất hoá dẻo có hiệu quả lâu dài cho màng sơn, đã tiến hành nghiên cứu khả năng chịu nhiệt ẩm của các màng sơn với các chất hoá dẻo khác nhau. Các mẫu sơn P-22, P-32 được phơi trong tủ nhiệt ẩm với chu kì 8 giờ phun ẩm và 16 giờ chịu nhiệt. Sau 40 chu kỳ, các mẫu sơn được lấy ra để kiểm tra sự thay đổi tính chất cơ lý. Sự thay đổi các tính chất cơ lý của các mẫu sơn sau khi phơi trong tủ nhiệt ẩm được cho trong bảng 5.

Theo các số liệu trong bảng, với 2 mẫu sơn sử dụng phụ gia hóa dẻo hoạt tính 01 và 02, độ bền uốn không thay đổi, độ bền va đập thay đổi không đáng kể. Như vậy, có thể thấy rằng phụ gia hóa dẻo hoạt tính 01 và 02 có khả năng hoá dẻo lâu dài. Qua các kết quả khảo sát, đề tài đã lựa chọn được phụ gia hóa dẻo 02 thích hợp cho việc chế tạo sơn epoxy chất lượng cao để bảo vệ lâu dài cho các kết cấu thép.

Bảng 5: Tính chất cơ học của hệ sơn sau 40 chu kỳ nhiệt ẩm

Tính chất	P-22		P-32	
	Trước	Sau	Trước	Sau
Độ bền uốn, mm	1	1	1	1
Độ bền va đập, kG.cm	50	46	50	50
Độ cứng tương đối	0,35	0,39	0,37	0,38

3. Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia lưu biến đến khả năng thi công của hệ sơn epoxy

Sau khi đã nghiên cứu các thành phần ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của hệ sơn epoxy, đề tài tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia lưu biến đến các đặc tính thi công của hệ sơn. Với hệ sơn epoxy sử dụng với vai trò sơn trung gian, việc tạo ra loại sơn có khả năng thi công với độ dày cao nhằm giảm bớt chi phí thi công là rất cần thiết. Đề tài đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của 3 loại phụ gia lưu biến đến đặc tính thi công của hệ sơn. Ba loại phụ gia được sử dụng là Benton, Disparlon, Silicafume với hàm lượng theo khuyến cáo của nhà sản xuất. Công thức của các mẫu sơn được cho trong bảng 6.

Bảng 6: Công thức hệ sơn với các phụ gia lưu biến

Thành phần	RA-0	RA-1	RA-2	RA-3
Epon 01	30	30	30	30
Epikure epon	10	10	10	10
Bột màu	37	37	37	37
Phụ gia	3	3	3	3
Dung môi	20	19	15	19,5
Phụ gia Benton		1		
Phụ gia Disparlon			5	
Phụ gia Silicafume				0,5
Tổng	100	100	100	100

Các phụ gia được nghiền cùng hệ sơn, sau đó được kiểm tra tính chất vật lý và tính chất thi công bao gồm khả năng chống chảy và khả năng san phẳng bề mặt. Để kiểm tra khả năng chống chảy, đề tài đã áp dụng các hệ sơn lên bề mặt tấm mẫu với các độ dày khác nhau. Các tấm mẫu sau khi sơn được đặt dựng đứng và được xác định chiều dày bắt đầu có hiện tượng chảy

sơn. Khả năng san phẳng bề mặt của hệ sơn được xác định bằng cách áp dụng một lớp sơn dày 100 µm lên bề mặt tấm mẫu bằng chổi quét. Sau khi sơn, tấm mẫu được đặt trên mặt phẳng ngang và đánh giá bề mặt sau khi khô. Mức độ đánh giá được phân thành 4 mức như sau:

Mức 1: Màng sơn hoàn toàn bằng phẳng,

Mức 2: Màng sơn có đa số các vết chổi đã được san phẳng hoàn toàn,

Mức 3: Màng sơn có vết chổi với mật độ lớn hơn,

Mức 4: Màng sơn không san phẳng được vết chổi.

Kết quả nghiên cứu khả năng thi công của các hệ sơn được đưa ra trong bảng 7.

Bảng 7: Tính chất của hệ sơn epoxy với các phụ gia lưu biến khác nhau

Tính chất	RA-0	RA-1	RA-2	RA-3
Độ nhớt, giây	32	37	38	36
Độ chống chảy,mm	75	180	220	210
Độ san phẳng, mức	1	2	3	1

Theo các kết quả trong bảng 7, khi sử dụng phụ gia lưu biến, khả năng chống chảy của hệ sơn được cải thiện đáng kể. Chiều dày của các mẫu có sử dụng phụ gia lớn hơn rất nhiều và lên đến 180 - 220 µm. Tuy nhiên, hai phụ gia Benton và Disparlon làm giảm khả năng san phẳng của hệ sơn. Với phụ gia Silicafume, hệ sơn vừa cải thiện được khả năng chống chảy đồng thời có khả năng san phẳng tốt, cho màng sơn nhẵn phẳng và bóng đẹp. Qua các kết quả nghiên cứu, đề tài đã lựa chọn được phụ gia Silicafume sử dụng với hàm lượng thấp nhưng cho hiệu quả cao đối với việc nâng cao tính chất thi công của hệ sơn epoxy.

IV - KẾT LUẬN

1. Qua quá trình nghiên cứu ảnh hưởng của chất tạo màng và các chất phụ gia đến tính chất của hệ sơn epoxy, đề tài đã thiết lập được công thức chế tạo hệ sơn lót epoxy trên cơ sở chất tạo màng sẵn có trên thị trường (Epon 01, chất đóng rắn Epikure Epon) có tính chất cơ lý đạt tiêu chuẩn 22 TCN 235-97.

2. Đề tài đã lựa chọn được phụ gia hoá dẻo hoạt tính 02 với hàm lượng 5% và phụ gia lưu biến Silicafume với hàm lượng 0,5% cho độ chống chảy của sơn là 210 mm và độ san phẳng đạt mức 1. Với việc sử dụng các nguyên liệu này, hệ sơn epoxy thu được có đặc tính thi công tốt và có khả năng bảo vệ chống ăn mòn với hiệu quả lâu dài cho các kết cấu thép.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thị Bích Thủy và nhóm nghiên cứu. Một số kết quả trong nghiên cứu, lựa chọn công nghệ và vật liệu sơn phủ bảo vệ kết cấu thép các công trình giao thông của trung tâm khoa học công nghệ bảo vệ công trình và phương tiện Giao thông Vận tải trong những năm 1995-2001, Hội nghị Khoa học kỷ niệm 45 năm thành lập Viện Khoa học và Công nghệ GTVT, 339 - 343 (2001).
2. Dwight G. Weldon, Failure Analysis of Paints and Coatings, John Willey and Sons Ltd. (2009).
3. Arthur A. Tracton. Coatings Materials and Surface Coatings, Taylor and Fancis Group (2006).
4. Charles Simpson. Improved Corrosion - inhibiting Pigments, Chemtech, 27 (4), 40 - 42 (1997).
5. http://www.specialchem4coatings.com.
6. Nguyễn Thị Bích Thủy. Tạp chí Hóa học, T. 47 (3), 342 - 349 (2009).