

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO SƠN TRONG SUỐT ĐIỆN TỬ SỬ DỤNG TRONG ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU NHIỆT ĐỐI

HÀ HỮU SƠN ⁽¹⁾, TRẦN THỊ THU HẰNG ⁽¹⁾, NGUYỄN VĂN VINH ⁽¹⁾,
NGUYỄN HỒNG THANH ⁽¹⁾, TĂNG XUÂN DƯƠNG ⁽¹⁾, NGUYỄN HỒNG PHONG ⁽¹⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sơn trong suốt điện tử là một loại sơn chuyên dụng vừa có khả năng bảo vệ cao vừa không làm ảnh hưởng đến tính năng truyền dẫn sóng điện từ. Sơn trong suốt điện tử được sử dụng chủ yếu trong các VKTBKT có chức năng thu, phát sóng điện từ như: ra đa, tên lửa, máy bay...[1]. Trong quá trình khai thác sử dụng VKTBKT, hệ sơn chuyên dụng này sẽ xuống cấp và bắt buộc định kỳ phải bảo dưỡng sơn lại để tiếp tục bảo vệ duy trì độ bền cho VKTB. Việc nhập khẩu các loại sản phẩm chuyên dụng này đôi khi gặp nhiều khó khăn [2, 3]. Vì vậy việc nghiên cứu chế tạo sơn trong suốt điện tử từ nguồn nguyên liệu trong nước để đáp ứng yêu cầu từ các quân binh chủng là cần thiết.

Trong các quy trình công nghệ sơn cho cánh sóng ra đa quân sự của Liên bang Nga, hệ sơn trong suốt điện tử luôn được chỉ định sử dụng sơn lót AK070 và sơn phủ ЭП-140. Hệ sơn bao gồm sơn lót AK-070 và sơn phủ ЭП-140 là hệ sơn chuyên dụng vừa có tính chất bảo vệ cao, vừa không làm ảnh hưởng đến tính truyền dẫn sóng, tức là không hấp thụ năng lượng sóng, không làm lệch tâm cánh sóng. Các quy định về sản phẩm đã được công bố theo tiêu chuẩn GOST 24709-81 cho sơn phủ ЭП-140 [4].

Xuất phát từ nhu cầu thực tế từ các quân binh chủng và phục vụ cho các nhiệm vụ nhiệt đới hóa VKTBKT, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga đã nghiên cứu chế tạo hệ sơn trong suốt điện tử nguồn nguyên liệu có sẵn trên thị trường. Hệ sơn trong đặc biệt này phải vừa đảm bảo độ tổn hao truyền qua thấp hơn 2,5 dB tại dải sóng 10 GHz [6], vừa có độ bền cao khi khai thác trong điều kiện khí hậu nhiệt đới, thậm chí là môi trường nhiệt đới biển (điều kiện khai thác của các rada trên tàu Hải quân). Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu chế tạo và đánh giá chất lượng sơn phủ trong suốt điện tử đáp ứng yêu cầu đặt ra như trên.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Dụng cụ, hóa chất

* *Hóa chất:*

- Sơn AK070 (của Liên bang Nga).
- ЭП-140 màu xanh quân sự (của Liên bang Nga).
- Nhựa epoxy Э-41 (của Liên bang Nga).
- Nhựa epoxy DIR 671 của Dow.
- PbCrO₄
- Pigment Anthraquinone Red 177.

- Cr_2O_3
- Bột tale.
- Phụ gia UV THARSORB 5060.
- Chất đóng rắn số 2.

*** Dụng cụ, thiết bị:**

- Cối nghiền bi;
- Tủ mù muối;
- Cân pha sơn;
- Thiết bị mù muối;
- Thiết bị đo IR;
- Thiết bị đo tổn hao truyền qua;
- Thiết bị Xenotest 440.

2.2. Chế tạo sơn phủ tương đương với sơn ЭП-140 màu xanh quân sự

Theo [4], sơn phủ ЭП-140 màu xanh quân sự của Liên bang Nga là loại sơn epoxy hai thành phần. Sơn bán thành phẩm được chế tạo trên cơ sở chất tạo màng là epoxy mác Э-41. Tuy nhiên, để sản xuất sơn phủ tương đương với ЭП-140 màu xanh quân sự bằng nguồn nguyên liệu trong nước cần khảo sát lựa chọn nguyên liệu phù hợp. Dựa theo khảo sát thành phần sơn ЭП-140 màu xanh quân sự của Liên bang Nga, và theo tổng quan các tài liệu thu thập được, chúng tôi xác định được đơn cơ sở để nghiên cứu chế tạo sơn phủ tương đương với ЭП-140 màu xanh quân sự (ký hiệu RTP.VN) tại bảng 1.

Bảng 1. Đơn cơ sở chế tạo bán thành phẩm của sơn RTP.VN

STT	Nguyên liệu	Khối lượng, %
1	Hàm lượng chất không bay hơi	55
1.1	Hàm lượng nhựa epoxy	Từ 35 đến 42,5
1.2	Hàm lượng pigment	Từ 11,5 đến 20
2	Hàm lượng dung môi	Từ 42 - 48
Tổng		100

Sơn bán thành phẩm được nghiền trộn trong máy nghiền bi trong 24 giờ, tốc độ nghiền 200 v/phút.

Tỷ lệ phối trộn sơn bán thành phẩm và chất đóng rắn số 2 trước khi sử dụng phun tạo màng sơn khô là 70:30 về khối lượng để đạt được lớp sơn phủ tối ưu nhất.

Chất đóng rắn số 2 là dung dịch nhựa polyamid trong hỗn hợp dung môi Xylen:Ethoxyethanol theo tỷ lệ 9:1.

2.3. Các phương pháp đo, đánh giá

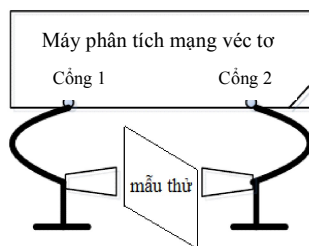
2.3.1. Các phương pháp đo các chỉ tiêu cơ, lý hóa của sản phẩm sơn

- Phương pháp đo độ nhớt theo tiêu chuẩn TCVN 2092: 2013, sử dụng dụng cụ đo VZ246 - đường kính lỗ 4 mm
- Phương pháp đo khối lượng riêng theo tiêu chuẩn TCVN 10237-1:2013.
- Phương pháp hàm lượng chất không bay hơi theo tiêu chuẩn TCVN 10370-1:2014.
- Phương pháp xác định độ mịn của sơn theo tiêu chuẩn TCVN 2091:2015.
- Phương pháp xác định thời gian khô cấp 3 theo tiêu chuẩn TCVN 2096-5:2015.
- Phương pháp xác định độ bền uốn theo tiêu chuẩn TCVN 2099:2013.
- Phương pháp xác định độ bền va đập theo tiêu chuẩn TCVN 2100-1,2:2007.
- Phương pháp xác định độ cứng theo tiêu chuẩn TCVN 2098:2007.
- Phương pháp xác định độ bám dính theo tiêu chuẩn TCVN 2097:1993.
- Phương pháp xác định độ bền đối với dung môi không phải là nước theo tiêu chuẩn TCVN 10517-1:2014.
- Phương pháp xác định độ bền đối với dung môi là nước theo tiêu chuẩn TCVN 10517-2:2014.

2.3.2. Phương pháp đo độ tổn hao truyền qua của lớp sơn phủ [6]

Độ tổn hao truyền qua được xác định theo tiêu chuẩn cơ sở TCQS 71:2016/VKHCNQS tại Viện Ra đa/ Viện Khoa học Công nghệ quân sự.

Hình ảnh mô hình đo



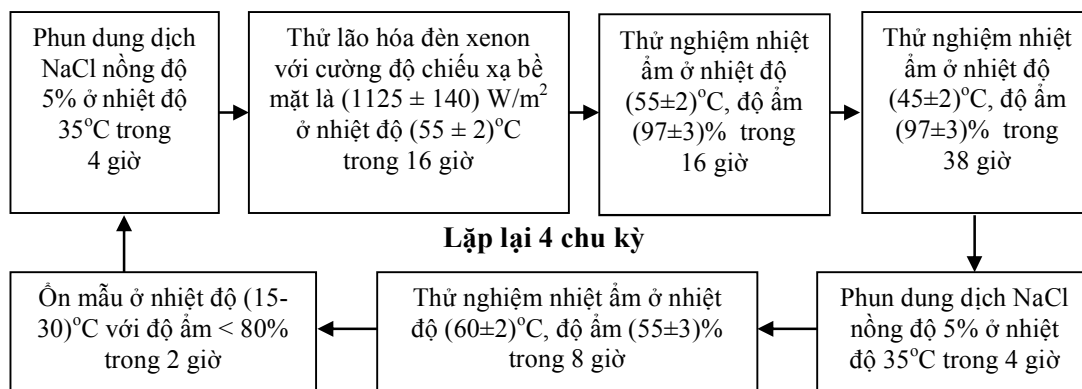
Ảnh đo mẫu thực tế



2.3.3. Phương pháp thử nghiệm gia tốc đánh giá độ bền màng sơn phủ

Các tấm mẫu thép được chuẩn bị như đối với hệ sơn trong suốt điện từ đã áp dụng thực tế trong trang bị. Cụ thể, mẫu được sơn 01 lớp sơn lót có độ dày đạt trung bình 20 μm . Sau đó được phủ 2 lớp sơn, mỗi lớp có độ dày trung bình 45 μm để được một hệ sơn hoàn chỉnh. Các tấm mẫu sẽ được thử nghiệm gia tốc theo tiêu chuẩn GOST 9401-91, phương pháp số 10 (điều kiện thử áp dụng đánh giá độ bền các lớp sơn phủ sử dụng trong môi trường nhiệt đới biển) [7].

1 chu kỳ thử kéo dài 72 giờ, bao gồm các bước như sau:



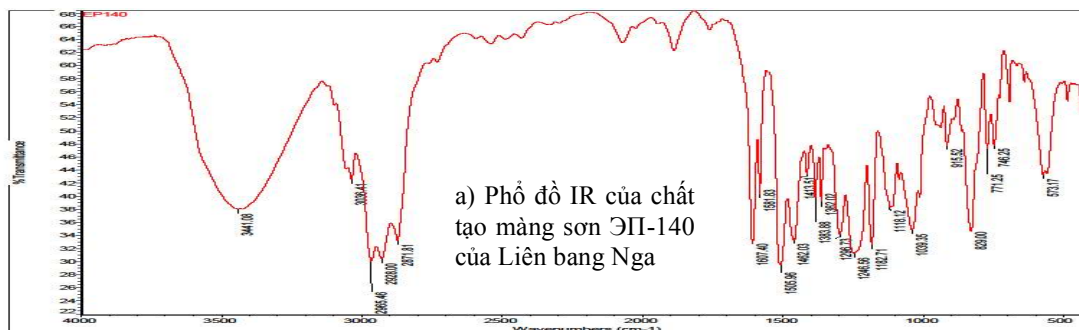
Các mẫu trước và sau thử nghiệm sẽ được đánh giá ngoại quan theo ISO 4628 và đo độ thay đổi màu sắc và độ bóng của màng sơn, kết hợp sử dụng tiêu chuẩn GOST 9407:2015 để đánh giá phân loại [8]. Bên cạnh đó, các mẫu sơn sau thử nghiệm cũng sẽ được kiểm tra lại một số tính chất cơ lý quan trọng như độ bám dính, độ bền va đập.

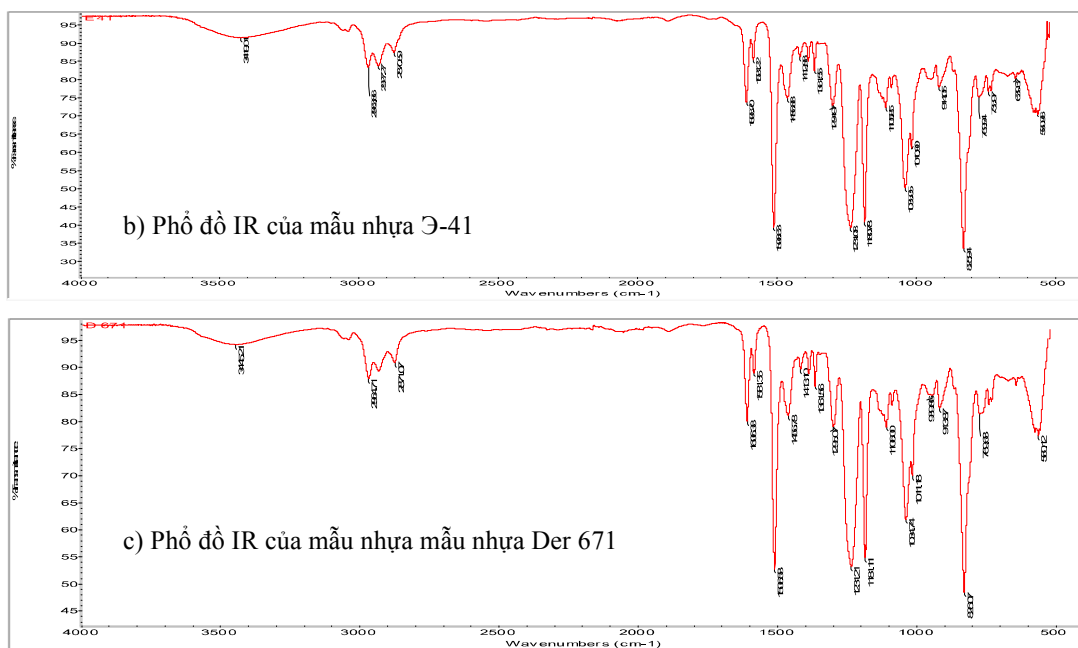
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu lựa chọn nguyên liệu

3.1.1. Khảo sát lựa chọn chất tạo màng

Tiến hành phân tích IR mẫu chất tạo màng trong sơn bán thành phẩm ЭП-140 (Liên bang Nga) màu xanh quân sự, mẫu Э41 và mẫu Der 671. Kết quả thể hiện trên hình 1. Kết quả đường phổ của 3 mẫu phân tích nhựa cho thấy rõ sự biến đổi đồng dạng và các đỉnh pic đặc trưng đều dao động quanh các giá trị gần như nhau, đó là: đỉnh pic tại số sóng $1606,62\text{ cm}^{-1}$ và $1508,73\text{ cm}^{-1}$ của dao động giãn dài liên kết C=C trong vòng thơm; pic tại số sóng $1294,77\text{ cm}^{-1}$, $1239,83\text{ cm}^{-1}$, $1180,75\text{ cm}^{-1}$ và $1037,67\text{ cm}^{-1}$ đặc trưng cho liên kết ete - vòng thơm C-O và C-O-C trong nhóm epoxy; trong khi pic tại số sóng $917-918\text{ cm}^{-1}$ đặc trưng cho dao động giãn dài đối xứng của vòng epoxy thì pic tại số sóng $826,23\text{ cm}^{-1}$ đặc trưng cho dao động biến dạng mặt phẳng của liên kết C-H trong vòng benzen khi có nhóm thế ở vị trí para. Kết quả này hoàn toàn tương đồng với các nghiên cứu đã công bố trước đây [5].





Hình 1. Phổ đồ IR của các mẫu nghiên cứu

Trên bảng 2 là kết quả phân tích một chỉ tiêu kỹ thuật của Nhựa 3-41 và nhựa DER 671.

Bảng 2. Kết quả phân tích chỉ tiêu nhựa epoxy

STT	Tên chỉ tiêu	Nhựa 3-41	Nhựa DER 671
1	Ngoại quan	Chất rắn, màu vàng sáng	Chất rắn, màu trắng đục
2	Hàm lượng nhóm epoxy, HLE, %	7,8	9,08
3	Đương lượng epoxy, ĐLE, g/eq	551,3	473,6

HLE = 4300/ĐLE.

Hàm lượng nhóm epoxy của 3-41 nhỏ hơn cho thấy mạch polyme của nhựa này ít nhóm epoxy hơn nhựa DER 671. Tương ứng khối lượng chất đóng rắn cần tiêu tốn cho cùng một khối lượng nhựa 3-41 nhỏ hơn so với Der 671. Theo chúng tôi, việc sử dụng nguyên liệu nhựa epoxy Der 671 để sản xuất sơn RTP.VN màu xanh quân sự là phù hợp.

3.1.2. Khảo sát lựa chọn đơn chế tạo pigment màu xanh quân sự

Để tạo được màu xanh quân sự, đề tài tiến hành pha màu từ 4 màu cơ bản: xanh lá cây, vàng, đỏ, trắng. Các loại pigment được lựa chọn gồm có:

+ Màu xanh lá cây Cr_2O_3 : bền với thời tiết, bền nhiệt, bền với môi trường axit và kiềm.

+ Màu vàng PbCrO_4 (có trong thành phần sơn EP 140): là pigment có màu vàng tươi, bền với tia UV, bền với thời tiết và nhiệt.

+ Màu đỏ anthraquinone Red 177: bền với thời tiết, nhiệt, dung môi, bền màu và phân tán tốt.

+ Màu trắng bột talc: bền với thời tiết, chống ẩm hiệu quả, tăng cường tính chất màng sơn, giảm co rút của các chất kết dính trong quá trình sấy.

Bảng 3. Thành phần pigment tạo màu xanh quân sự

STT	Pigment	Tỷ lệ, %
1	Anthraquinone Red 177	1,366
2	Cr ₂ O ₃	33,365
3	bột Talc	35,494
4	PbCrO ₄	29,775
	Tổng	100

Tỷ lệ màu pigment dùng để tạo nên màu xanh quân sự được trình bày tại bảng 3. Theo [4], màu của sơn phủ pha chế ra tương đương với bảng màu xanh quân sự là mã 715.

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng nhựa

Các đơn phối liệu đều đảm bảo hàm lượng chất không bay hơi đạt trong khoảng từ 52% đến 58% bằng cách thay đổi tỷ lệ hàm lượng nhựa và pigment, dung môi pha nhựa là xylene: axeton = 4:3. Thành phần các đơn được cho trong bảng 4.

Bảng 4. Đơn chế tạo sơn RTP.VN theo các tỷ lệ hàm lượng nhựa khác nhau

STT	Thành phần (% KL)	Đơn E1	Đơn E2	Đơn E3	Đơn E4	GOST 24709-81
1	Nhựa Der 671	35,0	37,5	40,0	42,5	-
2	Pigment	20	17,5	15	12,5	-
	Anthraquinone Red 177	0,273	0,239	0,205	0,171	-
	Cr ₂ O ₃	6,673	5,839	5,005	4,171	-
	Bột talc	7,099	6,211	5,324	4,437	-
	PbCrO ₄	5,955	5,211	4,466	3,722	-
3	Dung môi xylene:axeton = 4:3	45	45	45	45	-
4	Tổng hàm lượng không bay hơi, %	55,0	55,0	55,0	55,0	52-58

Các đơn pha chế trên được nghiền trộn trong vòng 48 giờ với tốc độ vòng quay 200 vòng/phút. Sau đó các sản phẩm sơn được lọc và tiến hành đo các chỉ tiêu kỹ thuật của sơn phủ. Kết quả được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5. Kết quả chỉ tiêu cơ lý khi thay đổi hàm lượng nhựa của sơn RTP.VN

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn E1	Đơn E2	Đơn E3	Đơn E4	Mức yêu cầu GOST 24709-81
1	Màu của màng sơn	715				715; 744
2	Dạng ngoài màng	Màng sơn bóng, đồng nhất, không có tạp chất.				
3	Độ nhót sơn bán thành phẩm theo nhót kế VZ-246 đường kính lỗ 4 mm, ở $(20,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$, giây	14,24	14,91	15,16	15,76	$13 \div 19$
4	Hàm lượng chất không bay hơi, %, trong sơn bán thành phẩm	56,2	55,6	55,3	54,9	52-58
5	Thời gian khô đến cấp 3, giờ, không lớn hơn					
	- Tại nhiệt độ $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$	5,5	5,5	5,5	5,5	6
	- Tại nhiệt độ $(90 \pm 2) ^\circ\text{C}$	1,75	1,75	1,75	1,75	2
6	Độ cứng màng, đơn vị ước lệ, không nhỏ hơn, theo con lắc Perso	0,69	0,65	0,62	0,58	-
7	Độ bền uốn của màng sơn, mm, không lớn hơn	3	3	1	1	2
8	Độ bền va đập trên thiết bị U-1, cm, không nhỏ hơn	50	50	50	50	40

Các chỉ tiêu độ nhót, hàm lượng hợp chất không bay hơi, thời gian khô, độ bền va đập đều đạt theo tiêu chuẩn. Kết quả cho thấy khi tăng hàm lượng nhựa từ 35% đến 42,5% (hàm lượng pigment giảm tương ứng từ 20% đến 12,5%) độ nhót của sơn tăng lên từ 14,24 s đến 15,76 s. Các đơn từ E1 đến E4 có độ nhót đều đạt theo tiêu chuẩn GOST 24709-81.

Chỉ tiêu độ cứng: Tăng hàm lượng nhựa, tính chất của màng sơn thay đổi, độ cứng màng sơn giảm dần từ 0,69 đến 0,58. Khi hàm lượng chất vô cơ lớn thì màng sơn cứng hơn nhưng độ bền uốn cũng kém hơn. Các đơn E1 và E2 không đạt yêu cầu về độ bền uốn.



Đơn E1



Đơn E2

Hình 3. Hình ảnh mẫu không đạt độ bền uốn sơn RTP.VN

Hàm lượng nhựa tăng, độ bền uốn của sơn cũng tăng lên. Khi hàm lượng là 40% và 42,5% thì độ bền uốn đạt 1 mm, tương đương với mẫu sơn của Liên bang Nga và đạt trên mức yêu cầu của tiêu chuẩn là 2 mm. Theo khảo sát thành phần trong mẫu sơn ЭП 140 của Liên bang Nga, hàm lượng chất vô cơ được xác định cho thấy hàm lượng pigment trong sơn phủ ЭП 140 màu xanh quân sự nằm trong khoảng từ 11,5% đến 20% (xem bảng 1). Theo các dữ liệu thu được, đơn E4 với hàm lượng nhựa 42,5% được chọn cho các khảo sát tiếp theo.

3.3. Nghiên cứu nâng cao độ bền thời tiết cho lớp sơn phủ RTP.VN

Sử dụng phụ gia chống UV giúp nhựa giảm quá trình thoái hóa bởi tác nhân tia cực tím có trong môi trường. UV THARSORB 5060 là phụ gia thuộc dòng benzotriazole UV absorber, loại hấp thụ tia cực tím UV, chủ động hấp thụ sóng của tia cực tím và chuyển chúng thành yếu tố vô hại cho sản phẩm nhựa.

Đơn E4 được sử dụng để khảo sát tỷ lệ sử dụng phụ gia UV THARSORB 5060. Theo hướng dẫn của nhà sản xuất, phụ gia UV THARSORB 5060 được sử dụng từ 1 đến 3% theo tổng khối lượng sơn, tương đương hàm lượng 2,87% trong sơn bán thành phẩm. Các đơn phối liệu của sơn bán thành phẩm và kết quả kiểm tra một số chỉ tiêu cơ bản được đưa ra trong bảng 6.

Bảng 6. Khảo sát hàm lượng phụ gia UV THARSORB 5060 trong sơn RTP.VN

STT	Thành phần	E4	E5	E6	E7
1	Hàm lượng UV THARSORB 5060, % khối lượng	0,00	1,5	2,87	4,0
2	Độ nhớt sơn bán thành phẩm theo nhớt kế VZ-246 đường kính lỗ 4 mm, ở $(20,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$, giây	15,4	15,8	16,6	17,8
3	Độ bền uốn của màng sơn, mm, không lớn hơn	1	1	1	1
4	Độ bền va đập trên thiết bị U-1, cm, không nhỏ hơn	100	100	100	100

Qua kết quả cho thấy phụ gia UV THARSORB 5060 với hàm lượng từ 1 đến 4% thì các chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm sơn đều đáp ứng yêu cầu của tiêu chuẩn GOST 24709-81. Tuy nhiên, độ nhớt của sơn bán thành phẩm có xu hướng tăng lên khi tăng hàm lượng phụ gia.

Các mẫu sơn trên được sử dụng để chuẩn bị mẫu cho phép thử nghiệm gia tốc lão hóa bức xạ xenon. Kết quả cho thấy các màng sơn có tốc độ lão hóa khá khác nhau. Chỉ tiêu độ bóng được đề tài sử dụng để đánh giá mức độ lão hóa. Độ bóng của lớp sơn phủ được đo bằng thiết bị đo độ bóng ở góc 60° . Sự thay đổi độ bóng được tính theo công thức:

$$\Delta B = (B^0 - B^1) * 100 / B^0 (\%)$$

Trong đó: B^0 - độ bóng của mẫu trước thử nghiệm;

B^1 - độ bóng của mẫu sau 4 chu kỳ thử nghiệm theo phương pháp 10, GOST 9401.

Bảng 7. Sự phụ thuộc mức độ suy giảm độ bóng theo tỷ lệ hàm lượng phụ gia UV

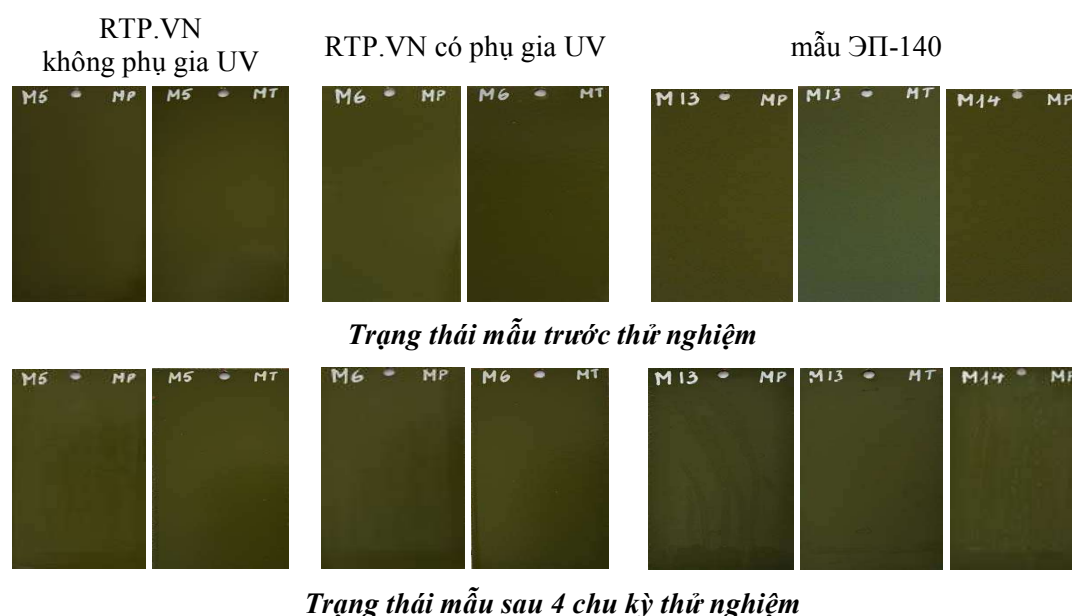
	Màng sơn E4	Màng sơn E5	Màng sơn E6	Màng sơn E7
B ⁰ , GU	77,3	81,84	85,85	87,3
B ¹ , GU	60,9	65,5	71,19	72,57
ΔB (%)	21,22	19,97	17,08	16,87

Có thể thấy rằng, với hàm lượng 1,5% phụ gia UV THARSORB 5060, độ bền màng sơn không được thật sự cải thiện nhiều. Khi tăng hàm lượng phụ gia UV lên 4% thì gần như không cải thiện thêm khả năng bảo vệ. Vì vậy, chúng tôi lựa chọn hàm lượng phụ gia UV THARSORB 5060 tối ưu là 2,87% cho sơn RTP.VN.

3.4. Thử nghiệm gia tốc đánh giá mức độ cải thiện độ bền của sơn RTP.VN

Tiến hành thử nghiệm gia tốc sản phẩm theo tiêu chuẩn GOST 9.401-91 như nêu ở mục 2. Thử nghiệm với 3 loại mẫu: sơn RTP.VN không có phụ gia UV; sơn RTP.VN có phụ gia UV; sơn ЭП-140 (của Liên bang Nga).

3.4.1. Kết quả đánh giá tổng thể bằng phương pháp trực quan



Hình 4. Trạng thái các màng sơn phủ trước và sau khi thử nghiệm gia tốc

Sau 4 chu kỳ thử nghiệm cho thấy mức độ lão hóa tất cả các mẫu Sơn RTP.VN và ЭП-140 màu xanh quân sự (Liên bang Nga) tương đương nhau. Cụ thể, các chỉ tiêu đại diện cho khả năng bảo vệ như độ phồng rộp, độ rạn nứt, độ bong tróc và độ gỉ so với mức đánh giá theo tiêu chuẩn ISO 4628 đều đạt điểm 0, các mẫu không bị phá hủy. Tuy nhiên các chỉ tiêu trang trí như độ bóng, độ thay đổi màu sắc của các mẫu có sự thay đổi với mức độ khác nhau. Mẫu sơn ЭП-140 của Liên bang

Nga và mẫu sơn RTP.VN không có phụ gia có sự thay đổi màu sắc và độ bóng rõ rệt hơn so với mẫu sơn RTP.VN có phụ gia UV THARSORB 5060. Tuy nhiên mức độ thay đổi này đánh giá theo ISO 4628 chỉ ở mức điểm 1, tức là thay đổi không đáng kể. Có thể kết luận rằng với điều kiện thử nghiệm rất khắc nghiệt, có sự tác động tổng hợp của nhiều yếu tố nhiệt, ẩm, muối và bức xạ nhưng các màng sơn đều cho thấy độ bền khá tốt. Theo tiêu chuẩn GOST 9.401-91 quy định với điều kiện thử nghiệm nêu trên nếu các mẫu sơn sau khi thử nghiệm có các chỉ tiêu bảo vệ và chỉ tiêu trang trí đều được đánh giá là đạt thì loại sơn đó phù hợp sử dụng trong điều kiện nhiệt đới biển.

3.4.2. Kết quả đánh giá sự thay đổi màu

Để đánh giá rõ hơn sự thay đổi này, các mẫu được đo sự thay đổi màu sắc bằng máy so màu Xrite C62. Kết quả đo các thông số L^* , a^* , b^* qua 4 chu kỳ thử nghiệm được lấy kết quả trung bình của 5 mẫu đối với từng loại. Mỗi thông số L^* , a^* , b^* có ý nghĩa riêng, tuy nhiên chúng có mối liên hệ mật thiết với nhau. Sự thay đổi của thông số này sẽ kéo theo sự thay đổi của các thông số còn lại. Để đánh giá chung về sự thay đổi màu sắc của một lớp sơn phủ cần căn cứ vào giá trị ΔE - đại lượng bao hàm sự thay đổi của cả 3 thông số kể trên.

Bảng 8. Bảng kết quả sự thay đổi màu của mẫu sơn RTP.VN và ЭП-140 màu xanh quân sự (Liên bang Nga) trước và sau thử nghiệm gia tốc

Tên mẫu	RTP.VN không có phụ gia UV		RTP.VN có phụ gia UV		Sơn ЭП-140	
	Mặt phải chiếu đèn	Mặt trái không chiếu đèn	Mặt phải chiếu đèn	Mặt trái không chiếu đèn	Mặt phải chiếu đèn	Mặt trái không chiếu đèn
ΔE	2,42	1,19	2,16	0,64	2,25	1,07

Qua kết quả tính toán, nhận thấy sau các chu kỳ thử nghiệm, sự thay đổi màu sắc của 03 loại sản phẩm đều có sự thay đổi ở mức độ khác nhau: ở bề mặt mẫu chịu tác động bức xạ UV trực tiếp thì mẫu sơn RTP.VN không có phụ gia UV thay đổi màu sắc nhiều nhất ($\Delta E=2,42$), sau đó đến mẫu sơn ЭП-140 của Liên bang Nga ($\Delta E=2,25$) và cuối cùng là mẫu sơn RTP.VN có phụ gia UV ($\Delta E=2,16$). Kết quả đo ΔE ở các bề mặt mẫu sau của mẫu (chịu tác động gián tiếp của bức xạ UV) cũng cho kết luận tương tự, mẫu sơn RTP.VN có phụ gia UV thay đổi thấp nhất ($\Delta E=0,64$). Căn cứ theo cách đánh giá phân loại của GOST 9407:2015 thì các mẫu sơn RTP.VN có và không có phụ gia UV cũng như sơn Sơn ЭП-140 đều đạt điểm 2 ($2 < \Delta E < 3$), tức là màu sắc có sự thay đổi ít có thể nhận biết bằng trực quan.

So sánh giá trị ΔE giữa mặt trước (chịu tác dụng trực tiếp bởi bức xạ mặt trời) và mặt sau (chịu tác dụng gián tiếp bởi bức xạ mặt trời) ở cả ba loại sản phẩm cho thấy tác nhân bức xạ là yếu tố gây lão hóa chính cho các màng sơn phủ. Phụ gia UV THARSORB 5060 có tác dụng cải thiện, làm tăng độ bền cho màng sơn phủ dưới tác động của bức xạ mặt trời.

3.4.3. Kết quả đánh giá sự thay đổi độ bóng

Sự thay đổi độ bóng của các mẫu sơn được trình bày tại bảng 9.

Bảng 9. Kết quả sự thay đổi độ bóng của màng sơn sau thử nghiệm gia tốc

	RTP.VN không có phụ gia UV		RTP.VN có phụ gia UV		Sơn ЭП-140 (Nga)	
	Mặt phải chiếu đèn	Mặt trái không chiếu đèn	Mặt phải chiếu đèn	Mặt trái không chiếu đèn	Mặt phải chiếu đèn	Mặt trái không chiếu đèn
ΔB (%)	21,15	15,79	17,08	12,15	36,33	29,09

Từ kết quả bảng 7 nhận thấy cho thấy các mẫu sơn RTP.VN có và không có phụ gia UV có sự thay đổi độ bóng ít hơn so với các mẫu sơn ЭП-140. Theo tiêu chuẩn GOST 9407:2015 thì điểm đánh giá sự thay đổi độ bóng của Sơn RTP.VN có phụ gia UV đạt điểm 1 ($5 < \Delta B < 20$), tức là độ bóng thay đổi rất nhỏ, không thể nhận biết bằng trực quan; còn sự thay đổi độ bóng của của Sơn RTP.VN không có phụ gia UV và sơn ЭП-140 đạt điểm 2 ($20 < \Delta B < 40$), tức là độ bóng nhỏ, có thể nhận ra bằng trực quan. Qua kết quả đánh giá độ thay đổi độ bóng càng khẳng định phụ gia UV giúp cải thiện độ bền cho màng sơn rõ rệt.

3.4.4. Đánh giá sự suy giảm của một số tính chất cơ lý của màng sơn

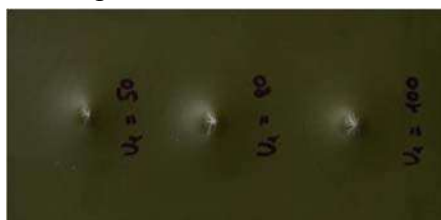
Mẫu sơn RTP.VN có phụ gia UV



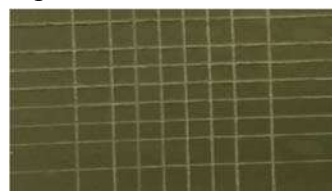
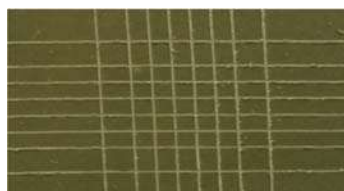
Mẫu sơn ЭП-140



Mặt lõm của vết va đập



Mặt lồi của vết va đập



Độ bám dính của hệ sơn sau thử nghiệm

Hình 5. Hình ảnh kiểm tra một số chỉ tiêu cơ lý của màng sơn sau khi thử nghiệm gia tốc

Độ bám dính của hệ sơn sau quá trình thử nghiệm gia tốc hầu như không có sự thay đổi đáng kể nào ở cả mẫu sơn RTP.VN và mẫu sơn ЭП-140. Màng sơn vẫn giữ được khá tốt khả năng bảo vệ của mình sau 4 chu kỳ thử nghiệm khắc nghiệt.

Sau quá trình thử nghiệm gia tốc độ bền va đập của màng sơn RTP.VN và màng sơn ЭП-140 của Liên bang Nga có suy giảm xuống còn 80 kg.cm nhưng vẫn cao hơn mức quy định của tiêu chuẩn. Màng sơn khá bền với môi trường khí hậu nhiệt đới. Mặt khác, khi quan sát mặt lõm của các vết va đập (mặt này không dùng để đánh giá độ bền va đập) cho thấy rằng các màng sơn RTP.VN có vết rạn nứt ít hơn hẳn so với màng sơn ЭП-140, các vết nứt trên mẫu sơn RTP.VN vẫn giữ được sự liên kết với nền và giữa các mảng vết nứt khác nhau; còn trên mẫu sơn ЭП-140 thì các vết nứt hình thành sắc nét, các mảng vết hình tách rời nhau làm trơ nền kim loại. Kết quả này phù hợp với thử nghiệm bền uốn và cho thấy sơn RTP.VN có tính chất cơ lý được cải thiện hơn so với sơn ЭП-140.

3.5. Thử nghiệm đánh giá độ tổn hao truyền qua của hệ sơn

Để đánh giá độ trong suốt điện từ của hệ sơn (gồm sơn lót AK070.VN và sơn phủ RTP.VN có phụ gia UV) các mẫu thử được chuẩn bị: sơn 1 lớp - lớp sơn lót dày (10 -15) μm và 2 lớp sơn phủ, độ dày lớp phủ hai lớp (40 - 50) μm . Nền để đo độ tổn hao truyền qua là tấm composit sợi thủy tinh. Thực hiện đo độ tổn hao truyền qua ở hai dải băng tần mà ra đa quân sự thường xuyên hoạt động: băng C có dải tần số 4 - 8 GHz; băng X có dải tần số 8 - 12 GHz. Kết quả đo độ tổn hao truyền qua được thể hiện trong bảng 10.

Bảng 10. Kết quả đo độ tổn hao truyền qua của các hệ sơn phủ

	Độ tổn hao truyền qua -dB của các hệ sơn (ký hiệu là K)								
Dải tần số (GHz)	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mẫu nền	0,39	0	0,17	0,33	1,64	0,4	0,9	1,14	0,52
Hệ sơn ЭП-140	0,64	0	0,36	0,83	1,87	1,3	1,6	1,47	1,41
K của ЭП-140	0,25	0	0,19	0,5	0,23	0,9	0,7	0,33	0,89
Hệ sơn RTP.VN	0,47	0,29	0,27	1,26	1,73	0,5	1,25	1,65	1,97
K của RTP.VN	0,08	0	0,1	0,93	0,09	0,2	0,35	0,51	1,45

Qua kết quả đo cho thấy rằng cả hai hệ sơn đều có độ tổn hao truyền qua gần tương ứng nhau ở tất cả các dải tần số đã khảo sát giữa sơn RTP.VN và hệ sơn của Liên bang Nga. Qua tính toán, tổn hao hấp thụ truyền qua thực đều ở mức khá thấp trong các dải tần khác nhau. Phụ gia UV đưa vào thành phần sơn phủ không làm thay đổi đáng kể tính chất trong suốt điện từ của hệ sơn.

4. KẾT LUẬN

- Nghiên cứu đã lựa chọn được các nguyên liệu chính có sẵn trên thị trường như: Der 671, các pigment Cr_2O_3 , anthraquinone red 177 và bột talc để phục vụ chế tạo sơn cho rada đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn GOST 24709-81.

- Việc đưa phụ gia phụ gia chống lão hóa UV với hàm lượng hợp lý không những không làm ảnh hưởng đến độ trong suốt điện từ của hệ sơn mà còn cải thiện tăng độ bền thời tiết của hệ sơn lên một cách đáng kể. Với thành phần đơn chế tạo sơn phủ RTP.VN bao gồm: 42,5% nhựa epoxy Der 671, 12,5% pigment màu xanh quân sự, 2,8% phụ gia chống UV đã tạo ra hệ sơn phủ cho rada quân sự có độ tổn hao truyền qua thấp (-0,35 dB)

- Các thử nghiệm đối chứng cho thấy chất lượng của hệ sơn trong suốt điện từ RTP.VN tương đương và có chỉ tiêu độ bền cải thiện hơn so với hệ sơn tương tự của Liên bang Nga.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Э.К. Кондрашов, В.А. Кузнецова, Т.А. Лебедева, Л.В. Семенова, *Сновные направления повышения эксплуатационных, технологических и экологических характеристик лакокрасочных покрытий для авиационной техники*, Российский х2009, <https://www.viam.ru/public/files/2009/2009-205351.pdf>.
2. Phạm Huy Quỳnh, *Nghiên cứu chế tạo sơn trong suốt điện từ trên cơ sở nhựa epoxy-cacdanol- hexamin dùng trong bảo quản vũ khí trang bị quân sự*, Luận án Phó Tiến sỹ Hóa học, Viện Kỹ thuật Quân sự, 1996.
3. Nguyễn Phi Long, “*Nghiên cứu nhiệt đới hóa đài rada КАСТА-2Е2*”, Báo cáo tổng kết đề tài cấp cơ sở, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga, Hà Nội, 2017.
4. GOST 24709-81, *Эмали эн-140. технические условия*, 1981.
5. Trần Nguyễn Ngân Hà, “*Nghiên cứu chế tạo sơn EP-255.VN màu xanh lá cây thay thế sơn ЭП-255 màu xanh lá cây của Liên bang Nga phục vụ đề án TL-01*”, Báo cáo tổng kết đề tài cấp cơ sở, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga, Hà Nội, 2017.
6. TCQS 71:2016/VKHCNQS, *Vật liệu siêu cao tần - Phương pháp kiểm tra hệ số hấp thụ*.
7. GOST 9401:91, *Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов (с Изменениями N 1, 2)*, 1991.
8. GOST 9407:2015, *Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида*, 2015.

SUMMARY

RESEARCH ON MANUFACTURING ELECTROMAGNETIC TRANSPARENT PAINT SUITABLE FOR USE IN THE TROPICAL CLIMATE

Electromagnetic transparent paint is a specialized paint that has the high protection ability and does not affect the transmission of electromagnetic waves through the paint coating. We have studied and selected the main materials available on the market such as Der 671, pigment Cr_2O_3 , anthraquinone red 177, talc powder and have successfully manufactured the radar-transparent paint called RTP.VN which met the requirements of GOST 24709-81 standard. We have also studied the effect of the anti UV additive content on the properties of the RTP.VN paint. The result showed that the suitable amount of anti UV additive in the RTP.VN paint did not affect its electromagnetic transparency and significantly improved its durability as well. The accelerated test was conducted in order to compare the properties of both RTP.VN paint and the similar ЭП-140 paint.

Từ khóa: Sơn trong suốt điện từ, radar-transparent paint.

Nhận bài ngày 16 tháng 6 năm 2019

Phản biện xong ngày 17 tháng 7 năm 2019

Hoàn thiện ngày 18 tháng 7 năm 2019

⁽¹⁾ *Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*