

Nghiên cứu khả năng kháng UV của lớp phủ trên cơ sở chất tạo màng họ fluoropolyme và định hướng chế tạo lớp phủ độ bền cao bảo vệ vũ khí

Trần Phương Chiến*, Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Đình Chinh, Nguyễn Nhị Trữ

Viện Nhiệt đới môi trường/ Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

*Email liên hệ: phuongchien@mail.ru.

Nhận bài ngày 15/9/2021; Hoàn thiện ngày 15/11/2021; Chấp nhận đăng ngày 12/12/2021.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.76.2021.89-97>

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm mục đích chế tạo lớp phủ bền UV với Fluoropolyme và các loại bột màu, phụ gia đặc biệt. Khảo sát độ bền UV được tiến hành giữa Fluoroethylene vinyl ether (FEVE) so với Polyurethane, Epoxy, Acrylic, Alkyd. Trên cơ sở đó, nghiên cứu xây dựng công thức và quy trình chế tạo lớp phủ với chất tạo màng FEVE với các loại bột màu TiO₂ khác nhau (PFC 105, Ti-902, R 767). Các mẫu thử được thử nghiệm bằng thiết bị QUV test và theo tiêu chuẩn quy định. Kết quả nghiên cứu đã chế tạo được lớp phủ Fluoropolyme có tính năng cơ lý cao và khả năng kháng UV vượt trội từ 10 % - 20% so với các loại sơn khác.

Từ khóa: Lớp phủ bền môi trường; Lớp phủ bền UV; Fluoropolyme; Fluoroethylen-vinyl ete (FEVE).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong lĩnh vực quân sự, hầu hết các VKTBKT đều được làm từ kim loại. Nhiều VKTBKT thường xuyên hoạt động trong điều kiện khắc nghiệt của ánh sáng mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm cao và hơi muối biển. Tình trạng ăn mòn, hư hỏng diễn ra liên tục, gây thiệt hại nặng về kinh tế, kỹ thuật và an ninh, quốc phòng. Các loại VKTBKT nói chung đều được sơn phủ bảo vệ nhiều lớp, tuy nhiên, lớp ngoài cùng thường có tuổi thọ sử dụng không cao do chịu tác động của tia UV. Nguyên nhân được chỉ ra là các hệ chất tạo màng thông thường hiện nay (polyurethane, acrylic, epoxy, alkyd,...) có năng lượng liên kết yếu, dưới tác động của tia UV dễ bị đứt gãy, tạo thành gốc tự do và gây lão hóa màng sơn. Khi lớp sơn bảo vệ ngoài cùng bị hư hại, các lớp lót bên trong cũng nhanh chóng bị tấn công, làm cho hiệu quả bảo vệ của cả tổ hợp lớp phủ bị suy giảm, đẩy nhanh tốc độ ăn mòn VKTBKT.

Để nâng cao khả năng kháng UV và tăng hiệu quả bảo vệ cho hệ lớp phủ, chúng tôi tiến hành nghiên cứu chất tạo màng họ Fluoropolyme cùng một số loại bột màu và phụ gia đặc biệt định hướng chế tạo lớp phủ bền UV (AntiUV QS-21). Fluoropolyme là loại chất tạo màng có tính năng cơ lý và khả năng chịu thời tiết cao, đặc biệt là vùng nhiệt đới. Độ bền cao của Fluoropolyme được giải thích là do liên kết mạnh của các nguyên tử flo trong cấu trúc khung, ngăn chặn hoặc làm giảm sự sản sinh gốc tự do tạo ra sự phân hủy [2]. Đồng thời, việc sử dụng một số loại TiO₂ và kết hợp cùng lúc nhiều loại phụ gia kháng UV cũng góp phần tăng khả năng chống chịu thời tiết cho lớp phủ.

Các nội dung nghiên cứu chính cần giải quyết: (i) Xác định hàm lượng chất đóng rắn sử dụng trong lớp phủ; (ii) Khảo sát khả năng kháng UV của chất tạo màng Fluoropolyme; (iii) Nghiên cứu thiết lập công thức chế tạo lớp phủ bảo vệ kim loại có khả năng kháng UV cao; (iv) Thử nghiệm, so sánh đánh giá khả năng kháng UV của lớp phủ AntiUV QS-21.

2. NỘI DUNG CẦN GIẢI QUYẾT

2.1. Nguyên vật liệu và thiết bị thí nghiệm

2.1.1. Nguyên vật liệu thí nghiệm

- Chất tạo màng Fluoropolyme: FEVE resins: Non-volatile, %: 50; Density at 20 °C, g/cm³: 1.1 – 1.15; Độ nhớt, Mpa: 1200 – 2500; Hydroxyl value (mg KOH/g): 50 – 55; Acid value (mg KOH/g): 3;

- Chất đóng rắn Isocyanate 6ACOHAT XN19: Non-volatile, %: 89 – 91; Viscosity at 23 °C, cps: 450 – 650; NCO content, %: 19.3 – 20.3; NCO equivalent weight: 212;

- Butyl acetate: Công thức phân tử: $C_6H_{12}O_2$; Nhiệt độ sôi: 126 °C; Khối lượng phân tử: 116,16 g/mol; Tỷ trọng: 0.88 g/cm³;

- Phụ gia kháng UV: Speedblock 1130 và Speedblock UV92;

- TiO₂ PFC 105: Dạng tinh thể Rutile; Xử lý Clorua; TiO₂ 87 (%); Kích thước hạt (trung bình) 0,28 (μm); Độ hấp thụ dầu 22 (g/100g);

- Các loại hóa chất, phụ gia khác: (i) Chất tạo màng Acrylic polyol Cemalysk 119; Acrylic AA1550; Epoxy ENIKOM Resin X75; Medium Alkyd 195 (ii) Chất tạo màu TiO₂ Tipure 902; Fe₃O₄; BaSO₄; (iii) Phụ gia: Chất chống lắng; Chất hóa dẻo; Chất phá bọt; Chất trợ phân tán.

2.1.2. Thiết bị thí nghiệm và kiểm tra đánh giá

a. Thiết bị thí nghiệm, thử nghiệm

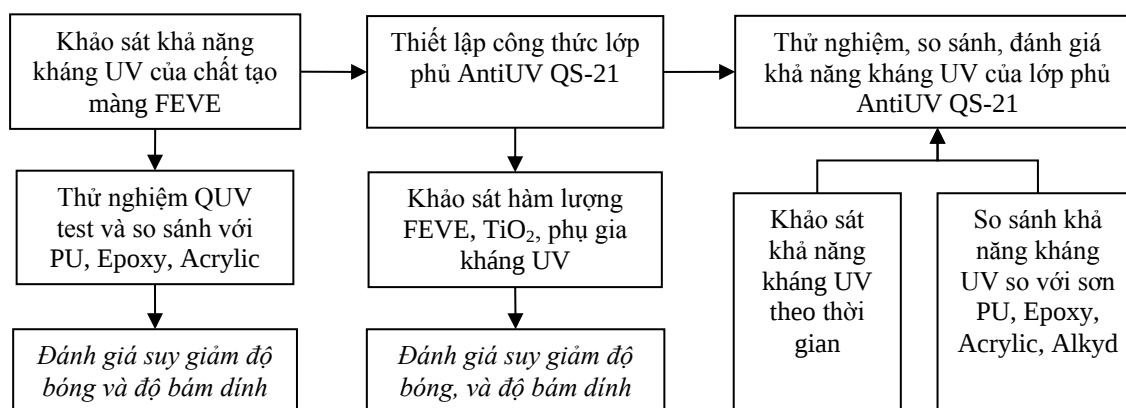
Cân điện tử; Cân phân tích; Thiết bị phân tán và nghiền bi tốc độ cao BGD 750/3 (max 7500 vòng/phút); Thiết bị phân tán siêu âm UP400St; Thiết bị lọc.

b. Thiết bị kiểm tra đánh giá

- Thiết bị kiểm tra tính chất cơ lý: Thiết bị đo bám dính màng sơn bằng phương pháp cắt ô; Thiết bị đo độ cứng màng sơn bằng bút chì; Thước kéo đo độ mịn; Thiết bị đo độ bền uốn gập; Thiết bị đo độ bền va đập màng sơn; Thiết bị đo độ dày;

- Thiết bị đo khả năng kháng UV: Tủ QUV test nhiệt ẩm (Đo khả năng chịu ánh sáng đèn huỳnh quang tử ngoại); Thiết bị đo độ bóng màng sơn Elcometer.

2.2. Phương pháp tiến hành thực nghiệm



Quy trình chế tạo lớp phủ AntiUV QS-21 thử nghiệm được thực hiện qua các bước dưới đây:

Bước 1 - Phân tán bột màu vào dung dịch nhựa-dung môi:

- Giai đoạn 1: Phân tán bằng thiết bị khuấy BGD 750/3, tốc độ = 3000 vòng/phút, thời gian 20 – 30 p, nhiệt độ duy trì < 50 °C (nhờ cối nghiền 2 lớp làm mát bằng nước);

- Giai đoạn 2: Phân tán bằng thiết bị siêu âm UP400St: Công suất 400 W, tần số 23 Hz, thời gian 30 p.

Bước 2 - Ủ muối 24 giờ để các loại bột thấm ướt đều;

Bước 3 - Nghiền mịn hỗn hợp đến độ mịn < 15 micro: dùng thiết bị nghiền bi, tốc độ = 3500 - 4500 vòng/phút, thời gian 30 – 40 p, nhiệt độ duy trì < 60 °C;

Bước 4 - Phân tán giai đoạn 2 các thành phần chất tạo màng, dung môi, phụ gia còn lại: dùng thiết bị khuấy cánh khuấy đĩa, tốc độ = 2000 - 3000 vòng/phút trong 20 – 30 p, nhiệt độ duy trì < 50 °C;

Bước 5 - Lọc chân không, tạo mẫu trên thép hoặc đóng gói.

2.3. Phương pháp kiểm tra đánh giá

a. Xác định yêu cầu kỹ thuật đối với lớp phủ kháng UV trên nền thép cacbon

- Lớp phủ đáp ứng được yêu cầu về các tính năng cơ lý quan trọng của lớp phủ bảo vệ trên nền thép cacbon (TCVN 8789:2011): Độ bền bám dính: điểm 1; Độ bền uốn: đường kính trục 2 mm; Độ bền va đập màng sơn: > 50 kg.cm; Độ bóng > 70 GU; Độ cứng bút chì > 3H;

- Đối với khả năng kháng UV: đảm bảo > 90% sau 360 giờ và > 80% sau 720 giờ thử nghiệm QUV test, cao hơn 10 – 20% so với các lớp phủ thông thường hiện nay (polyurethane, epoxy, acrylic, alkyd).

b. Phương pháp nghiên cứu tính chất cơ lý

Sử dụng các tiêu chuẩn TCVN hiện hành đo tính chất cơ lý cho sơn, lớp phủ: Đo khả năng bám dính theo TCVN 2097-2015; Đo độ bóng màng sơn theo TCVN 2101-2016; Đo độ bền va đập theo TCVN 2100-2-2013; Đo độ nhớt theo TCVN 4859-2013; Độ độ cứng theo ASTM D 3363; Đo độ bền uốn màng sơn theo TCVN 2099 – 2013.

c. Phương pháp nghiên cứu khả năng kháng UV

TCVN 11608-3 : 2016. Thông số thử nghiệm QUV test: 1 chu kỳ 8 giờ, trong đó 4 giờ chiếu khô UVA340 (340 nm), công suất bức xạ 0.83 W/m².nm, nhiệt độ tấm đen 60 ± 2.5 °C, 4 giờ tiếp theo là bán chu kỳ ngưng tụ (dark period) tắt bức xạ UV, duy trì nhiệt độ 50 ± 2.5 °C.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

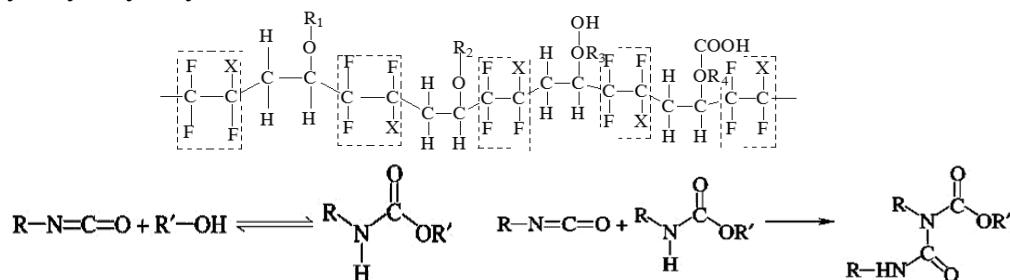
3.1. Xác định hàm lượng đóng rắn cho chất tạo màng FEVE

Hàm lượng chất đóng rắn được tính toán lý thuyết và thử nghiệm thực tế:

Tính toán lý thuyết hàm lượng chất đóng rắn isocyanate XN19 sử dụng cho chất tạo màng FEVE:

$$\text{FEVE/XN19} = (\text{M}_{\text{NCO}} \times \text{Hydroxyl value FEVE} \times \text{Non-volatile FEVE}) / (\text{M}_{\text{OH}} \times \text{Hydroxyl value FEVE} \times \text{Non-volatile FEVE}) = 46 \times 50 \times 50 / 17 \times 20 \times 90 = 3.43.$$

Suy ra tỷ lệ lý thuyết FEVE:XN19 = 100:29.



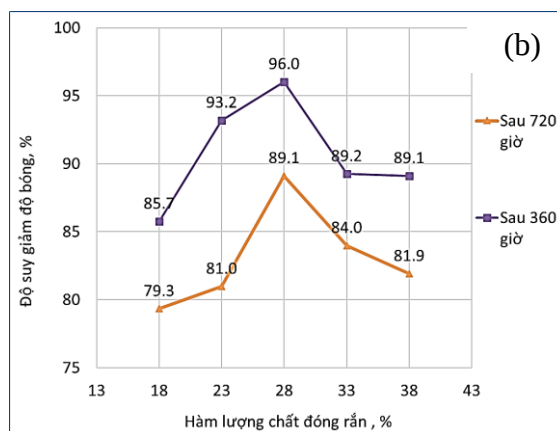
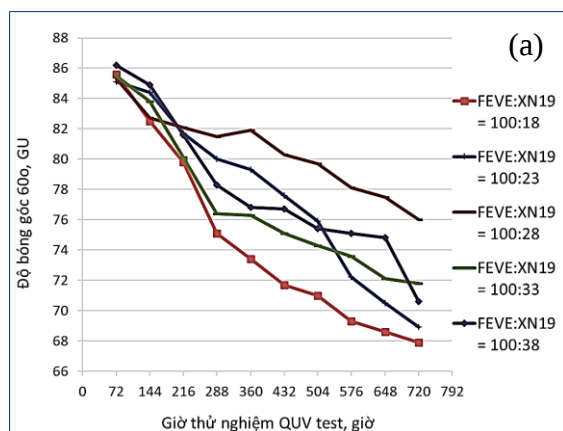
Hình 1. Cấu trúc phân tử FEVE và phản ứng đóng rắn với nhóm chức –CNO.

Cùng với tính toán lý thuyết, chúng tôi tiến hành thử nghiệm thực tế thông qua các tính chất cơ lý và tính chất bề mặt của lớp phủ. Từ đó, xác định hàm lượng chất đóng rắn sử dụng phù hợp nhất.

Kết quả tính toán lý thuyết và khảo nghiệm thực tế cho thấy hàm lượng đóng rắn isocyanate XN19 trong khoảng 27% – 32% so với chất tạo màng FEVE là tốt nhất. Màng sau đóng rắn đảm bảo độ bám dính điểm 0 (hoàn toàn không bị bong tróc); Độ cứng bút chì đạt 4H, độ bền va đập 50 – 52 kg.cm; Khả năng bền trong dung môi 30 giờ (cao nhất) cũng thể hiện mức độ đóng rắn của màng FEVE. Kết quả thử nghiệm thực tế phù hợp với tính toán lý thuyết tỷ lệ hàm lượng FEVE : XN19 = 100:29. Lớp phủ FEVE đơn thuần vẫn đảm bảo thời gian khô, tính bám dính lên thép. Tuy nhiên, khi có mặt của polyisocyanate, tính năng cơ lý của lớp phủ tăng lên đáng kể. Nguyên nhân là các nhóm chức –CNO trong polyisocyanate phản ứng với nhóm chức –OH trong FEVE tạo mạng không gian 3 chiều.

Bảng 1. Khảo sát thực tế xác định hàm lượng đóng rắn.

XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG CHẤT ĐÓNG RẮN CHO FEVE					
Nguyên liệu	Mẫu 2 XN19 - 18%	Mẫu 3 XN19 - 23%	Mẫu 4 XN19 - 28%	Mẫu 5 XN19 - 33%	Mẫu 6 XN19 - 38%
Hỗn hợp lớp phủ FEVE-TiO ₂ 105	20	20	20	20	20
Hỗn hợp đóng rắn XN19:xylene = 1:1	4	5	6	7	8
Hàm lượng chất đóng rắn so với nhựa	18	23	28	33	38
TÍNH CHẤT					
Thời gian khô mặt	< 30p	< 30p	< 30p	< 30p	< 30p
Bám dính, điểm	1	1	1	0	0
Độ bóng, GU	70.2	71.7	71.4	73.1	71.8
Độ cứng bút chì, H	H	3H	4H	4H	4H
Độ bền uốn, mm	2	2	2	2	3
Độ bền va đập, kg.cm	36	44	48	52	50
Thời gian sống, giờ	4	4	3.5	3.5	3
Độ bền ngâm dung môi, giờ	15	16	28	30	30

**Hình 2.** Độ suy giảm độ bóng của lớp phủ FEVE theo hàm lượng chất đóng rắn:

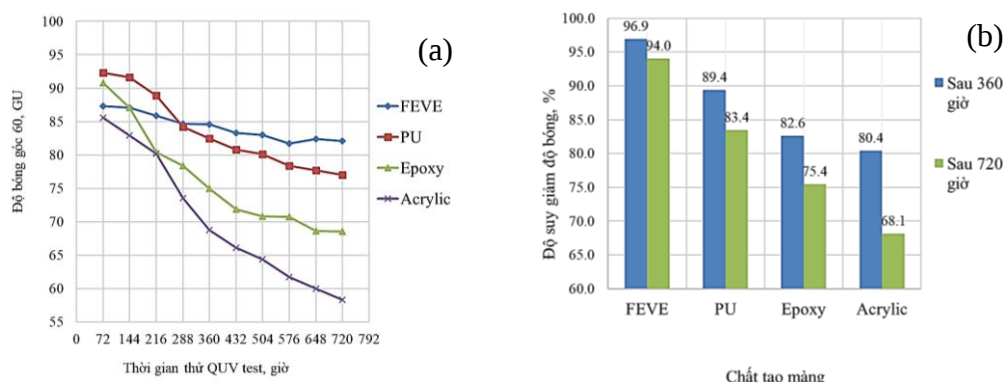
- a) Độ bóng (GU) các lớp phủ FEVE trong quá trình thử nghiệm QUV test;
 b) Độ suy giảm độ bóng (%) lớp phủ FEVE ứng với các hàm lượng đóng rắn khác nhau sau 360 giờ và 720 giờ thử nghiệm QUV test.

Kết quả thử nghiệm khả năng kháng UV của chất tạo màng FEVE theo các hàm lượng chất đóng rắn cũng cho thấy tại hàm lượng chất đóng rắn 28% lớp phủ FEVE đạt khả năng kháng UV cao nhất. Độ suy giảm độ bóng sau 360 giờ đạt 96.0% và tại 720 giờ đạt 89.1%

3.2. Khảo sát khả năng kháng UV của chất tạo màng FEVE so với PU, Epoxy, Acrylic

Kết quả thử nghiệm kháng UV của chất tạo màng FEVE. Kết quả thử nghiệm QUV test cho thấy tất cả các mẫu thử sau thời gian thử nghiệm 72 giờ đến 720 giờ độ bóng đều bị suy giảm. Trong đó, mức độ suy giảm độ bóng của chất tạo màng FEVE sau 360 giờ và 720 giờ điều tốt

nhất tương ứng với 96.9% và 94%. Tiếp theo là chất tạo màng Polyurethane, Epoxy và Acrylic. Nguyên nhân được chỉ ra là do nguyên tử fluor tương đối nhỏ, độ phân cực thấp nhưng lại có độ âm điện cao. Khi fluor liên kết với carbon (C - F), liên kết này mạnh hơn, không nhạy cảm với lực Van der Waals như hydrocarbon, không dễ dàng liên kết với các vật liệu khác. Nếu bức xạ bị hấp thụ có mức năng lượng cao hơn năng lượng giữ cấu trúc phân tử lại với nhau, liên kết phân tử sẽ bị phá hủy và sự lão hóa bắt đầu xảy ra. Trong khi năng lượng ánh sáng cao nhất để phá hủy vật chất là 411 kJ/mol thì năng lượng phá hủy nhiều liên kết trong hợp chất chứa Flo cao hơn giá trị đó.



Hình 3. So sánh khả năng kháng UV của chất tạo màng FEVE so với PU, Epoxy, Acrylic:

a) Độ bóng (GU) các lớp phủ trong quá trình thử nghiệm QUV test;

b) Độ suy giảm độ bóng (%) các lớp phủ sau 360 giờ và 720 giờ thử nghiệm QUV test.

Bảng 2. So sánh giá trị năng lượng cần thiết để phá hủy liên kết.

Hợp chất	Cacbon-cacbon	KJ/mol	Hợp chất khác	KJ/mol
Hợp chất fluor	CF ₃ -CF ₃	414	F-CF ₂ -CH ₃	523
	CF ₃ -CH ₃	424	CF ₃ CH ₂ -H	447
Hợp chất khác	CH ₃ -CH ₃	379	CH ₃ CH ₂ -H	411

3.3. Thiết lập công thức và quy trình chế tạo lớp phủ bền UV AntiUV QS-21

a. Xác định công thức cơ sở lớp phủ AntiUV QS-21

- Hai thành phần quan trọng nhất trong công thức lớp phủ là chất tạo màng và chất tạo màu. Qua khảo sát cho thấy với hàm lượng TiO₂ PFC 105 > 16% thì lớp phủ sẽ đảm bảo che phủ tốt và có độ che phủ < 0.018 g/cm² (TCVN 2095:1993);

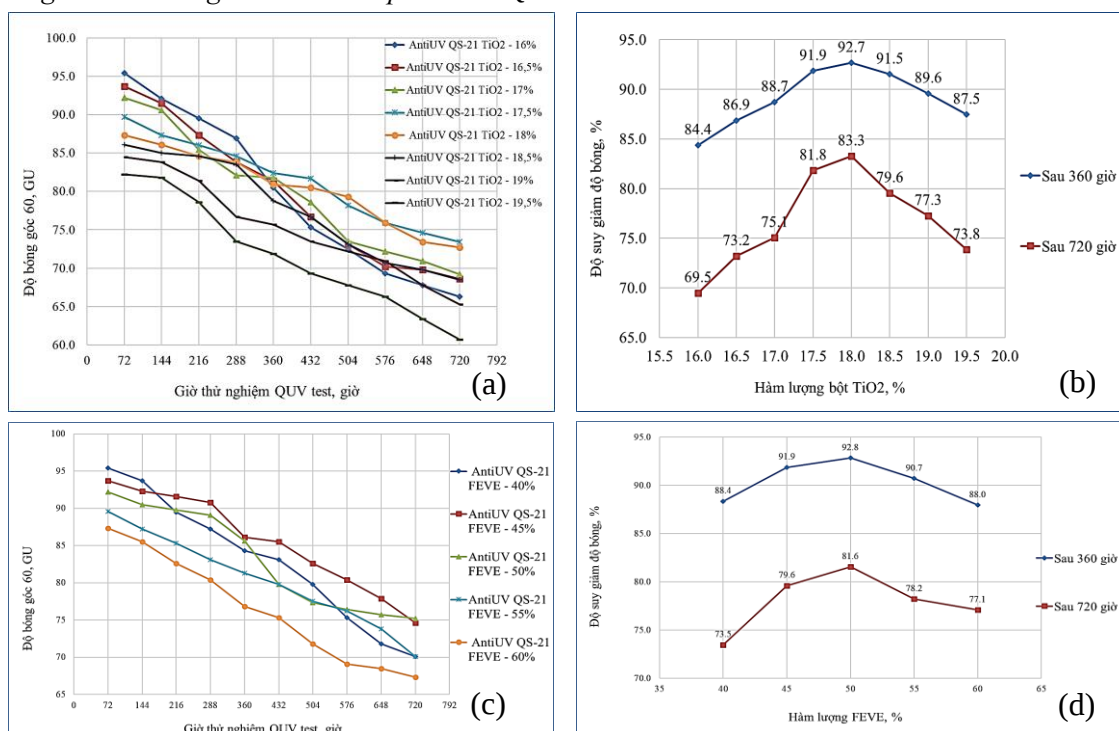
- Hàm lượng chất tạo màng FEVE > 40% lớp phủ đảm bảo được độ bám dính điểm 0 (TCVN 2097:2015) và độ bóng > 85 GU (TCVN 2101:2016);

- Hàm lượng dung môi và chất gia cường BaSO₄ được tính toán, cân đối để đảm bảo độ nhớt, độ bám dính và tính chất bề mặt.

Bảng 3. Công thức cơ sở lớp phủ AntiUV QS-21.

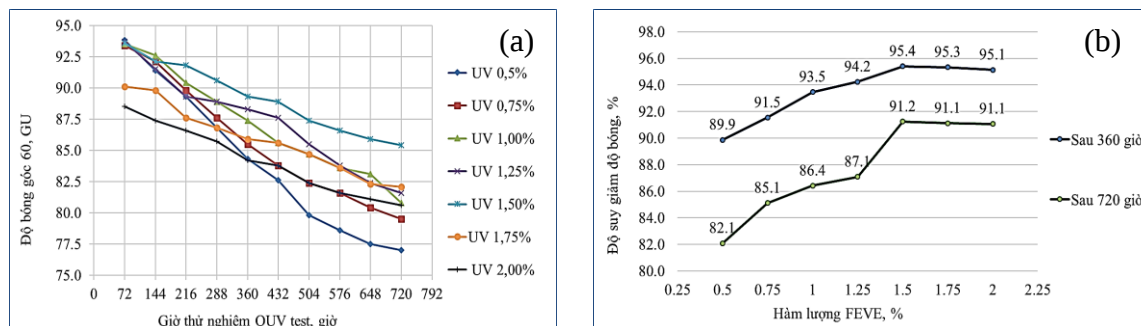
TT	Nguyên liệu	Hàm lượng, %
1	Dung môi các loại	< 20
2	Chất tạo màng FEVE	> 40
3	TiO ₂ PFC 105	> 16
4	Black cacbon FH 1604	1.5% so với TiO ₂
5	Bột BaSO ₄	< 14
6	Các loại phụ gia	< 10
7	Chất đóng rắn isocyanate XN 19	28 % so với chất tạo màng

b. Nghiên cứu công thức tối ưu lớp AntiUV QS-21

Hình 4. Khảo sát khả năng kháng UV theo hàm lượng TiO₂ và chất tạo màng FEVE:(a, b) Khảo sát độ bền UV theo hàm lượng TiO₂;

(c, d) Khảo sát độ bền UV theo hàm lượng chất tạo màng FEVE.

Kết quả khảo sát cho thấy đối với các mẫu thử có hàm lượng TiO₂ dưới 17% và FEVE > 55% cho hiệu quả kháng UV thấp, độ suy giảm độ bóng sau 360 giờ là < 90% và sau 720 giờ là < 80%. Có thể giải thích do hàm lượng TiO₂ thấp, hàm lượng FEVE cao làm độ che phủ bị hạn chế, ánh sáng xuyên qua màng tác động trực tiếp đến mạch polyme gây lão hóa một phần và suy giảm độ bóng. Đối với các mẫu có hàm lượng TiO₂ > 18.5%, FEVE < 45% cũng cho thấy khả năng kháng UV giảm dần. Nguyên nhân là hàm lượng TiO₂ lớn thì khả năng che chắn tốt, nhưng TiO₂ có độ hút dầu 22 (g/100g) sẽ làm giảm hàm lượng FEVE, khả năng bao phủ của chất tạo màng lên bột màu kém, khuyết tật màng nhiều hơn dẫn đến các yếu tố môi trường dễ xâm nhập vào sâu trong lớp phủ. Mặt khác hàm lượng TiO₂ cao đồng nghĩa với phản ứng quang hóa xảy ra mạnh hơn gây nên lão hóa lớp phủ.



Hình 5. Khảo sát khả năng kháng UV theo hàm lượng phụ gia kháng UV:

a) Độ bóng (GU) các lớp phủ trong quá trình thử nghiệm QUV test;

b) Độ suy giảm độ bóng (%) các lớp phủ sau 360 giờ và 720 giờ thử nghiệm QUV test.

Kết quả thử nghiệm cho thấy với sự có mặt của các chất phụ gia UV giúp tăng khả năng kháng UV của lớp phủ. Có thể giải thích ở nhiệt độ cao, quá trình chuyển động phân tử và chuyển động mạch (Brown) sẽ đạt đến điểm cực đại tại các vùng biên (bề mặt) và hình thành các quá trình gãy liên kết, hình thành các gốc tự do. Sự có mặt của phụ gia kháng UV Speedblock 1130 (hydroxyphenyl-benzotriazole) giúp hấp thụ sóng UV và chuyển hóa thành năng lượng nhiệt vô hại cho polyme, trong khi Speedblock UV92 (HALS - Hindered Amines Light Stabilizers) hỗ trợ khóa các hoạt tính các gốc tự do. Kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy hàm lượng $\geq 1.5\%$ khả năng kháng lão hóa UV đạt giá trị cao nhất và gần như không tăng thêm.

Từ các hàm lượng tối ưu đã xác định cho FEVE, TiO_2 PFC105, phụ gia kháng UV và các thành phần khác, đề xuất công thức lớp phủ AntiUV QS-21 như bảng 4.

Bảng 4. Công thức tối ưu lớp phủ AntiUV QS-21.

TT	Nguyên liệu	Hàm lượng
1	Dung môi Butyl Acetate	10
2	Dung môi Xylene	7.75
3	Chất tạo màng FEVE (fluoroethylen-vinyl ete)	45
4	Phụ gia trợ phân tán Afcona 4071	2.5
5	Phụ gia hóa dẻo	3
6	Phụ gia chống lắng	2
7	Phụ gia phá bọt	0.5
8	Phụ gia đàn trải bề mặt	0.5
9	Phụ gia kháng UV	1.5
10	Chất tạo màu TiO_2 PFC 105	18
11	Chất tạo màu cacbon black FH 1604	0.25
12	Chất độn gia cường BaSO_4	9
	Tổng	100
	Hỗn hợp chất đóng rắn isocyanate XN 19 : Xylene = 1:1	28

3.4. Thử nghiệm, so sánh, đánh giá tính chất cơ lý và khả năng kháng UV của lớp phủ AntiUV QS-21 so với với các loại lớp phủ thông thường

Để khảo sát khả năng kháng UV của lớp phủ AntiUV QS-21 chúng tôi sử dụng các lớp phủ trên cơ sở chất tạo màng polyurethane, epoxy, acrylic, alkyd. Trong đó, hàm lượng chất tạo màng, chất tạo màu, và các thành phần khác cơ bản giống lớp phủ AntiUV QS-21: chất tạo màng 45%, chất tạo màu TiO_2 18%, chất độn BaSO_4 9%, dung môi 17.75%.

Kết quả thử nghiệm, so sánh tính chất cơ lý quan trọng của các lớp phủ trên nền thép cacbon:

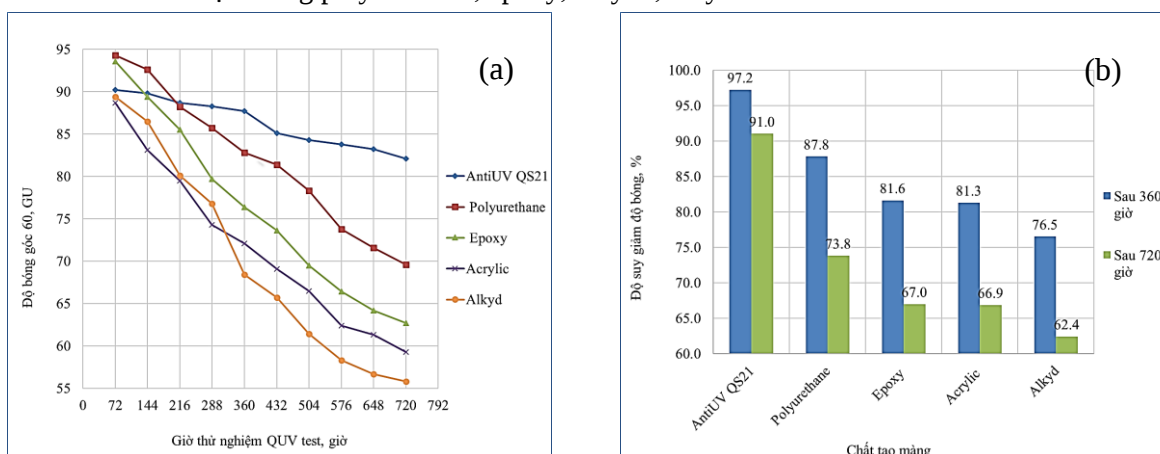
Bảng 5. So sánh chỉ tiêu cơ lý của AntiUV QS-21 với các lớp phủ thông thường.

Chỉ tiêu cơ lý	Tiêu chuẩn	Đơn vị	AntiUV QS21	PU	Epoxy	Acrylic	Alkyd
Độ bám dính	TCVN 2097:2015	điểm	0	0	0	1	1
Độ bóng	TCVN 2101:2016	GU	91.2	93.4	94.1	89.5	90.7
Độ bền va đập	TCVN 2100:2013	kg.cm	52	48	50	48	32
Độ cứng bề mặt	ASTM D 3363	H	4H	2H	3H	3H	H
Độ bền uốn	TCVN 2099:2013	mm	2	2	2	4	2
Độ nhót	TCVN 2092:2013	giây	65-70	65-70	75-80	65-70	65-70

Độ phủ	TCVN 2095:1993	g/cm ²	0.016	0.018	0.019	0.018	0.017
Thời gian khô bề mặt	TCVN 2096:2015	phút	10	15	30	5	120
Thời gian khô hoàn toàn	TCVN 2096:2015	giờ	48	72	72	24	168

Kết quả khảo sát các tính chất cơ lý quan trọng của lớp phủ cho thấy tất cả các chỉ tiêu cơ lý đều đáp ứng tốt và vượt so với yêu cầu cho lớp phủ bảo vệ kết cấu thép theo TCVN 8789:2011. So với các loại lớp phủ thông thường (polyurethane, epoxy, acrylic, alkyd), có một số chỉ tiêu tương đương như độ bám dính, độ bóng, độ bền uốn, độ nhót, độ bền va đập. Một số chỉ tiêu vượt so với các lớp phủ còn lại như độ cứng bề mặt, độ phủ.

Kết quả thử nghiệm, so sánh khả năng kháng UV của lớp phủ AntiUV QS-21 so với lớp phủ trên cơ sở chất tạo màng polyurethane, epoxy, acrylic, alkyd.



Hình 6. Thử nghiệm khả năng kháng UV lớp phủ AntiUV QS-21:

a) Độ bóng (GU) các lớp phủ trong quá trình thử nghiệm QUV test;

b) Độ suy giảm độ bóng (%) các lớp phủ sau 360 giờ và 720 giờ thử nghiệm QUV test.

Đối với thử nghiệm về khả năng kháng UV (QUV test) thì lớp phủ AntiUV QS-21 trên cơ sở chất tạo màng họ FEVE cho kết quả vượt trội so với các loại lớp phủ còn lại. Lớp phủ AntiUV QS-21 có độ suy giảm độ bóng thấp, sau 360 giờ giảm từ 90.2 GU xuống 87.7 GU tương đương với 97.2%, sau 720 giờ giảm từ 90.2 GU xuống 82.1 GU tương đương 91.0%. So với các mẫu lớp phủ thông thường độ suy giảm độ bóng sau 360 giờ đều dưới 90 % và sau 720 là dưới 75%. Qua tính toán sau 720 giờ thử nghiệm QUV test, khả năng kháng UV của lớp phủ AntiUV QS-21 vượt so với Polyurethane 18.9 %, Epoxy 26.4%, Acrylic 26.5%, Alkyd 31.4%.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thiết lập được công thức tối ưu cho lớp phủ AntiUV QS-21 với các thành phần chính là chất tạo màng họ Fluoropolyme (FEVE) 45%, chất tạo màu TiO₂ PFC 105 18%, phụ gia kháng UV 1.5%, hỗn hợp dung môi 18%, chất độn gia cường BaSO₄ 9%, các phụ gia khác < 9%. Hàm lượng chất đóng rắn isocyanate XN 19 sử dụng bằng 28% so với chất tạo màng FEVE. Lớp phủ AntiUV QS-21 có khả năng kháng UV cao nhờ chất tạo màng có năng lượng phá vỡ liên kết C-F lớn, bột màu TiO₂ PFC-105 được xử lý bề mặt có khả năng kháng UV cao, sự bổ sung các chất phụ gia UV giúp hấp thụ tia UV và khóa hoạt tính các gốc tự do sinh ra cũng giúp tăng khả năng kháng UV cho lớp phủ. Khả năng kháng UV sau 360 giờ và 720 giờ thử nghiệm QUV test lần lượt là 97.2% và 91.0%. So với các mẫu lớp phủ thông thường khả năng kháng UV của lớp phủ AntiUV QS-21 vượt Polyurethane 18.9 %, Epoxy 26.4%, Acrylic 26.5%, Alkyd 31.4%. Mặt

khác, chất tạo màng FEVE có một số nhóm chức – OH được khâu mạch hoàn toàn bằng nhóm – CNO có trong các hợp chất isocyanate giúp tạo mạng không gian và tăng tính năng cơ lý, độ bền cho lớp phủ. Các chỉ tiêu cơ lý quan trọng đối với lớp phủ bảo vệ kết cấu thép điều đạt và vượt so với TCVN 8789:2011

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí của chương trình “Nghiên cứu định hướng cán bộ trẻ năm 2021” – Viện KHCN QS, sự giúp đỡ về ý tưởng và phương pháp nghiên cứu của chuyên gia Nguyễn Nhị Trữ cùng các cộng sự tại Viện Nhiệt đới môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Takashi Takayanagi, Nguyen Nhi Tru, Nguyen Thi Bich Thuy, “Research and application of Fluoropolyme as protective coatings,” The 5th National Conference (VICORRA2017) on Corrosion & Metal Protection, Baria, Vietnam, October 2017.
- [2]. James Gardiner, Fluoropolymes: Origin, “Production, and Industrial and Commercial Applications,” Aust. J. Chem, 2015, 13 – 22.
- [3]. H. Tanabe, “The progress of newly developed Fluoropolyme topcoat systems - Weathering performance and track records since the 1980’s,” Proceedings of the NACE Annual Meeting, March 2011.
- [4]. To Thi Xuan Hang, Vu Ke Oanh, Trinh Anh Truc, Pham Gia Vu, Nguyen Tuan Dung, H. Tanabe, M. Nagai, K. Sadaishi, “Study on the weather resistance of organic coating systems under tropical atmospheric conditions,” Journal of Science and Technology, 2010, 48(5A), 30-36.
- [5]. Vu Ke Oanh, To Thi Xuan Hang, Nguyen Thuy Duong, Nguyen Anh Son, Trinh Anh Truc, Pham Gia Vu, Thai Thu Thuy, H. Tanabe, K. Sadaishi, K. Masuda, “High protection performance of coating system based on zinc rich primer and Fluoropolyme coating,” Journal of Science and Technology, 2018, 56(3B), 152 -158.
- [6]. H. Tanabe, M. Nagai, T. Kodama, T. Matsumoto, Nguyen Nhi Tru, “Environmental degradation of coatings in humid tropical atmosphere,” The 13th Asian-Pacific Corrosion Control Conference, 2003, Osaka – Japan.
- [7]. ISO 12944:2007 “Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems,”. ISO/TC 35/SC14 Publication
- [8]. M. Yamabe, “Fluoropolymer Coatings,” Organofluorine Chemistry, 397 (1994).
- [9]. S. Munekata, “Fluoropolymers as Coating Materials,” Progress in Organic Coatings, 16, 113-134 (1994).

ABSTRACT

A COMPARATIVE STUDY OF THE UV RESISTANCE OF FLUOROPOLYMER COATING AND ORIENTING THE FABRICATION OF DURABLE COATING TO PROTECT WEAPONS

The research aims to manufacture UV durable coating with Fluoropolymer and special pigments and additives. UV durability survey was conducted between Fluoroethylene vinyl ether (FEVE) and Polyurethane, Epoxy, Acrylic, Alkyd. On that basis, research on formulating and manufacturing process of coating with FEVE film-forming substance with different TiO₂ pigments (PFC 105, Ti-902, R 767) is presented. The samples are tested using the QUV equipment according to the specified standards. Research results have produced a Fluoropolymer coating with high mechanical properties and superior UV resistance of 10% - 20% compared to other paints.

Keywords: Environmentally durable coating; UV durable coating; Fluoropolyme; Fluoroethylen-vinyl ete (FEVE).