

Nghiên cứu chế tạo sơn nhúng một thành phần có độ cứng cao trên cơ sở dầu trẩu maleic hóa và nhựa epoxy

Dương Văn San*, Đặng Trần Thiêm, Phạm Minh Tuấn,
Phạm Xuân Thọ, Phạm Như Hoàn, Nguyễn Việt Long

Viện Hóa học - Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

*Email: duongvansan210@gmail.com

Nhận bài: 02/01/2023; Hoàn thiện: 20/02/2023; Chấp nhận đăng: 01/3/2023; Xuất bản: 25/12/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.92.2023.100-106>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo sơn có độ cứng cao tạo trên cơ sở nhựa epoxy rắn và dầu trẩu maleic hóa để sơn cho một số loại đạn cỡ nhỏ. Ảnh hưởng của tỷ lệ các thành phần chính đến các tính năng kỹ thuật của sơn đã được nghiên cứu. Kết quả cho thấy, điều kiện maleic hóa dầu trẩu tối ưu là: hàm lượng anhydrit maleic: 20%, nhiệt độ: 230 °C, thời gian: 4 h. Tỷ lệ nhựa dầu trẩu maleic hóa/epoxy = 1,5/10 (theo khối lượng). Sơn có một số tính năng kỹ thuật như: Hàm lượng chất không bay hơi: 20 - 23%, thời gian khô hoàn toàn ở 150 °C là 1,0 h, độ bám dính: 1 điểm, độ bền va đập: 50 kG.cm, độ bền uốn: 2 mm.

Từ khóa: Maleic hóa; Nhựa epoxy rắn; Lớp phủ polyme.

1. MỞ ĐẦU

Tại Nga, để bảo quản đạn cỡ nhỏ sau sản xuất, thường sử dụng sơn BJI-51 có chất lượng đạt theo TY 6-10-1385-78 được chế tạo từ nhựa cresol formaldehyde, poly vinyl butyral, este dầu lanh và dung môi etanol, xyclohexanon [2].

Tại Mỹ và một số nước, lớp phủ các loại đạn cỡ nhỏ còn được chế tạo trên cơ sở sơn nước của polysiloxan hữu cơ và copolymer của butadiene với styrene cũng được nghiên cứu [3]. Ngoài ra, phủ polyurethane, epoxy và polysiloxane, lớp phủ được bọc lên toàn bộ viên đạn sau khi đã hoàn thiện [4].

Hiện nay, quân đội ta thường sử dụng các loại đạn gồm: đạo pháo phản lực, đạn pháo phòng không, đạn pháo xe tăng, đạn cối, đạn súng tiểu liên AK, súng ngắn [1],... Trong đó, số lượng các loại đạn cỡ nhỏ (như đạn K51, K56, K53, K59) sản xuất hàng năm phục vụ dự trữ, huấn luyện, diễn tập bắn đạn thật là nhiều nhất. Vỏ đạn cỡ nhỏ được chế tạo trên cơ sở sắt mạ đồng đỏ. Việc phủ một lớp sơn bảo vệ lên các vỏ đạn này là một công đoạn. Lớp phủ này phải có độ cứng cao, chiều dày đồng đều (10 - 15 μm) để không bị xước, kẹt trong quá trình lắp ráp đạn trên dây chuyền tự động.

Trong nước đã chế tạo được sơn dai đạn cối với độ cứng cao trên cơ sở nhựa alkyd melamin của dầu lanh [6]. Sơn điện di anot từ dầu thực vật để bảo quản bề mặt kim loại. Một trong những ứng dụng thực tiễn của hệ sơn này trong quân đội là dây chuyền sơn điện di cho đuôi quả đạn cối [5]. Tuy nhiên, các hệ sơn này không được sử dụng cho quy trình sản xuất đạn cỡ nhỏ vì sẽ phải thay đổi công nghệ toàn bộ dây chuyền sản xuất.

Nhóm nghiên cứu phòng Vật liệu Cao phân tử đã chế tạo sơn trên cơ sở nhựa alkyd của dầu lanh và nhựa epoxy để sơn các loại đạn cỡ nhỏ. Tuy nhiên, độ cứng của màng sơn chưa cao, độ dày chưa đồng đều do hiện tượng đọng giọt.

Để cải thiện độ cứng của màng sơn, nhóm nghiên cứu đã thay thế nhựa alkyd của dầu lanh bằng dầu trẩu maleic hóa. Phản ứng của dầu thực vật và maleic anhydrit không sử dụng chất xúc tác, dung môi tạo thành các dẫn xuất mang gốc alkenylsuccinic anhydride (ASA) [7]. Các dẫn xuất này có khả năng khâu mạng với nhựa epoxy tốt hơn và giúp cho màng sơn có cấu trúc

không gian chặt chẽ tăng cường độ bền cơ lý của màng sơn. Ngoài ra, với mạch đại phân tử của axit béo dầu thực vật maleic hóa giúp cho màng sơn có độ dẻo dai hơn.

Trong nghiên cứu này, trình bày kết quả maleic hóa dầu thầu và kết hợp với nhựa epoxy để chế tạo sơn, sử dụng để sơn một số vỏ loại đạn cỡ nhỏ.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất sử dụng

- Dầu thầu: chỉ số I-ốt: 160-175 mg/g, chỉ số axit: 4-5 mgKOH/g, khối lượng riêng: 0,930-0,942 g/cm³, màu vàng đậm, Việt Nam.

- Anhydride maleic (AM): khối lượng riêng: 1,48 g/cm³, nhiệt độ nóng chảy: 51 ÷ 53 °C, hàm lượng: > 99%, Sigma-Aldrich;

- Nhựa epoxy Kukdo YD-020L: dạng rắn, độ nhớt dung dịch 40% trong Diethylene glycol monobutyl ether: 5000-10000 cP; đương lượng epoxy: 3500 - 4300 g/eq; Hàn Quốc;

- Dung môi: Xylen, butanol, loại tinh khiết, Trung Quốc.

2.2. Dụng cụ và thiết bị

- Cốc thủy tinh loại: 200 mL, 500 mL, 1000 mL, 2000 mL;

- Bộ thiết bị phản ứng tổng hợp: bình cầu chịu nhiệt ba cổ, nhiệt kế, máy khuấy cơ, bộ khuấy thủy tinh, bếp điện tự ngắt;

- Thiết bị đo độ dày màng sơn Elcometer 415: khoảng đo 0 - 1000 μm, Anh;

- Máy khuấy thường: tốc độ 0 - 1500 rpm;

- Thiết bị đo độ nhớt Brookfield Ametek: khoảng đo 15 - 2000000 cP, Mỹ;

- Cân điện tử: khoảng cân 0 - 300 g, độ chính xác 0,001 g, Scientech (Mỹ);

2.3. Phương pháp tổng hợp vật liệu

2.3.1. Maleic hóa dầu thầu (DTm)

Cho dầu thầu vào bình cầu 3 cổ, lắp cánh khuấy và nhiệt kế, đun nóng hỗn hợp đến 120 ÷ 130 °C. Bổ sung từ từ anhydride maleic vào bình phản ứng theo tỷ lệ (thời gian nạp khoảng 30 phút). Nâng nhiệt hỗn hợp phản ứng đến 230 °C với tốc độ 10 °C/phút và giữ trong 04 h. Cứ sau 01 h kể từ khi nhiệt độ phản ứng đạt 230 °C lấy mẫu kiểm tra chỉ số axit và hàm lượng AM tự do.

2.3.2. Phương pháp chế tạo sơn nhúng

Cho epoxy rắn vào bình phản ứng chứa 500 g hỗn hợp dung môi xylen và butanol với tỷ lệ xylen:butanol = 6:2, tiến hành khuấy ở tốc độ 150 rpm trong 6 - 8 h liên tục ở nhiệt độ thường để hòa tan hoàn toàn nhựa epoxy. Bổ sung từ từ dầu thầu maleic hóa theo tỷ lệ vào bình phản ứng. Tiếp tục khuấy cho đến khi đạt hỗn hợp đồng nhất. Bổ sung hỗn hợp dung môi trên để sản phẩm có độ nhớt 60 ÷ 68 s.

2.3.3. Các phương pháp nghiên cứu

- Các tính chất của sơn được xác định theo các Tiêu chuẩn sau: Tầm chuẩn để thử theo TCVN 5670:2020; độ bám dính xác định theo TCVN 2097-2015; độ bền uốn xác định theo TCVN 2099-2013; độ cứng màng sơn (độ cứng bút chì) xác định theo ISO 15184; độ bền va đập xác định theo TCVN 2100-2013, hàm lượng chất không bay hơi xác định theo TCVN 2093-2013; độ nhớt xác định bằng phễu VZ-246 theo GOCT 8420-74; thời gian khô hoàn toàn ở 150 °C, h xác định theo TCVN 2096:2015.

- Chỉ số axit được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6127:2010;

- Hàm lượng AM tự do xác định dựa trên việc chiết mẫu chất bằng nước, sau đó thủy phân anhydrit maleic, sau đó chuẩn độ dung dịch axit maleic bằng dung dịch kiềm 0,1N với chất chỉ thị là phenolphthalein [9].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả maleic hóa dầu trầu

3.1.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ AM đến tính chất của dầu trầu maleic hóa (DTm)

Kết quả đo chỉ số axit, hàm lượng AM tự do trong DTm sau phản ứng (điều kiện: nhiệt độ 230 °C, thời gian 4 h và tỷ lệ AM khác nhau) được trình bày trong bảng 1. Các liên kết đôi liên hợp và các nhóm α -metylen của triglycerid có thể tham gia tương tác với anhydric maleic hình thành các nhóm -COOH và -COC- trong phân tử, dẫn tới việc gia tăng giá trị của chỉ số axit. Để sử dụng dầu trầu biến tính làm thành phần của sơn, thường người ta không chế chỉ số axit trong khoảng 160 - 170 mg KOH/g và hàm lượng AM tự do trong khoảng nhỏ hơn 2% [8]. Từ kết quả bảng 1 thấy, chỉ số axit của dầu trầu maleic hóa tăng lên theo tỷ lệ AM tham gia phản ứng. Với tỷ lệ AM thấp (nhỏ hơn 20%) thì đa phần AM đã tham gia vào phản ứng với dầu trầu nên lượng AM tự do trong dầu thấp (0,16 - 0,42%). Khi tỷ lệ AM tăng lên 23% thì chỉ số axit tiếp tục tăng, tuy nhiên, tỷ lệ AM tự do cũng tăng đáng kể so với mẫu có tỷ lệ AM 20%. Điều này cho thấy rằng, khi tỷ lệ AM lớn hơn 20% thì lượng AM có thể tiếp tục tham gia vào phản ứng với dầu trầu là rất ít, cơ bản tồn tại ở dạng tự do. Vì vậy, nhóm tác giả lựa chọn mẫu DTm5, với tỷ lệ AM 20% để tiếp tục các khảo sát tiếp theo.

Bảng 1. Chỉ số axit, hàm lượng AM tự do của DTm.

Mẫu	Tỷ lệ cấu tử tham gia phản ứng, %		Chỉ số axit, mg KOH/g	Hàm lượng AM tự do, %
	m _{dầu trầu}	m _{AM}		
DTm1	95	5	55	0,16
DTm2	91	9	78	0,21
DTm3	87	13	102	0,25
DTm4	83	17	140	0,42
DTm5	80	20	165	1,16
DTm6	77	23	176	2,66
DTm7	70	30	189	4,18

3.1.2. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến tính chất của DTm

Khảo sát ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến tính chất của DTm với tỷ lệ AM 20%, ở nhiệt độ 230 ± 2 °C. kết quả thu được như sau:

Bảng 2. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến tính chất của DTm.

TT	Tỷ lệ cấu tử tham gia phản ứng, g		Thời gian phản ứng, h	Độ nhớt, cP	Chỉ số axit, mg KOH/g	Hàm lượng AM tự do, %
	m _{dầu trầu}	m _{AM}				
1	80	20	0	5999	191	4,30
2	80	20	1	8398	183	3,26
3	80	20	2	16198	176	2,35
4	80	20	3	25195	165	1,16
5	80	20	4	25395	165	1,10

Chỉ số axit của dầu trầu maleic hóa là chỉ số axit tổng của lượng AM đã tham gia phản ứng, và lượng AM tự do trong dung dịch. Khi mới bắt đầu phản ứng, lượng AM tự do vẫn còn nhiều, nên chỉ số axit cao, nhưng theo thời gian phản ứng, một lượng AM bị thoát ra ngoài do ảnh hưởng của nhiệt độ nên chỉ số axit và tỷ lệ AM tự do của DTm giảm dần theo thời gian phản ứng. Sau 04 h phản ứng thì chỉ số axit gần như không đổi và độ nhớt của sản phẩm thu được cũng không có sự biến động đáng kể. Điều này cho thấy rằng trọng lượng phân tử của dầu trầu maleic hóa đã ổn định. Từ kết quả đo được, nhóm tác giả lựa chọn thời gian phản ứng maleic hóa dầu trầu là 4 h.

3.1.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến tính chất của DTm

Tiếp tục khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến tính chất của DTm với tỷ lệ AM 20%, ở nhiệt độ từ 200 đến 240 °C, thời gian phản ứng 4 h. Kết quả khảo sát được trình bày tại bảng 3. Khi nhiệt độ phản ứng tăng thì chỉ số axit của DTm thu được giảm đi, điều này là do khi nhiệt độ tăng lượng AM tự do có trong dung dịch bị thoát ra nhiều hơn. Ngoài ra, lượng nối đôi còn lại trên mạch phân tử cũng tiếp tục xảy ra phản ứng đồng trùng hợp, ở nhiệt độ cao. Khi đó, những nối đôi này sẽ dễ phản ứng với nhau hơn, kéo dài mạch phân tử của dầu trẩu dẫn đến độ nhớt dung dịch tăng lên. Ở nhiệt độ 230 ÷ 240 °C độ nhớt và chỉ số axit của DTm tương đối ổn định. Do đó, điều kiện maleic hóa dầu trẩu là: Tỷ lệ AM 20%; Nhiệt độ phản ứng 230 °C; Thời gian phản ứng 4 h.

Bảng 3. Tính chất của DTm theo nhiệt độ phản ứng.

TT	Tỷ lệ cấu tử tham gia phản ứng, g		Nhiệt độ phản ứng, °C	Độ nhớt, cP	Chỉ số axit, mg KOH/g	Tỷ lệ AM tự do, %
	m _{dầu trẩu}	m _{AM}				
1	80	20	200 ± 2	12597	188	3,95
2	80	20	210 ± 2	15297	182	3,13
3	80	20	220 ± 2	19996	174	2,24
4	80	20	230 ± 2	25195	165	1,16
5	80	20	240 ± 2	25597	163	0,97

3.2. Chế tạo sơn nhúng một thành phần trên cơ sở nhựa epoxy và DTm

Nhựa epoxy đóng rắn bằng axit anhydrit cho phép nhận được vật liệu có tính chất cơ học cao do có cấu trúc không gian chặt chẽ, kết hợp với mạch đại phân tử alkyl của axit béo dầu thực vật giúp cho màng sơn tạo ra có độ mềm dẻo khắc phục nhược điểm giòn, cứng của nhựa epoxy [10].

3.2.1. Ảnh hưởng tỷ lệ DTm/epoxy YD-020L đến cơ lý màng sơn

Các mẫu sơn được chế tạo với tỷ lệ DTm/epoxy YD-020L = 0,5/10; 1,0/10; 1,5/10; 2,0/10; 2,5/10 theo khối lượng. Kết quả đánh giá độ bền cơ lý của các mẫu sơn sau chế tạo được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng tỷ lệ DTm/epoxy YD-020L đến độ bền cơ lý màng sơn.

Mẫu	Tỷ lệ DTm/epoxy	Độ bền va đập, kG.cm	Độ bám dính, điểm	Độ cứng màng sơn	Độ bền uốn, mm
M1	0,5/10	40	2	HB	3
M2	1,0/10	45	2	HB	3
M3	1,5/10	50	1	HB	2
M4	2,0/10	50	1	B	2
M5	2,5/10	50	1	2B	2

Với mẫu sơn với tỷ lệ DTm/epoxy là 0,5/10 và 1,0/10 có độ cứng màng sơn cao (đạt độ cứng HB), nhưng giòn, độ bền uốn đạt 3 mm, độ bám dính đạt 2 điểm và độ bền va đập chỉ đạt 40 - 45 kG.cm. Với các mẫu có tỷ lệ DTm/epoxy là 1,5/10; 2,0/10; 2,5/10 đều cho màng sơn có độ bền va đập, độ bám dính và độ bền uốn tốt. Tuy nhiên, độ cứng của màng sơn với mẫu có tỷ lệ DTm/epoxy lớn hơn 2,0/10 lại không đáp ứng được yêu cầu, chỉ đạt giá trị B và 2B. Mẫu có tỷ lệ 1,5/10 cho độ bền cơ lý của màng sơn tốt nhất với độ bền va đập đạt 50 kG.cm, độ bám dính đạt giá trị 1, độ bền uốn đạt 2 mm, và độ cứng đạt giá trị HB. Chính vì vậy, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn tỷ lệ phối trộn của DTm/epoxy là 1,5/10 làm tỷ lệ để chế tạo sơn.

3.2.2. Ảnh hưởng hàm lượng chất không bay hơi đến cơ lý của màng sơn

Tiến hành khảo sát hàm lượng chất không bay hơi của sơn từ 15% đến 25%, tỷ lệ DTm/epoxy là 1,5/10 đến tính chất của sơn. Kết quả được nêu trong bảng 5 cho thấy, khi hàm lượng chất không bay hơi của sơn nhỏ hơn 20%, độ nhớt của sơn thấp (dưới 60 giây), độ dày màng sơn sau khi sấy ở 150 °C tương đối mỏng, đạt 8,0 μm và 9,5 μm và có hiện tượng bị co màng sơn. Ngược lại với mẫu có hàm lượng chất không bay hơi lớn hơn 23% thì lúc này màng sơn dày và bắt đầu xuất hiện hiện tượng đọng giọt khi nhúng (độ dày màng sơn là 15,4 μm) dẫn đến màng sơn không đồng đều. Nhóm tác giả xác định hàm lượng chất không bay hơi thích hợp cho sơn là 20 ÷ 23%.

Bảng 5. Ảnh hưởng của hàm lượng chất không bay hơi đến độ nhớt, và chiều dày của màng sơn.

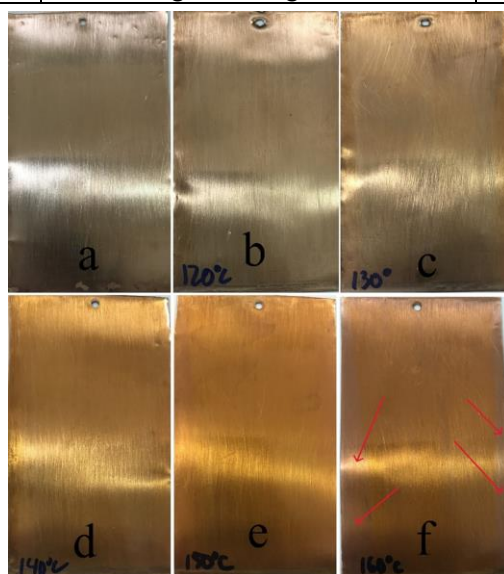
Mẫu	Hàm lượng chất không bay hơi, %	Kết quả	
		Độ nhớt, giây	Chiều dày màng sơn, μm
EP-2-3.1	15,0	48	8,0
EP-2-3.2	18,0	54	9,5
EP-2-3.3	20,0	60	11,0
EP-2-3.4	21,5	64	12,4
EP-2-3.5	23,0	68	14,0
EP-2-3.6	25,0	73	15,4

3.2.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đóng rắn đến cơ lý của màng sơn

Nhiệt độ sấy có ảnh hưởng tương đối lớn đến độ cứng của màng sơn. Tiến hành khảo sát cơ lý của màng sơn ở các nhiệt độ sấy khác nhau trong thời gian 01 h. Kết quả được trình bày ở bảng 6 và hình 1.

Bảng 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tính chất của màng sơn.

TT	Nhiệt độ sấy, °C	Kết quả	Độ cứng màng sơn
1	120	Khô bề mặt, màng sơn mềm	3B
2	130	Khô bề mặt, màng sơn mềm	2B
3	140	Khô, màng sơn cứng, bóng	B
4	150	Khô, màng sơn cứng, danh bóng	HB
5	160	Khô, màng sơn cứng, bị xam	HB



Hình 1. Màng sơn sau khi sấy ở các nhiệt độ khác nhau.

a) Mẫu chưa sơn ; b) 120 °C; c) 130 °C; d) 140 °C; e) 150 °C; f) 160 °C.

Kết quả trên bảng 5 và hình 1 cho thấy, khi sấy ở nhiệt độ thấp (120 °C đến 140 °C), màng sơn mềm có độ cứng từ 3B đến B, màu nhạt. Điều này là do khi nhiệt độ sấy tương đối thấp quá trình đóng rắn của hệ sơn chưa tối ưu, mật độ liên kết không gian của màng sơn thấp dẫn tới màu sắc và độ cứng màng sơn không đạt theo yêu cầu kỹ thuật dùng làm màng sơn bảo vệ vỏ đạn. Khi nhiệt độ sấy tăng lên 150 °C đến 160 °C, màng sơn có độ cứng đều đạt giá trị HB, màng sơn đánh, cứng đồng đều, màu đậm. Tuy nhiên, ở nhiệt độ sấy 160 °C mẫu sơn tuy có độ cứng HB, nhưng có hiện tượng bị xạm màu và một số điểm có hiện tượng mất độ bóng của sơn (hình 1.f). Để màng sơn có độ cứng HB, màu đậm, màng sơn đánh bóng thì nhiệt độ sấy tối ưu của sơn là 150 °C.

3.2.4. Ảnh hưởng của thời gian sấy đến cơ lý của màng sơn

Thời gian sấy cũng ảnh hưởng tới tính chất của màng sơn. Nhóm tác giả tiến hành khảo sát ảnh hưởng thời gian sấy khác nhau lên tính chất của màng sơn, kết quả được trình bày trong bảng 7.

Bảng 7. Ảnh hưởng của thời gian sấy đến khả năng đóng rắn của sơn.

TT	Thời gian sấy, phút	Trạng thái màng sơn	Độ cứng màng sơn
1	15	Khô bề mặt, màng sơn mềm	3B
2	30	Khô bề mặt, màng sơn mềm	2B
3	45	Khô bề mặt, màng sơn cứng	B
4	60	Khô, màng sơn cứng, đánh bóng	HB
5	90	Khô, màng sơn cứng, đánh bóng	HB

Bảng 6 cho thấy, khi màng sơn được sấy ở 150 °C trong thời gian từ 15 phút đến 45 phút, màng sơn có sự thay đổi trạng thái và màu sắc chậm. Màng sơn lúc này mềm, độ cứng đạt giá trị 3B đến B. Nguyên nhân có thể là do khi thời gian sấy không đủ dài thì quá trình khô (đóng rắn) trong màng sơn chưa triệt để dẫn tới độ cứng và ngoại quan của màng sơn không đạt yêu cầu kỹ thuật. Khi tiếp tục tăng thời gian sấy lên 60 phút và 90 phút, màng sơn lúc này có độ bóng cao, đánh cứng, màu ổn định và ko có hiện tượng bị loang lổ hay đọng giọt. Khi vậy, thời gian sấy tối ưu đối với màng sơn ở 150 °C là 60 phút.

4. KẾT LUẬN

Đã xác định điều kiện maleic hóa dầu thầu tối ưu là: Tỷ lệ AM 20%; nhiệt độ phản ứng 230 °C; thời gian phản ứng 4 h. Sản phẩm DTm có chỉ số axit 165 mg KOH/g, hàm lượng AM tự do đạt 1,16%, độ nhớt 25195 cP. Chế tạo sơn nhúng một thành phần sử dụng cho sơn vỏ đạn cỡ nhỏ trên cơ sở DTm và nhựa epoxy với tỷ lệ DTm/epoxy = 1,5/10. Sơn có các chỉ tiêu kỹ thuật sau: Hàm lượng chất không bay hơi: 20 ÷ 23%, thời gian khô hoàn toàn ở 150 °C: 1,0 h; độ bám dính: 1 điểm, độ bền va đập: 50 kG.cm, độ bền uốn: 2 mm.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện nhờ sự tài trợ kinh phí của Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Viện Hóa học - Vật liệu năm 2021: “Nghiên cứu hoàn thiện quy trình chế tạo sơn nhúng một thành phần có độ cứng cao sử dụng để sơn phủ một số loại đạn”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phan Nguyên Thiệu, Không Đình Tuy, Nguyễn Trường Sinh, Trương Tư Hiếu, “Trang bị điển hình vũ khí tổng hợp”, NXB Học viện Kỹ thuật Quân sự, (2004).
- [2]. TY 6-10-1385-78 “Технические условия - Лак ВЛ-51”.
- [3]. Patent RU2313058C1, “Cartridge case and method for application of protective coating its surface”.
- [4]. Patent US20120199033al, “Coated ammunition and methods of making.”
- [5]. Nguyễn Việt Bắc, “Nghiên cứu chế tạo sơn điện di và công nghệ tạo màng sơn điện di bảo vệ kim loại từ dầu thực vật Việt Nam”, Báo cáo khoa học đề tài cấp Nhà nước, (1993).

- [6]. Phạm Như Hoàn, “Nghiên cứu chế tạo sơn có hàm tro thấp, độ cứng và độ bám dính cao với gang cầu ứng dụng để sơn bảo quản đai định tâm của đạn cối và đạn OF- 9”, Báo cáo khoa học đề tài cấp Viện Hóa học - Vật liệu, (2014).
- [7]. Francesco Lanero, Bianca Maria Bresolin, Anna Scettri, Marco Nogarole, Elisabetta Schievano, Stefano Mammi, Giacomo Saielli, Alessia Famengo, Alessandra Semenzato, Giovanni Tafuro, Paolo Sgarbossa and Roberta Bertani, “Activation of Vegetable Oils by Reaction with Maleic Anhydride as a Renewable Source in Chemical Processes: New Experimental and Computational NMR Evidence”, *Molecules*, 27, 8142, (2022).
- [8]. А.Ф. Сорокин Л.Г. Шодэ, Э.А. Кочнова. “Химия и технология плёнкообразующих веществ”, Химия, М. (1981).
- [9]. Байбаева С.Т., Миркин Л.А., Крылова Л.П. “Методы анализа лакокрасочных материалов. Справочное пособие”. М. Химия. 472 с, 114-115, (1974).
- [10]. Lê Hoài Anh. “Nghiên cứu chế tạo vật liệu composit epoxy đóng rắn bằng anhydrit lỏng gia cường sợi Kevlar”. Luận án tiến sỹ Hóa học, Học viện Kỹ thuật Quân sự Bộ Quốc phòng, (2011).

ABSTRACT

Research and fabrication of high hardness one component dipping paint based on maleicized tung oil and epoxy resin

This work presented the fabrication of dipping paint with high hardness based on solid epoxy resin and maleicized tung oil used for protection of small caliber bullets. The influences of temperature, maleicized time, components ratios on the properties of the prepared paint were investigated in detail. The results showed that the optimal maleicization conditions of tung oil were: Maleic anhydride content of 20%, temperature of 230 °C, reaction time of 4 hours, and maleicized tung oil/epoxy resin ratio of 1,5/10 (by weight). The prepared paint was of a non-volatile matter content of 20 ÷ 23%, complete drying time at 150 °C of 1 hour; adhesion point of 1, impact strength of 50 kG.cm, and flexural strength of 2 mm.

Keywords: Maleicization; Solid epoxy resin; Polymer coating.