

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO SƠN EP-567.VN MÀU XANH QUÂN SỰ BẰNG NGUYÊN LIỆU CÓ SẴN TRONG NƯỚC

NGUYỄN VĂN BỘ, LÊ QUỐC PHẨM, LƯƠNG XUÂN TIẾN

1. MỞ ĐẦU

Sơn ЭП-567 màu xanh quân sự của Liên bang Nga trên cơ sở nhựa epoxy được dùng để sơn lên bề mặt kim loại, hợp kim và nhựa dạng AG-4 làm việc trong môi trường có độ ẩm cao, đặc biệt có khả năng bảo vệ tốt trong điều kiện khí hậu biển [1].

Ở Việt Nam, sơn ЭП-567 đang được nhập khẩu từ Liên bang Nga, dùng để sơn bảo vệ và nguy trang cho khí tài quân sự, cũng như sử dụng trong nghiên cứu, chế tạo tên lửa. Đề chủ động sơn ЭП-567 màu xanh quân sự phục vụ nhu cầu của công nghiệp quốc phòng nói chung, cũng như trong chế tạo tên lửa nói riêng thì việc nghiên cứu chế tạo sơn EP-567.VN màu xanh quân sự có chất lượng tương đương sơn ЭП-567 của Liên bang Nga là cần thiết.

Bài báo này giới thiệu một số kết quả nghiên cứu chế tạo sơn EP-567.VN bằng nguồn nguyên liệu có sẵn trên thị trường Việt Nam

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Vật tư, hóa chất

- Chất đóng rắn №1.VN có các chỉ tiêu kỹ thuật tương đương với chất đóng rắn №1 của Nga theo tiêu chuẩn [2].
- Dung môi hỗn hợp xylen và axeton theo tỷ lệ 4:3 về khối lượng (sau đây gọi tắt là dung môi hỗn hợp).
- Dung môi pha loãng R-5.VN có chỉ tiêu kỹ thuật tương đương dung môi P-5A của Nga theo tiêu chuẩn [3].
- Nhựa DER 671 của hãng Dow Chemical [4].
- Bột màu: Bột màu green 17 của Nga; bột màu yellow 34 của Trung Quốc; Iron oxide red H101 của Trung Quốc; bột màu white 6 của Trung Quốc và bột màu carbon black N330 của Trung Quốc.
- Chất độn: Bột talc mác TMA của Việt Nam.

2.2. Pha chế sơn EP-567.VN

Sơn ЭП-567 là sơn hai thành phần: sơn bán thành phẩm ЭП-567 và chất đóng rắn №1. Sơn bán thành phẩm ЭП-567 là hỗn hợp huyền phù của bột màu, bột độn và nhựa epoxy Э-41 trong hỗn hợp dung môi hữu cơ [1]. Chất đóng rắn №1 là dung dịch 50% của hexametylendiamin trong isopropanol hoặc etanol [2].

Từ tài liệu [1] và kết quả khảo sát thực tế sơn ЭП-567 của Nga, nhóm tác giả lựa chọn đơn pha chế cơ bản cho sơn EP-567.VN bán thành phẩm như sau:

- Nhựa epoxy DER671: (27,2 - 35,0)%.

- Bột màu: (22,5-27,5)%, trong đó: bột màu yellow 34 (14,1-17,2)%; bột màu green 17 (5,40-6,6)%; bột màu Iron oxide red (1,7-2,7)%; bột màu white 6 (1,2- 1,4)% và bột màu Carbon black (0,1-0,2)%.

- Chất độn: (11,25-27,25)%.

- Dung môi: (27,0-32,0)%.

Quy trình pha chế sơn EP-567.VN: cân các thành phần theo tỷ lệ của đơn pha chế cho vào cối nghiền bi. Khuấy trộn sơ bộ bằng máy khuấy cơ với tốc độ (200-300) vòng/phút trong thời gian 30 phút, sau đó ủ muối trong khoảng thời gian (từ 3-4) giờ. Tiếp tục nghiền bi với tốc độ (160-168) vòng/phút trong thời gian (24-30) giờ. Kết thúc quá trình nghiền bi, sơn được lọc thô, sau đó lọc tinh qua vải lọc kích thước lỗ 350 Mesh. Sơn sau khi lọc được bảo quản trong bình kín, để ổn định ít nhất 3 giờ trước khi sử dụng.

2.3. Kiểm tra các chỉ tiêu hóa lý và cơ lý của sơn EP-567.VN

- Sử dụng các phương pháp sau đây để kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật của sơn EP-567.VN: độ nhớt của sơn được thực hiện theo [5]; độ bền va đập được thực hiện theo [6]; độ bền uốn của màng sơn được thực hiện theo [7]; độ cứng của màng sơn được thực hiện theo [8]; thời gian và mức độ khô được thực hiện theo [9]; độ bám dính của màng sơn được thực hiện theo [10]; độ bền của màng sơn với tác dụng tĩnh của môi trường lỏng được thực hiện theo [11].

- Hàm lượng chất rắn, chất tạo màng và chất bay hơi được xác định theo [12].

- Sử dụng phương pháp phân tích phổ X-Rays và phổ EDX để phân tích định tính thành phần chất rắn trong sơn EP-567 của Nga: Phổ X-Rays được chụp trên máy X'pert pro và phổ EDX được chụp trên máy JSM 6610 LA-Jeol của Viện Hóa học Vật liệu thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự.

- Khối lượng chất đóng rắn tính theo phần khối lượng trên 100 phần khối lượng của nhựa epoxy khô, được tính theo công thức bán thực nghiệm sau [13]:

$$X = (0,9 \div 1,5) Kc \cdot E \quad (1)$$

Trong đó:

(0,9 ÷ 1,5) - Hệ số thực nghiệm;

Kc - Hệ số hình học, đối với hexametylendiamin ở dạng chất đóng rắn №1;

Kc = 0,68;

E - Hàm lượng epoxy, (với nhựa Der671, E = 9,08).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng đơn cơ sở để chế tạo sơn EP-567.VN

3.1.1. Tạo màu xanh quân sự

Nhóm tác giả đã lựa chọn 5 bột màu cơ bản để tạo màu xanh quân sự gồm: vàng $PbCrO_4$, đỏ Fe_2O_3 , xanh Cr_2O_3 , đen C, trắng TiO_2 và chất độn là bột talc $Mg_3Si_4O_{10}(OH)$. Tiến hành pha từng paste màu riêng biệt, sau đó phối màu. Kết quả tỷ lệ bột màu để tạo thành màu xanh quân sự được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần pigment tạo màu xanh quân sự

STT	Bột màu	Tỷ lệ, %
1	Vàng	62,46
2	Xanh	23,95
3	Đỏ	7,77
4	Đen	0,61
5	Trắng	5,23

3.1.2. Khảo sát lựa chọn tỷ lệ bột màu và chất độn

Trên cơ sở kết quả phân tích (bảng 1) và tài liệu [13], nhóm tác giả lựa chọn đơn cơ sở để chế tạo sơn EP-567.VN (bảng 2):

Bảng 2. Đơn cơ sở của sơn EP-567.VN

STT	Loại nguyên liệu	
1	Hàm lượng chất không bay hơi, %	68 - 73
2	Hàm lượng nhựa, %	27,2 - 29,2
3	Hàm lượng chất rắn (chất độn và bột màu), %	40,8 - 43,8
4	Hàm lượng dung môi, %	27 - 32

Tỷ lệ bột màu và chất độn là yếu tố quan trọng, quyết định độ nhớt của sơn bán thành phẩm do độ thấm dầu của các bột màu thấp hơn bột độn (talc) khá nhiều. Tiến hành khảo sát tỷ lệ thành phần của bột màu/chất độn ở 3 tỷ lệ khác nhau: 1:2 (đơn 1-M1); 1:1 (đơn 2-M2) và 2:1 (đơn 3-M3). Đơn pha chế được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Đơn pha chế để khảo sát tỷ lệ bột màu và bột độn

STT	Thành phần	Đơn 1 (M1)	Đơn 2 (M2)	Đơn 3 (M3)
1	Nhựa Der 671, %	27,5	27,5	27,5
2	Bột màu, %	13,75	20,62	27,50
-	Vàng, %	8,6	12,9	17,2
-	Xanh, %	3,3	4,9	6,6
-	Đỏ, %	1,1	1,6	2,1
-	Đen, %	0,1	0,1	0,2
-	Trắng, %	0,7	1,1	1,4
3	Bột độn (Talc), %	27,5	20,62	13,75
4	Dung môi	31,25	31,26	31,25

Kết quả đo độ nhớt và hàm lượng chất không bay hơi của các mẫu M1, M2 và M3 được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Một số chỉ tiêu lý hóa của mẫu M1, M2 và M3

STT	Chỉ tiêu	M1	M2	M3
1	Độ nhớt trên VZ-246 đường kính lỗ 4 mm, giây	302	120	69
2	Hàm lượng chất không bay hơi, %	70	70	70,05

Kết quả trong bảng 4 cho thấy, trong điều kiện hàm lượng nhựa Der 671 và dung môi không đổi, khi tăng tỷ lệ giữa bột màu với chất độn thì độ nhớt của sơn giảm xuống. Điều này được giải thích do độ thấm dầu của chất độn (bột talc) lớn hơn nhiều so với bột màu.

Cũng trong bảng 4, khi tỷ lệ bột màu và chất độn là 2:1 (M3- đơn 3) thì sơn bán thành phẩm đạt yêu cầu về độ nhớt theo [1], do đó đơn 3 (M3) được lựa chọn để khảo sát tiếp.

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng nhựa đến các chỉ tiêu chất lượng của sơn EP-567.VN

Khi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng nhựa đến chất lượng của sơn EP-567.VN, hàm lượng dung môi và hàm lượng chất không bay hơi được giữ nguyên, chỉ tiến hành thay đổi hàm lượng nhựa Der 671 từ 27,5% đến 37%. Đơn pha chế của các mẫu khảo sát được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5. Đơn pha chế của các mẫu EP-567.VN

STT	Thành phần	Đơn 3 (M3)	Đơn 4 (M4)	Đơn 5 (M5)	Đơn 6 (M6)
1	Nhựa Der 671, %	27,5	30,00	33,00	35,00
2	Bột màu, %	27,50	25,83	23,83	22,5
-	Vàng, %	17,2	13,00	14,90	14,10
-	Xanh, %	6,6	5,00	5,70	5,40
-	Đỏ, %	2,1	1,60	1,90	1,70
-	Đen, %	0,2	0,10	0,10	0,10
-	Trắng, %	1,4	1,10	1,20	1,20
3	Bột độn (Talc), %	13,75	12,92	11,92	11,25
4	Dung môi	31,25	31,25	31,25	31,25

Tiến hành đo các chỉ tiêu hóa lý và cơ lý của các đơn M3, M4, M5, M6, kết quả được trình bày trong bảng 6.

Bảng 6. Kết quả đo chỉ tiêu hóa lý và cơ lý của sơn EP-567.VN

STT	Chỉ tiêu	M3	M4	M5	M6	Mức yêu cầu
1	Màu của màng sơn khi so với bảng màu chuẩn “Картоteki”	715	715	715	715	715; 744
2	Dạng ngoài màng sơn	Bóng, mờ đồng nhất và không có tạp chất				Bóng, mờ đồng nhất và không có tạp chất
3	Độ nhớt của sơn bán thành phẩm trên thiết bị VZ-246 đường kính 4 mm, giây	69	65	52	46	45 - 70
4	Hàm lượng chất không bay hơi, %	70,05	69,08	68,88	69,35	67 - 73
5	Độ mịn của sơn bán thành phẩm, μm	40	40	40	40	≤ 40
6	Thời gian khô đạt cấp 5, giờ, không lớn hơn					
	- ở nhiệt độ $(50\pm 3)^{\circ}\text{C}$	5	5	5	5	5
	- ở nhiệt độ $(75\pm 5)^{\circ}$	3	3	3	3	3
	- ở nhiệt độ $(140\pm 5)^{\circ}\text{C}$	1	1	1	1	1
7	Độ cứng của màng sơn trên con lăn Pezor	0,356	0,45	0,45	0,46	0,460 (*)
8	Độ bám dính của màng sơn, điểm	1	1	1	1	1
9	Độ bền uốn của màng sơn, mm	> 3	> 3	> 3	< 3	< 3
10	Độ bền va đập, kg.cm	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100 (*)

Ghi chú: (*) - Giá trị đo được với mẫu sơn Nga

- Sử dụng chất đóng rắn theo hệ số 1,3 trong công thức (1).

Kết quả trong bảng 6 cho thấy:

- Khi tăng hàm lượng nhựa (giảm hàm lượng của các cấu tử rắn) thì độ nhớt của sơn giảm. Khi hàm lượng nhựa 35% thì độ nhớt giảm gần đến giá trị giới hạn dưới theo yêu cầu của tiêu chuẩn mặc dù hàm lượng chất bay hơi là gần như không thay đổi. Điều này có thể được giải thích là do lúc này, bột màu và chất độn đã thấm đủ dầu và nhựa thì có độ linh động cao hơn các cấu tử rắn.

- Khi tăng hàm lượng nhựa từ 27,5% lên (30-35)% thì độ cứng của màng sơn tăng. Nhưng khi tiếp tục tăng hàm lượng nhựa trong khoảng từ 30 đến 35% thì độ cứng thay đổi không đáng kể. Điều này có thể được giải thích khi tăng hàm lượng nhựa thì độ kín khít của màng sơn sẽ tăng lên và màng sơn thu được có độ cứng cao hơn. Tuy nhiên khi tiếp tục tăng hàm lượng nhựa, độ cứng của màng sơn hầu như không tăng lúc này độ kín khít của màng đã đạt đến trạng thái tối ưu nhất.

- Khi hàm lượng nhựa tăng thì độ bền uốn của màng sơn cũng tăng lên. Khi hàm lượng nhựa là 35% thì độ bền uốn không lớn hơn 3 mm, đảm bảo yêu cầu theo tiêu chuẩn.

- Trong số các mẫu sơn khảo sát, chỉ có mẫu M6 (đơn 6) là cho các chỉ tiêu kỹ thuật đáp ứng được yêu cầu theo tiêu chuẩn [1]. Các mẫu M3 (đơn 3), M4 (đơn 4) và M5 (đơn 5) không đảm bảo yêu cầu về độ bền uốn của màng sơn.

Như vậy, sẽ lựa chọn đơn chế tạo sơn EP-567.VN là đơn 6.

3.3. Khảo sát lựa chọn tỷ lệ chất đóng rắn №1.VN và sơn bán thành phẩm EP-567.VN

Việc khảo sát lựa chọn tỷ lệ chất đóng rắn №1.VN và sơn bán thành phẩm EP-567.VN có ý nghĩa quan trọng, giúp chọn được tỷ lệ chất đóng rắn phù hợp nhằm vừa đảm bảo được các chỉ tiêu cơ lý của sơn EP-567.VN, vừa đảm bảo thời gian sống của sơn.

Lựa chọn các tỷ lệ khác nhau của chất đóng rắn và sơn bán thành phẩm EP-567.VN tương ứng với hệ số 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5 trong công thức (1). Kết quả đo chỉ tiêu cơ lý của các đơn được trình bày trong bảng 7.

Bảng 7. Ảnh hưởng của tỷ lệ chất đóng rắn đến tính chất cơ lý của màng sơn EP-567.VN

TT	Chỉ tiêu	Kết quả							Mức yêu cầu
		Đơn 6-1 (3,9)	Đơn 6-2 (4,3)	Đơn 6-3 (4,8)	Đơn 6-4 (5,2)	Đơn 6-5 (5,6)	Đơn 6-6 (6,1)	Đơn 6-7 (6,5)	
1	Thời gian khô đạt cấp 5, h, ≤								
	- ở (50±3)°C	5	5	5	5	5	5	5	5
	- ở (75±5)°C	3	3	3	3	3	3	3	3
	- ở (140±5)°C	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Độ bền uốn, mm	> 3	> 3	> 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
3	Độ bám dính, điểm	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Độ bền va đập, kg.cm	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100 ^(*)

5	Độ cứng trên con lắc Pezor	0,416	0,436	0,448	0,458	0,446	0,413	0,397	0,460
6	Độ bền ở $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ dưới tác động tĩnh của nước, h, $\geq$	24	24	24	24	24	24	24	24
7	Độ bền ở $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ dưới tác động tĩnh của dung dịch NaCl 3%, h, $\geq$	24	24	24	24	24	24	24	24
8	Thời gian sống của sơn sau khi pha chất đóng rắn, h, $\geq$	8	8	8	8	8	8	8	8
9	Độ phủ của sơn, g/m^2	48,5	49,2	47,8	52,3	50,1	52,8	52,4	< 80

Chú thích: Giá trị trong () là phần khối lượng chất đóng rắn №1.VN so với 100 phần khối lượng sơn EP-567.VN.

Kết quả trong bảng 7 cho thấy, khi tăng tỷ lệ chất đóng rắn, độ bền của màng sẽ tăng lên, tuy nhiên khi tiếp tục tăng thì độ bền của màng sơn lại giảm xuống, điều này được thể hiện rõ qua 02 chỉ tiêu là độ cứng và độ bền uốn của màng sơn. Khi tỷ lệ chất đóng rắn tăng từ 3,9 g đến 5,2 g trên 100 g sơn bán thành phẩm thì độ cứng của màng sơn tăng từ 0,416 lên đến 0,458 và độ bền uốn cũng tăng (từ lớn hơn 3 mm xuống còn <3 mm). Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng tỷ lệ chất đóng rắn thì độ cứng của màng sơn giảm xuống.

Bên cạnh đó, kết quả trong bảng 7 cũng cho thấy: Đơn 6-4 cho kết quả cơ lý đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn của Nga. Như vậy, lựa chọn hệ số đóng rắn 1,3 là phù hợp, tương đương với tỷ lệ 5,2 phần khối lượng chất đóng rắn №1.VN và 100 phần khối lượng sơn bán thành phẩm EP-567.VN.

4. KẾT LUẬN

- Đã chế tạo được sơn EP-567.VN màu xanh quân sự đạt các chỉ tiêu chất lượng bằng các nguyên liệu có sẵn trên thị trường Việt Nam: nhựa DER 671; bột màu gồm: Bột màu green 17 của Nga; bột màu yellow 34 của Trung Quốc; Iron oxide red H101 của Trung Quốc; bột màu white 6 của Trung Quốc và bột màu Carbon black N330 của Trung Quốc và chất độn là bột talc.

- Đã khảo sát và lựa chọn được hệ số đóng rắn phù hợp là 1,3, tương đương với tỷ lệ 5,2 phần khối lượng chất đóng rắn và 100 phần khối lượng sơn bán thành phẩm EP-567.VN.

- Tỷ lệ giữa bột màu và bột độn ảnh hưởng đến chất lượng của sơn EP-567.VN, đặc biệt là chỉ tiêu về độ nhót.

- Khi tăng tỷ lệ chất tạo màng thì độ nhót của sơn EP-567.VN giảm xuống và các chỉ tiêu cơ lý tăng lên, đặc biệt là độ cứng và độ bền uốn. Tuy nhiên để đảm bảo độ nhót của sơn EP-567.VN, lựa chọn tỷ lệ chất tạo màng 35% là phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ГОСТ 22369-77 Эмали ЭП-567. Технические условия.
2. ТУ-6-10-1263-77 Отвердитель N 1. Технические условия.
3. ГОСТ 7827-74 Растворители марок Р-4, Р-4А, Р-5, Р-5А, Р-12 для лакокрасочных материалов. Технические условия.
4. D.E.R. 671, Product information D.E.R. 671 solid epoxy resin, DOW.
5. ГОСТ 8420-74 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости.
6. TCVN 2100-2:2007, Sơn và Vecni - Phép thử biến dạng nhanh (độ bền va đập) - Phần 2: Phép thử tải trọng rơi, vết lõm có diện tích nhỏ.
7. TCVN 2099:2007, Sơn và vecni - Phép thử uốn (trục hình trụ).
8. TCVN 2098:2007, Sơn và vecni - Phép thử dao động tắt dần của con lắc.
9. ГОСТ 19007-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания.
10. TCVN 2097:1993. Sơn. Phương pháp cắt xác định độ bám dính của màng.
11. ГОСТ 9.403-80, Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрывания лакокрасочные. Методы испытаний на стойкость к статическому воздействию жидкостей (с Изменением N 1).
12. ГОСТ 17537-72 Материалы лакокрасочные. Методы определения массовой доли летучих и нелетучих, твердых и пленкообразующих веществ.
13. Новый справочник химика и технолога «Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ» - часть 2, Санкт-Петербург, 2007.

Nhận bài ngày 19 tháng 5 năm 2018

Phản biện xong ngày 08 tháng 6 năm 2018

Hoàn thiện ngày 20 tháng 9 năm 2018

Viện Độ bền nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga