NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO SƠN LÓT CHỐNG ĂN MÒN SỬ DỤNG TRONG ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU NHIỆT ĐỚI

NGUYỄN VĂN THÀNH [(1)], NGUYỄN VĂN BỘ [(1)],
NGUYỄN THỊ BÍCH HƯỜNG [(2)], HÀ MINH NGỌC [(1)]

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Độ bền của vũ khí trang bị kỹ thuật quân sự phụ thuộc rất nhiều vào hiệu quả bảo vệ của vật liệu sơn phủ chống lại các tác động tiêu cực của môi trường, trước hết là khả năng chống ăn mòn của lớp sơn lót. Qua khảo sát thực tế cho thấy chất lượng của các loại sơn lót đang sử dụng chưa đáp ứng được yêu cầu bảo vệ vũ khí trang bị kỹ thuật trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm của nước ta [1]. Các lớp sơn lót này bộc lộ những hạn chế sau thời gian ngắn sử dụng như khả năng chống ăn mòn thấp, độ bám dính kém, kém bền với môi trường ven biển và hải đảo. Đây là nguyên nhân chủ yếu gây nên hiện tượng han gỉ các chi tiết cơ khí, khung vỏ của vũ khí trang bị kỹ thuật quân sự, gián tiếp gây nên lọt ẩm, thấm ẩm trên các khối mảng linh kiện điện tử, ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng khí tài, khả năng sẵn sàng chiến đấu.

Hiện nay các loại sơn lót có khả năng chống ăn mòn cao trong nhiều điều kiện khí hậu khắc nghiệt được quân đội Nga sử dụng là VL-02, AK-069, AK-070, AC-071, EP-0208, EP-076, EP-0215, EP-0214... Thành phần chính để chế tạo sơn lót chống ăn mòn gồm chất tạo màng và pigment. Chất tạo màng được sử dụng phổ biến hiện nay là các loại nhựa công nghiệp như alkyd, acrylic, epoxy, polyurethan... Ngoài ra, trong thành phần sơn lót sử dụng các pigment có khả năng chống ăn mòn cao như TiO_2, ZnO, Cr_2O_3, Fe_2O_3, $Zn_3(PO4)_2$, $PbCrO_4$, $SrCrO_4$... Trong các loại sơn lót kể trên, sơn lót epoxy có hiệu quả bảo vệ và chống ăn mòn trong môi trường núi cao và biển đảo tối ưu nhất. Đặc tính của sơn epoxy là khả năng bám dính trên bề mặt kim loại vượt trội, chống chịu hóa chất tốt, bền dưới tác động của môi trường thời tiết khắc nghiệt, có tính chất cơ lý, kháng muối và kháng ẩm tốt.

Sơn lót chống ăn mòn EP-076 do Liên bang Nga sản xuất theo tiêu chuẩn kỹ thuật TU 6-10-755-84, dùng để bảo vệ các phương tiện khí tài được làm từ sắt, thép và hợp kim của titan, nhôm, magie trong kỹ thuật hàng không [2]. Sơn lót chống ăn mòn EP-076 có khả năng tương thích với các loại sơn phủ trên cùng nền nhựa epoxy. Ngoài khả năng chống ăn mòn hiệu quả, sơn lót EP-076 bền trong môi trường nước, trong xăng và dầu mỡ, bởi vậy nó đảm bảo hiệu quả bảo vệ các chi tiết cơ khí và làm tăng thời gian hoạt động của thiết bị. Tuy nhiên hiện nay sơn lót EP-076 phải nhập khẩu hoàn toàn từ Liên bang Nga.

Xuất phát từ nhu cầu từng bước tự chủ các vật tư bảo đảm, nâng cao chất lượng của vũ khí trang bị kỹ thuật quân sự trước tác động của môi trường khí hậu nhiệt đới, chúng tôi đặt vấn đề nghiên cứu chế tạo sơn lót chống ăn mòn có chỉ tiêu chất lượng đạt theo các mức quy định tại TU 6-10-755-84. Sản phẩm có thể dùng thay thế sơn lót EP-076 nhập khẩu. Bài báo này trình bày những kết quả nghiên cứu, chế tạo và thử nghiệm sơn YD-021 như vậy.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Thiết bị và hóa chất

Dụng cụ, thiết bị: máy nghiền rổ lồng đứng AN-5-2, khối lượng mẻ 10-20 kg, tốc độ nghiền từ 0-1500 vòng/phút; máy khuấy cơ có điều chỉnh tốc độ 0-2000 vòng/phút; phễu đo độ nhớt VZ-246; thước đo độ mịn của sơn, thang đo 0-50 μm; vải lọc sơn Mesh 350.

Hóa chất sử dụng chế tạo sơn lót chống ăn mòn: nhựa Epoxy YD 011, TiO_2 mác KA-100 (Hàn Quốc); $SrCrO_4$ mác L-203E (Pháp); bột talc GT-3000, aceton, xylen, n-butyl acetat, chất đóng rắn №2.VN (Việt Nam); chất đóng rắn №2, sơn lót EP-076 (Công ty КрасκаВо, Liên bang Nga, sản xuất tháng 02/2019).

2.2. Đơn cơ sở chế tạo sơn lót chống ăn mòn

Sơn lót EP-076 là sơn epoxy hai thành phần gồm sơn bán thành phẩm EP-076 và chất đóng rắn №2. Sơn bán thành phẩm EP-076 là hỗn hợp gồm chất tạo màng, pigment, chất độn và dung môi. Để sơn epoxy có tính chất cơ lý tốt nhất tỷ lệ giữa chất tạo màng và chất rắn (pigment và chất độn) nằm trong khoảng 1-1,9 [3]. Theo TU 6-10-755-84 hàm lượng chất không bay hơi (chất tạo màng, pigment và chất độn) trong sơn EP-076 chiến 48-54%, còn lại dung môi - 46-52%. Hỗn hợp dung môi sử dụng để chế tạo sơn lót epoxy gồm xylen, aceton, n-butyl acetat được pha trộn với tỷ lệ tương ứng 5:2:3.

Theo tài liệu [4] nhựa epoxy E-41 có ТУ 6-101316-84 được dùng làm chất tạo màng trong sơn bán thành phẩm EP-076 của Nga. Trong thành phần chất rắn của sơn EP-076 sử dụng pigment là $SrCrO_4$ và TiO_2, chất độn là bột talc [5]. Tuy nhiên, để sản xuất sơn lót tương đương với sơn EP-076 bằng nguyên liệu có sẵn trong nước cần tiến hành lựa chọn nguyên liệu phù hợp.

Trên cơ sở tham khảo tài liệu, chúng tôi đề xuất đơn cơ sở chế tạo sơn lót chống ăn mòn thay thế sơn EP-076 tại bảng 1. Ký hiệu mẫu sơn được nghiên cứu chế tạo là YD-021.

Bảng 1. Đơn cơ sở chế tạo sơn lót YD-021

TT	Thành phần trong sơn	Hàm lượng, %
1	Chất không bay hơi	48-54
1.1	*Chất tạo màng (nhựa epoxy)*	*23-32*
1.2	*Chất rắn (chất độn và pigment)*	*21-22*
2	Dung môi	46-52

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp kiểm tra chỉ tiêu kỹ thuật của sơn: độ nhớt của sơn theo GOST 8420-74; hàm lượng chất không bay hơi theo GOST-17537-72; độ mịn của sơn theo GOST 6589-74; thời gian khô của màng sơn theo GOST 19007-73; độ bám dính của màng sơn theo GOST 15140-78; độ cứng của màng sơn theo GOST 5233-89; độ bền va đập của màng sơn theo GOST 4765-73; độ bền của màng sơn dưới tác dụng của môi trường lỏng theo GOST 9.403-80; thử nghiệm gia tốc bằng phương pháp mù muối theo GOST 9.401-2018.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát lựa chọn nguyên liệu thay thế

Nhựa epoxy E-41 của Nga có chất lượng tương đương với các loại nhựa epoxy sau: EPIKOTE (Hexion-Mỹ), DER 671 (Dow Chemical-Mỹ), PES 601 (NAN YA-Đài Loan), YD 011 (KUKDO-Hàn Quốc), CSH-Epoxy 171 (Spolchemie-Đức) [6].

Nhựa epoxy YD 011 được lựa chọn để thay thế cho nhựa epoxy E-41 của Nga. Đây là sản phẩm của hãng KUKDO (Hàn Quốc) được bán rộng rãi và có giá thành hợp lý. Tính chất tương đương giữa nhựa epoxy YD 011 và E-41 được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Chỉ tiêu kỹ thuật của nhựa YD 011 và nhựa E-41 của Nga

Loại nhựa epoxy	E-41 (Nga)		YD 011 (Hàn Quốc)	
	Kết quả	Chỉ tiêu	Kết quả	Chỉ tiêu
Dạng ngoài	Chất rắn trong suốt	Chất rắn trong suốt	Chất rắn trong suốt	Chất rắn trong suốt
Nhiệt độ chảy mềm, ^oC	71	65-75	70	60-72
Hàm lượng epoxy, %	7,4	6,8-8,3	7,2	7-8

Kết quả bảng 2 cho thấy, nhựa E-41 và YD 011 có các thông số kỹ thuật gần tương tự nhau, đặc biệt về nhiệt độ chảy mềm và hàm lượng epoxy khác nhau không nhiều. Như vậy lựa chọn nhựa epoxy YD 011 để thay thế cho nhựa E-41 là phù hợp.

Chất đóng rắn cho sơn lót YD-021 là Chất đóng rắn №2.VN do Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga nghiên cứu và chế tạo.

3.2. Khảo sát lựa chọn tỷ lệ giữa pigment và chất độn

Dựa trên màu vàng nhạt của sơn EP-076, tiến hành pha màu theo tỷ lệ thành phần pigment gồm $SrCrO_4$ và TiO_2 cho sơn YD-021 như trong bảng 3.

Bảng 3. Tỷ lệ thành phần bột màu (pigment) cho sơn YD-021

TT	Pigment	Tỷ lệ, %
1	$SrCrO_4$	55
2	TiO_2	45

Tỷ lệ pigment và chất độn là yếu tố quan trọng, quyết định đến độ nhớt của sơn bán thành phẩm do khả năng thấm dầu của các thành phần này trong sơn. Tiến hành khảo sát tỷ lệ pigment và chất độn theo các đơn M1, M2 và M3. Đơn pha chế và kết quả đo một số chỉ tiêu cơ lý của các mẫu đơn khảo sát được trình bày tại bảng 4 và bảng 5.

Bảng 4. Đơn pha chế khảo sát tỷ lệ giữa pigment và bột độn

TT	Thành phần đơn	M1	M2	M3
1	Nhựa YD 011	32	32	32
2	Pigment:	8	12	16
3	Bột độn (Talc), %	14	10	6
4	Dung môi	46	46	46

Bảng 5. Một số chỉ tiêu của các đơn khảo sát M1, M2 và M3

TT	Chỉ tiêu	M1	M2	M3	Mức yêu cầu
1	Độ nhớt trên VZ-246 đường kính lỗ 4 mm, giây	32	24	16	14-20
2	Hàm lượng chất bay hơi, %	46	46	46	46-52

Kết quả bảng 5 cho thấy trong điều kiện hàm lượng nhựa và chất rắn không đổi, khi tăng tỷ lệ pigment và bột talc từ 0,57 đến 2,67 thì độ nhớt của sơn giảm từ 32 xuống 16 giây. Điều này được giải thích do độ thấm dầu của bột talc lớn hơn nhiều so với pigment. Khi tỷ lệ pigment ($SrCrO_4$, TiO_2) và bột talc là 2,67 (Đơn M3) thì sơn bán thành phẩm bảo đảm chỉ tiêu độ nhớt theo tiêu chuẩn TU 6-10-755-84.

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng nhựa đến chất lượng của sơn

Khi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng nhựa đến chất lượng của sơn lót YD-021, hàm lượng dung môi và hàm lượng chất rắn (pigment và bột độn) được giữ nguyên, chỉ tiến hành thay đổi hàm lượng nhựa epoxy YD 011 từ 26% đến 32%. Đơn pha chế của các mẫu khảo sát M4, M5 và M6 được trình bày trong bảng 6. Kết quả đo chỉ tiêu cơ lý cho các đơn M4, M5 và M6 được trình bày trong bảng 7.

Bảng 6. Đơn pha chế khảo sát hàm lượng nhựa trong sơn YD-021

TT	Thành phần	M4		M5		M6	
		Khối lượng, g	Phần trăm, %	Khối lượng, g	Phần trăm, %	Khối lượng, g	Phần trăm, %
1	Nhựa YD 011	240	26,09	280	29,17	320	32,00
2	Pigment	160	17,39	160	16,67	160	16,00
3	Bột talc	60	6,52	60	6,25	60	6,00
4	Dung môi	460	50	460	47,92	460	46,00
	Tổng	920	100	960	100	1000	100

Bảng 7. Chỉ tiêu cơ lý của các mẫu sơn khảo sát M4, M5 và M6

TT	Chỉ tiêu	M4	M5	M6	Mức yêu cầu
1	Dạng ngoài màng sơn	Đồng nhất	Đồng nhất	Đồng nhất	Đồng nhất
2	Màu sắc	Vàng nhạt	Vàng nhạt	Vàng nhạt	Vàng nhạt
3	Độ mịn theo phương pháp Klin, µm, không lớn hơn	30	30	30	35
4	Độ nhớt theo BZ-4 ở 20^{o}C, giây	13,70	14,72	16	14 ÷ 20
5	Thời gian khô đến mức 3 ở 20^{o}C, giờ, không lớn hơn	6	6	6	6
6	Hàm lượng chất không bay hơi, %	50,00	52,08	54,00	48 ÷ 54
7	Độ bền uốn của màng sơn, mm, không lớn hơn	4	4	3	3
8	Độ bền của màng sơn khi va đập, kg.cm, không nhỏ hơn	100	100	100	50
9	Độ cứng của màng sơn theo Persoz, không nhỏ hơn	0,52	0,58	0,62	0,6
10	Độ bền của màng sơn ở 20^{o}C trong môi trường, giờ, không nhỏ hơn - Nước - Dầu mỡ - Xăng	 24 24 24	 24 24 24	 24 24 24	 24 24 24

Kết quả bảng 7 cho thấy, khi tăng hàm lượng nhựa epoxy YD 011 từ 26% đến 32% thì độ nhớt, độ bền uốn và độ cứng của màng sơn tăng lên. Trong các đơn khảo sát thì đơn M6 đáp ứng các chỉ tiêu kỹ thuật theo yêu cầu của TU 6-10-755-84. Như vậy lựa chọn đơn chế tạo sơn lót YD-021 là đơn M6.

3.4. Nghiên cứu tỷ lệ giữa chất đóng rắn và sơn bán thành phẩm

Lựa chọn tỷ lệ chất đóng rắn và sơn bán thành phẩm YD-021 có ý nghĩa quan trọng, tỷ lệ pha trộn tối ưu vừa đảm bảo được các chỉ tiêu cơ lý của sơn YD-021, vừa đảm bảo thời gian sống của sơn trong quá trình sử dụng. Các đơn M7, M8, M9 và M10 khảo sát tỷ lệ chất đóng rắn №2.VN và sơn bán thành phẩm YD-021 được trình bày trong bảng 8. Kết quả đo một số chỉ tiêu cơ lý mẫu M7, M8, M9 và M10 trình bày trong bảng 9.

Bảng 8. Đơn khảo sát tỷ lệ giữa chất đóng rắn và sơn bán thành phẩm YD-021

TT	Tỷ lệ khối lượng	M7	M8	M9	M10
1	Chất đóng rắn №2.VN	20	25	30	35
2	Sơn bán thành phẩm YD-021	100	100	100	100

Bảng 9. Một số chỉ tiêu cơ lý của các mẫu sơn khảo sát M7, M8, M9 và M10

TT	Chỉ tiêu	M7	M8	M9	M10	Mức yêu cầu
1	Thời gian khô đến mức 3 ở 20^{o}C, giờ, không lớn hơn	8,3	7,5	7	6	6
2	Độ cứng của màng sơn theo Persoz	0,48	0,52	0,56	0,62	0,6
3	Độ bền uốn của màng sơn, mm, không lớn hơn	1	2	2	3	3

Kết quả bảng 9 cho thấy, khi tăng hàm lượng chất đóng rắn thì thời gian khô và độ bền uốn của màng sơn giảm xuống, độ cứng của màng sơn tăng lên. Tỷ lệ chất đóng rắn và sơn bán thành phẩm tối ưu là 35 : 100, với tỷ lệ này sơn lót YD-021 đáp ứng các yêu cầu về thời gian khô và độ bền uốn của màng sơn theo tiêu chuẩn TU 6-10-755-84.

3.5. Đánh giá chất lượng của sơn lót YD-021 và sơn lót EP-076

Để so sánh chất lượng của sơn lót YD-021 so với sơn lót EP-076, tiến hành kiểm tra chỉ tiêu kỹ thuật của hai loại sơn trên theo tiêu chuẩn TY 6-10-755-84. Kết quả kiểm tra đánh giá chất lượng của sơn YD-021 và một mẫu sơn EP-076 được trình bày trong bảng 10.

Bảng 10. Chỉ tiêu kỹ thuật của sơn lót YD-021 và EP-076

TT	Tính chất lý hóa của sản phẩm	YD-021	EP-076	Mức yêu cầu
1	Dạng ngoài màng sơn	Đồng nhất	Đồng nhất	Đồng nhất
2	Màu sắc	Vàng nhạt	Vàng nhạt	Vàng nhạt
3	Độ mịn của màng sơn, µm, không lớn hơn	30	35	35
4	Độ nhớt theo BZ-4 ở 20^{o}C, giây	16	16	14 ÷ 20
5	Thời gian khô đến mức 3 ở 20^{o}C, giờ, không lớn hơn	6	6	6
6	Hàm lượng chất không bay hơi, %	54	53,68	48 ÷ 54
7	Độ bền uốn của màng sơn, mm, không lớn hơn	3	3	3
8	Độ bền của màng sơn khi va đập, kg.cm, không nhỏ hơn	100	100	50
9	Độ cứng của màng sơn, không nhỏ hơn	0,62	0,61	0,6
10	Độ bám dính của màng sơn	1	1	-
11	Độ bền của màng sơn ở 20^{o}C trong môi trường, giờ, không nhỏ hơn - Nước - Dầu mỡ - Xăng	 24 24 24	 24 24 24	 24 24 24

Kết quả bảng 10 cho thấy sản phẩm sơn lót chống ăn mòn YD-021 được chế tạo có tiêu chuẩn kỹ thuật tương đương với sản phẩm sơn lót EP-076 (TU 6-10-755-84).

3.6. Đánh giá hiệu quả bảo vệ của sơn YD-021, EP-076

Đánh giá độ bền và hiệu quả bảo vệ, khả năng chống ăn mòn của sơn lót chống ăn mòn YD-021 sử dụng mẫu đối chứng sơn lót EP-076. Đánh giá khả năng chống ăn mòn của các mẫu sơn được tiến hành theo phương pháp thử nghiệm gia tốc bằng phương pháp mù muối theo tiêu chuẩn GOST 9.401-2018. Thử nghiệm mù muối được tiến hành ở điều kiện nhiệt độ 35^{o}C, nồng độ dung dịch muối NaCl 5% trong thời gian 30 chu kỳ. Kết quả thử nghiệm gia tốc bằng phương pháp mù muối được trình bày trong bảng 11 và hình 1.

Bảng 11. Kết quả thử nghiệm gia tốc của các loại sơn lót khác nhau

Loại sơn lót	Thời gian xuất hiện phồng rộp trên bề mặt sơn, chu kỳ	Miêu tả hiện tượng ăn mòn
YD-021	>30	Không xuất hiện
EP-076	24	Một vài vết phồng rộp dọc theo vết rạch ở mặt trước

a b c d

Hình 1. Hình ảnh mẫu sơn EP-076 (a, b), và YD-021 (c, d) sau 30 chu kỳ thử nghiệm mù muối

Kết quả bảng 11 và hình 1 cho thấy sau 30 chu kỳ thử nghiệm mù muối, màng sơn lót YD-021 và EP-076 ngăn chặn hiệu quả các tác nhân ăn mòn thẩm thấu qua màng sơn, làm tăng khả năng bảo vệ, chống ăn mòn. Như vật sơn lót YD-021 và EP-076 có chất lượng bảo vệ tương đương nhau trong điều kiện mù muối.

Kết quả nghiên cứu trên đây chỉ so sánh với 01 mẫu sơn EP-076 cụ thể, có ý nghĩa tham khảo, định hướng trong quá trình chế tạo sơn YD-021.

4. KẾT LUẬN

- Đã lựa chọn được các nguyên liệu phù hợp có sẵn trên thị trường gồm nhựa epoxy YD 011, các pigment $SrCrO_4$ mác L-203E, TiO_2 mác KA-100 và bột talc GT-3000 để chế tạo sơn lót chống ăn mòn YD-021 đáp ứng tiêu chuẩn TU 6-10-755-84.

- Đã chế tạo được sơn lót YD-021 đạt các chỉ tiêu chất lượng tương đương sản phẩm EP-076 (TU 6-10-755-84) bằng các nguyên liệu có sẵn trong nước. Thành phần đơn chế tạo sơn lót YD-021 bao gồm 32% nhựa epoxy YD 011, 16% pigment (8,8% $SrCrO_4$, 7,2% TiO_2), 6% bột talc và 46% dung môi.

- Sơn lót YD-021 có độ bám dính tốt, bền dưới tác dụng của nước, xăng, dầu mỡ, có khả năng chống ăn mòn cao trong môi trường có nồng độ hơi muối lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đồng Phạm Khôi, *"Nhiệt đới hóa tổ hợp tên lửa phòng không Petrora C-125-2TM tại d184/e213/f363 của Quân chủng Phòng không-Không quân"*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp cơ sở, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga, Hà Nội, 2020.
2. Козлова А.А., Кондрашов Э.К., *Система лакокрасочных покрытий для противокоррозионной защиты магниевых сплавов*, Авиационные материалы и технологии, 2014, **2**:44-47.
3. Nguyễn Quang Huỳnh, *Công nghệ sản xuất sơn-vecni,* Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật Hà Nội, 2010, 367 trang.
4. Финкельштейн М.И., *Промышленное применение эпоксидных лакокрасочных материалов*, Москва: Химия, 1969, с. 10-11.
5. Патент 94036652 Российская Федерация, *Грунтовка для антикоррозионного покрытия*, 1996 г, 12 с.
6. Еселев А.Д., Бобылев В.А., *Эпоксидные смолы: вчера, сегодня, завтра,* Лакокрасочная промышленность, 2009, **9**:12-16.

SUMMARY

PREPARE ANTI-CORROSION FOR USE IN TROPICAL CLIMATES

This article presents the results of the research on preparation of anticorrosion primer YD-021 that was manufactured by using raw materials available in Vietnam. Suitable raw materials in Viet Nam used to manufacture this primer YD-021 were selected. The influence of the components on the physico-mechanical properties of primer YD-021 has been investigated. The coating of primer YD-021 was stable and well protected the metal samples after 30 test cycles in salt spray.

Keywords: *Anticorrosion primer, Russian paint EP-076, tropical region.*

Nhận bài ngày 18 tháng 6 năm 2021

Phản biện xong ngày 16 tháng 7 năm 2021

Hoàn thiện ngày 21 tháng 7 năm 2021

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

(2) Khoa Khoa học Cơ bản, Học viện Hậu cần