

Nghiên cứu chế tạo vật liệu chống cháy trên cơ sở nhựa poly metylmetacrylate ứng dụng bọc lớp chống cháy cho thời nhiên liệu rắn RSI-12M

Nguyễn Việt Long^{*}, Phạm Minh Tuấn, Đặng Trần Thiêm, Phạm Như Hoàn

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

^{*}Email: nguyenvietlong92@gmail.com

Nhận bài: 06/8/2022; Hoàn thiện: 28/9/2022; Chấp nhận đăng: 03/10/2022; Xuất bản: 28/10/2022.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.82.2022.127-133>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp chế tạo vật liệu chống cháy trên cơ sở nhựa poly metyl metacrylate (PMMA) và ứng dụng bọc lớp chống cháy cho thời nhiên liệu rắn ballistic RSI-12M sử dụng trong động cơ mẫu tên lửa chống tăng (TLCT). Kết quả cho thấy, vật liệu chế tạo được có đặc tính cơ lý cao (độ bền kéo đứt đạt 52,1 MPa), bám dính tốt với bề mặt nền thời nhiên liệu phóng (độ bám dính đạt 54,5 kG/cm²); độ nhớt động lực đạt 0,515 Pa.s, vật liệu cháy sinh ra ít muội than, hàm tro thấp ($\approx 1\%$), thời gian làm việc của động cơ dài (> 24 giây), áp suất làm việc trung bình của động cơ đạt 6,4 MPa.

Từ khóa: Poly methylmetacrylat (PMMA); Vật liệu bọc chống cháy; Thời nhiên liệu rắn ballistic; Tên lửa chống tăng có điều khiển.

1. MỞ ĐẦU

Liều phóng hành trình là bộ phận quan trọng của động cơ của tên lửa chống tăng có điều khiển, nó duy trì chuyển động của tên lửa và trích một phần khí thuốc vào máy lái để điều khiển tên lửa. Liều phóng động cơ hành trình được chế tạo từ loại thuốc ballistic được bọc một lớp vật liệu chống cháy.

Lớp vật liệu chống cháy có nhiệm vụ hạn chế các bề mặt cháy của thuốc phóng, đảm bảo liều phóng cháy ổn định theo một tiết diện nhất định và góp phần giúp động cơ tên lửa đạt được các thông số áp suất, thời gian cháy theo thiết kế, tính toán [3]. Đối với tên lửa chống tăng có điều khiển, nhóm nghiên cứu đặt mục tiêu chế tạo ra lớp vật liệu chống cháy đảm bảo các yêu cầu như: hoạt động tốt với thời gian làm việc dài của động cơ (trên 24 giây) trong điều kiện áp suất và nhiệt độ cao, bám dính tốt với bề mặt liều thuốc phóng, tính chất lý hóa ổn định trong suốt quá trình bảo quản, sử dụng; đồng thời, vật liệu chống cháy cho khả năng sinh khói thấp, khi cháy để lại ít muội than (khói sạch) đảm bảo cho quá trình điều khiển tên lửa được tối ưu [4]. Đối với thời thuốc phóng ballistic sử dụng trong động cơ nghiên cứu có thành phần chính là nitroxenlulo (NC), do vậy, việc lựa chọn vật liệu chống cháy có khả năng bám dính tốt lên bề mặt thời thuốc có ý nghĩa quan trọng đảm bảo thời nhiên liệu không bị cháy tầng diện trong suốt quá trình cháy.

Lớp vỏ chống cháy được chế tạo phụ thuộc vào bản chất của thời nhiên liệu phóng và mục đích sử dụng. Đối với thời thuốc phóng hỗn hợp, người ta thường sử dụng lớp bọc chống cháy chế tạo từ cao su có bổ sung các chất chống cháy và các chất độn cần thiết khác [1, 2]. Hiện nay, ở trong và ngoài nước đã có những công trình nghiên cứu về vật liệu bọc chống cháy cho thời nhiên liệu rắn tên lửa trên cơ sở các hệ vật liệu như nhựa epoxy, cao su NBR, thiokol, PU,... có sử dụng các chất độn chống cháy như TiO₂, Sb₂O₃,... thời gian cháy của các thời nhiên liệu ngắn. Với các yêu cầu kỹ thuật mới đặt ra, nhóm nghiên cứu nhận thấy cần chế tạo một hệ vật liệu chống cháy mới không sử dụng các loại bột độn, đồng thời duy trì được thời gian cháy dài của thời nhiên liệu trong động cơ. Trên cơ sở đó, kết hợp các tài liệu tham khảo đã được công bố về vật liệu và công nghệ bọc chống cháy cho thời nhiên liệu ballistic [6-8], nhóm tác giả nhận thấy rằng các este của axit metacrylic (MMA, BMA,...) có khả năng tương hợp tốt với nitroxenlulo, đồng thời trong quá trình cháy của vật liệu, hàm lượng tro và lượng khói sinh ra thấp [5], có thể đáp ứng tốt các yêu cầu chế tạo lớp chống cháy cho thời nhiên liệu tên lửa chống tăng có điều khiển.

Từ những căn cứ nêu trên, nhóm tác giả đã lựa chọn hệ vật liệu trên cơ sở nhựa acrylat PMMA để chế tạo lớp chống cháy cho thời thuốc phóng, đồng thời sử dụng công nghệ đúc rót để bọc chống cháy cho thời nhiên liệu dùng trong động cơ mẫu tên lửa chống tăng có điều khiển, do những ưu điểm về kỹ thuật như gia công đơn giản, dễ thao tác, độ an toàn, độ lặp cao, phù hợp bọc chống cháy cho các thời nhiên liệu cỡ nhỏ, trung bình.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu và hóa chất

- Nhựa polymetyl metacrylat (PMMA) mác Sabic 20HR, Ấn Độ: Chất rắn trong suốt, tỉ trọng: 1,19 g/cm³. Nhiệt độ nóng chảy: 160 °C ;
- Metyl metacrylat (MMA), Trung Quốc: Tinh khiết, trọng lượng phân tử: 100,12 g/mol, tỉ trọng: 0,943 g/ml ở 20 °C ;
- Polyester không no (UPE), Hàn Quốc: Chất lỏng nhớt, độ nhớt động lực: 34,4 Pa.s;
- Chất dẻo hóa polyetylen glycol (PEG): Khối lượng phân tử : 400 g/mol ;
- Chất khơi mào: benzoyl peroxit (BP), dimetyl anilin (DMA), Trung Quốc: BP chất rắn màu trắng, hàm ẩm <5%, DMA chất lỏng, màu vàng nhạt ;
- Thời nhiên liệu ballistic RSI-12M hình trụ dài : đường kính 36 mm, chiều dài 300 mm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp chế tạo vật liệu và công nghệ bọc chống cháy lên thời nhiên liệu ballistic RSI-12M

Thành phần đơn chế tạo vật liệu chống cháy được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần tỷ lệ vật liệu chống cháy.

STT	Thành phần	Tỷ lệ, phần khối lượng (pkl)
1	Dung dịch PMMA	100
2	Nhựa polyester không no UPE	0-40
3	PEG	0-20
4	DMA	0,05
5	BP	0,25

* Quy trình chế tạo các mẫu đo của vật liệu chống cháy VCC-TLCT (vỏ chống cháy - tên lửa chống tăng) như sau:

Bước 1: Hòa tan PMMA bằng MMA (PMMA/MMA = 1:3 theo khối lượng) thu được dung dịch dạng siro. Người ta thường sử dụng dung dịch PMMA dạng siro để tiến hành trùng hợp MMA nhằm giảm độ co, ngót của vật liệu [4].

Bước 2: Bổ sung chất khơi mào BP vào hỗn hợp, khuấy ở nhiệt độ phòng cho đến khi BP tan hoàn toàn. Tiếp đến cho nhựa UPE vào, mục đích làm tăng độ bền cơ lý, độ bền nhiệt cho hệ vật liệu (nhờ phản ứng đan lưới giữa UPE với MMA), sau đó, PEG được thêm vào với vai trò làm dẻo hóa mạch PMMA, từ đó làm giảm hiện tượng co ngót và bám dính không đồng đều do sự chênh lệch về hệ số giãn nở nhiệt giữa vật liệu chống cháy và thời nhiên liệu gây ra. Các chất được bổ sung theo tỉ lệ như trong bảng 1, khuấy đều thu được hỗn hợp đồng nhất.

Bước 3: Trước khi đúc rót từ 25-30 phút, DMA được bổ sung và trộn đều vào hỗn hợp đang khuấy trộn. DMA làm giảm nhiệt độ phân hủy của benzoyl peroxit, giúp quá trình đóng rắn của hệ vật liệu xảy ra dễ dàng hơn, từ đó cũng nâng cao tính an toàn công nghệ trong quá trình bọc chống cháy cho thời thuốc phóng trong thời gian gia nhiệt đóng rắn vật liệu chống cháy. Sau khi DMA được trộn đều, hỗn hợp được hút chân không để loại bọt khí, sau đó tùy thuộc vào mục đích của phép đo, hỗn hợp sẽ được đổ vào các loại khuôn khác nhau, rồi tiến hành đóng rắn hỗn hợp trong tủ sấy ở 63-65 °C trong thời gian 3 giờ, thu được mẫu vật liệu chống cháy rắn màu vàng nhạt.

*** Quy trình bọc vật liệu chống cháy thời nhiên liệu RSI-12M**

Thời nhiên liệu ballistic RSI-12M được bọc chống cháy theo phương pháp đúc rót trong khuôn. Hình ảnh thời nhiên liệu và khuôn đúc được trình bày trong hình 1. Hỗn hợp vật liệu chống cháy VCC-TLCT được chuẩn bị theo quy trình trên, tiến hành hút chân không đạt áp suất 0,9 MPa trong 10-15 phút ở 25-30 °C. Sau khi hút chân không xong, tiến hành rót từ từ hỗn hợp vật liệu vào khe rãnh giữa thời nhiên liệu và thành bên trong khuôn đúc cho tới khi vật liệu được lấp đầy tới vị trí cần bọc. Tiếp theo, gia nhiệt hệ thống khuôn đúc bằng nước nóng 63-65 °C trong thời gian 3 giờ. Sau khi hỗn hợp đông rắn hoàn toàn, lấy khuôn ra để nguội về nhiệt độ phòng rồi tiến hành tháo sản phẩm.



Hình 1. Hình ảnh thời nhiên liệu (hình 1a) và khuôn đúc vật liệu chống cháy lên thời nhiên liệu rắn ballistic RSI-12M (hình 1b).

2.2.2. Các phương pháp xác định tính chất cơ lý, nhiệt của hệ vật liệu chống cháy

- Độ bền cơ lý của vật liệu chống cháy được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 4501-2:2014 [9];
- Độ bền bám dính được xác định theo tiêu chuẩn GOST 209-75 [10];
- Độ bền nhiệt, hàm tro vật liệu được xác định theo phương pháp phân tích nhiệt trọng lượng TGA trên thiết bị Netzsch TG 209 F1 Libra trong môi trường khí nitơ, với tốc độ quét 10 °C/phút;
- Phương pháp thử nghiệm trong độ cơ mẫu. Thời nhiên liệu được lắp vào động cơ mẫu có gắn các thiết bị đo áp suất, thời gian cháy của thời nhiên liệu trong động cơ;
- Xác định khuyết tật mẫu vật liệu chống cháy được đúc lên thời thuốc bằng phương pháp chụp X-ray.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng UPE đến tính chất cơ lý của vật liệu bọc chống cháy

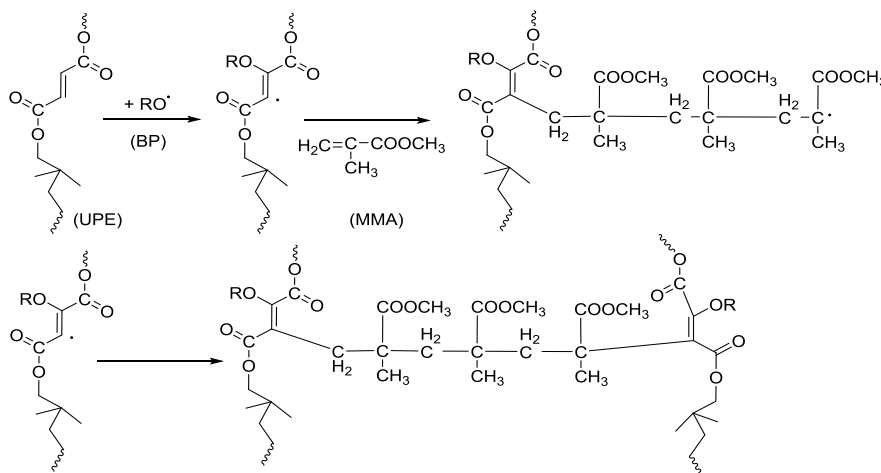
Độ bền cơ lý các mẫu vật liệu chống cháy (VLCC) được đo ở nhiệt độ 20 °C với hàm lượng UPE thay đổi từ 0 đến 40 pkl, không chứa hóa dẻo PEG, các chất còn lại được thêm theo tỷ lệ như trong bảng 1. Kết quả được trình bày trong bảng 3 như sau:

Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng UPE đến tính chất cơ lý của VLCC ở 20 °C.

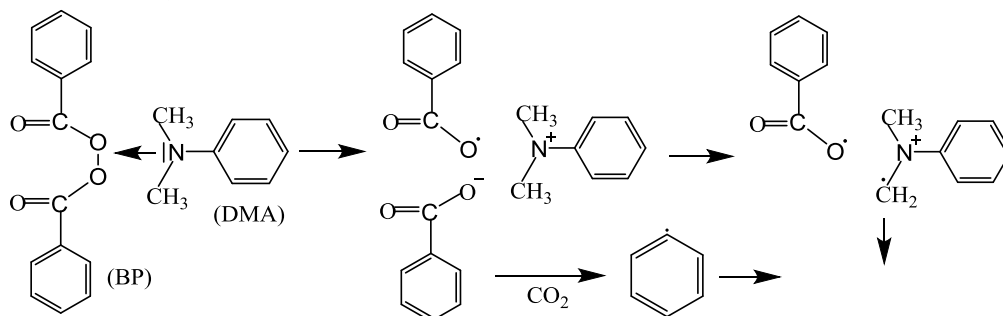
Tên mẫu	UPE, pkl	Độ bền kéo đứt, MPa	Độ giãn dài, %	Độ bám dính, kG/cm ²
M ₀	0	76,4	6	20,2
M ₅	5	78,1	7	25,3
M ₁₀	10	81,7	8	43,1
M₂₀	20	86,2	5	61,4
M ₃₀	30	78,4	7	48,2
M ₄₀	40	62,8	6	36,7

Ghi chú: M_x: M ký hiệu mẫu vật liệu chống cháy; x là hàm lượng UPE

Cơ chế phản ứng giữa nhựa UPE với MMA sử dụng chất khơi mào BP:



Cơ chế phản ứng của hệ chất khơi mào DMA-BP:



Từ kết quả ở bảng 2 nhận thấy, khi tăng hàm lượng UPE từ 0 lên 20 pkl, độ bền kéo đứt của vật liệu tăng từ 76,4 MPa (mẫu không có UPE) lên 86,2 MPa (mẫu có 20 pkl UPE) và độ bám dính giữa vật liệu và nền thời nhiên liệu RSI-12M đạt giá trị cao nhất là 61,4 kG/cm². Điều này được giải thích do quá trình phản ứng giữa UPE và MMA, làm cho vật liệu có cấu trúc đan lưới trở nên bền vững hơn. Tuy nhiên, nếu tiếp tục tăng hàm lượng UPE lên 30 đến 40 pkl thì độ bền, độ bám dính của vật liệu với nền thời nhiên liệu RSI-12M sẽ giảm. Do lúc này lượng UPE dư không phản ứng trong vật liệu sẽ tạo thành pha thứ 2 làm giảm tính đồng nhất của vật liệu từ đó làm giảm độ bền cơ lý, giảm độ bám dính giữa vật liệu chống cháy với thời nhiên liệu.

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng hóa dẻo PEG đến tính chất cơ lý, độ bám dính, độ nhớt của vật liệu bọc chống cháy

Đối với hệ vật liệu trên cơ sở nhựa acrylat, PEG thường được thêm vào nhằm dẻo hóa hệ vật liệu, làm mềm dẻo mạch PMMA, dẫn đến hệ số giãn nở nhiệt của vật liệu chống cháy đạt giá trị gần tương đương với thời thuốc phóng, từ đó, làm cho vật liệu chống cháy bám dính đồng đều hơn lên bề mặt của thời nhiên liệu.

Bảng 3. Ảnh hưởng của hàm lượng hóa dẻo PEG đến tính chất của VLCC ở 20 °C.

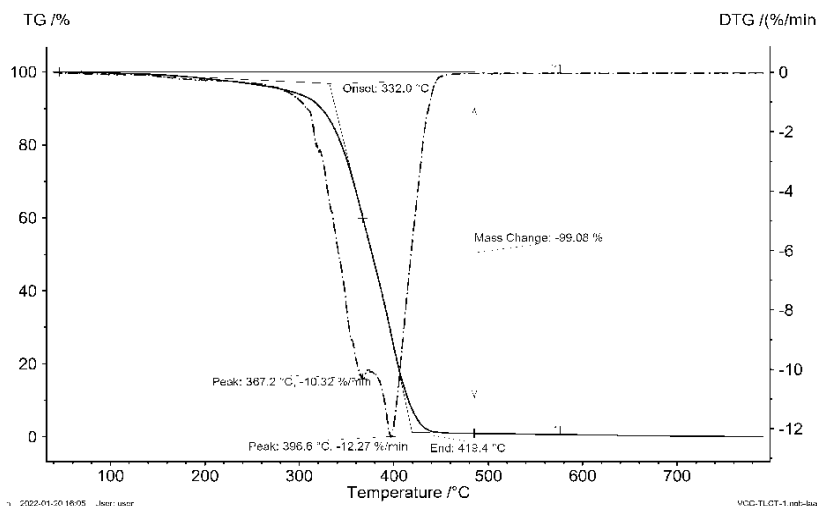
STT	Tên mẫu	PEG, pkl	Độ bền kéo, MPa	Độ giãn dài, %	Độ bám dính, kG/cm ²	Độ nhớt, Pa.s
1	M ₂₀₋₀	0	86,2	5	61,4	0,910
2	M ₂₀₋₅	5	75,6	8	58,2	0,720
3	M ₂₀₋₁₀	10	52,1	12	54,5	0,515
4	M ₂₀₋₁₅	15	27,9	14	38,1	0,320
5	M ₂₀₋₂₀	20	18,3	15	19,2	0,130

Ghi chú: M_{x-y}: M mẫu vật liệu chống cháy; x: Hàm lượng UPE, pkl; y: Hàm lượng PEG, pkl

Từ kết quả ở bảng 3, hình 3a (kết quả chụp X-ray) nhận thấy khi lượng PEG tăng, độ bền kéo đứt và độ bám dính của vật liệu có giảm dần, tuy nhiên, với hàm lượng 10 pkl hóa dẻo, vật liệu cho thấy độ bám dính đồng đều hơn với nền thuốc phóng. Điều này có thể được giải thích như sau, với 10 pkl PEG trong hệ vật liệu sẽ làm mạch PMMA trở lên mềm dẻo, từ đó, làm giảm ứng suất sinh ra (hiện tượng co, nứt) do quá trình đóng rắn của vật liệu, những đồng thời vẫn giữ được đặc tính bám dính tốt của vật liệu acrylat với nền thuốc. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng hàm lượng hóa dẻo trong vật liệu thì độ bền kéo đứt giảm mạnh, độ đàn hồi khi đứt tăng dần, độ bám dính giữa vật liệu chống cháy và nền thời nhiên liệu RSI-12M cũng giảm mạnh. Nguyên nhân do lượng hóa dẻo PEG nhiều dẫn đến hiện tượng khuếch tán, trích thoát lượng hóa dẻo lên bề mặt vật liệu chống cháy gây ảnh hưởng đến khả năng bám dính của vật liệu chống cháy với thời nhiên liệu RSI-12M. Ngoài ra, PEG được thêm vào cũng làm giảm độ nhớt của hệ vật liệu (với 10 pkl PEG độ nhớt đạt 0,515 Pa.s), điều này giúp quá trình bọc chống cháy cho thời nhiên liệu trở lên dễ dàng gia công hơn, thuận tiện hơn.

3.3. Kết quả phân tích nhiệt trọng lượng TGA

Độ bền nhiệt và hàm tro của mẫu vật liệu chống cháy VCC-TLCT (mẫu M₂₀₋₁₀) được đánh giá bằng phương pháp phân tích nhiệt TGA. Kết quả được thể hiện trên hình 2 và bảng 4 như sau:



Hình 2. Giản đồ TGA của vật liệu bọc chống cháy VCC-TLCT.

Bảng 4. Kết quả phân tích nhiệt TGA mẫu vật liệu chống cháy VCC-TLCT.

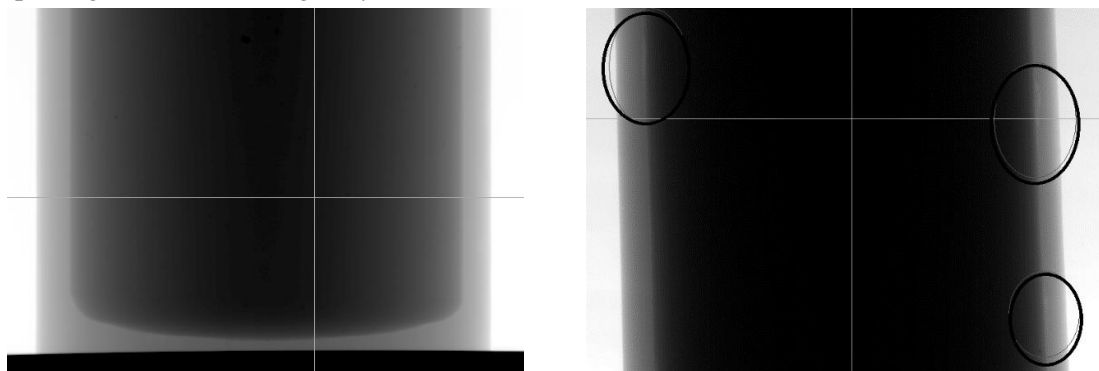
Tên mẫu	Nhiệt độ bắt đầu phân hủy (°C)	Nhiệt độ phân hủy cực đại (°C)	Tổng hao khối lượng đến 500 °C (%)
VCC-TLCT	332	396,6	99,08

Trên giản đồ phân tích nhiệt trọng lượng TGA nhận thấy, vật liệu chống cháy VCC-TLCT bắt đầu bị phân hủy ở vùng nhiệt độ 332 °C, và nhiệt độ phân hủy cực đại tại 396,6 °C với tổng hao khối lượng đạt 99,08%. Lượng tro còn lại thấp gần 1%, cho thấy mẫu vật liệu chống cháy sau khi cháy tạo ra rất ít muội than. Đây là một trong những yêu cầu đối với vật liệu bọc chống cháy là khi cháy vật liệu để lại ít muội than, đảm bảo không gây tắc lỗ tuye của động cơ mẫu [6].

3.4. Kết quả chụp X-ray

Để đánh giá khả năng bám dính đồng nhất của lớp vỏ chống cháy lên toàn bộ vị trí bề mặt cần bọc của thời nhiên liệu ballistic RSI-12M, cũng như đánh giá công nghệ đúc rót vật liệu chống cháy trong khuôn. Thời nhiên liệu ballistic RSI-12M sau khi bọc vật liệu chống cháy được chụp X-ray trên toàn bộ bề mặt thời nhiên liệu (hình 3). Quan sát hình ảnh, nhận thấy đối với hệ vật liệu không chứa PEG, phần tiếp giáp giữa vỏ bọc vật liệu chống cháy và thời nhiên liệu xuất hiện

các vết khuyết tật (hình 3b), bám dính không đồng đều có thể gây ra cháy tầng diện dẫn đến cháy, nổ khi động cơ hoạt động. Đối với hệ vật liệu có chứa PEG (hình 3a), vật liệu bám dính đồng đều hơn với nền thuốc, không xuất hiện các bọt khí, vết rạn, nứt, chiều dày vỏ bọc gần như nhau ở mọi vị trí thời nhiên liệu. Điều này chứng tỏ công nghệ đúc rót vật liệu chống cháy trong khuôn cho phép tạo được độ đồng đều về chiều dày, ổn định và không có khuyết tật trên bề mặt tiếp xúc giữa vật liệu chống cháy và thời nhiên liệu.



a) Thời nhiên liệu bọc vật liệu chống cháy M_{20-10} b) Thời nhiên liệu bọc vật liệu chống cháy M_{20-0}

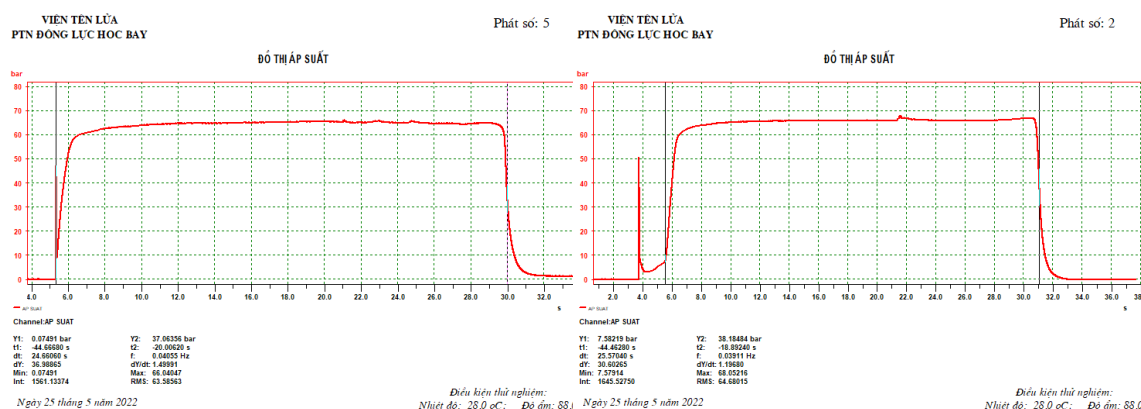
Hình 3. Ảnh chụp X-ray thời nhiên liệu đã được bọc lớp chống cháy.

3.5. Kết quả thử nghiệm trên động cơ mẫu

Kết quả bắn thử nghiệm trong động cơ mẫu của thời nhiên liệu ballistic RSI-12M đã được bọc chống cháy bằng mẫu vật liệu M_{20-10} , kết quả được trình bày trong bảng 5 và hình 4 sau:

Bảng 5. Kết quả bắn thử nghiệm lớp vật liệu chống cháy VCC-TLCT.

STT	Phát bắn	Điều kiện bắn	Áp suất, MPa	Thời gian, giây
1.	Phát số 4	Nhiệt độ môi trường 28 °C	6,42	24,6
2.	Phát số 5		6,36	24,7
3.	Phát số 6		6,59	24,3
4.	Phát số 2	Bảo ôn ở 0 °C/24 giờ	6,47	25,6



Hình 4. Đồ thị áp suất thời gian cháy của thời nhiên liệu đã bọc lớp chống cháy trên động cơ mẫu thử nghiệm.

Từ kết quả bắn thử nghiệm trong động cơ mẫu trong bảng 5 và hình 4 cho thấy, các phát bắn ở nhiệt độ môi trường 28 °C thời gian làm việc của động cơ trên 24 giây, áp suất ổn định ($\approx 6,4$ MPa). Phát bắn động cơ được bảo ôn ở 0 °C động cơ có thời gian làm việc dài (25,6 giây), áp

suất động cơ luôn ổn định ở 6,47 MPa. Trên đồ thị đo áp suất động cơ theo thời gian, các phát bắn đều cho đường áp suất tương đối bằng phẳng (ổn định), không xuất hiện của peak áp suất đột biến (tăng vọt) cho thấy lớp vỏ chống cháy hoạt động tốt, bám dính tốt với toàn bộ bề mặt thời nhiên liệu, không xuất hiện các điểm cháy tăng diện.

4. KẾT LUẬN

Đã chế tạo được vật liệu bọc chống cháy VCC-TLCT trên cơ sở PMMA với tỉ lệ các thành phần theo khối lượng: 100 pkl dung dịch PMMA 25% trong monome MMA, 20 pkl nhựa UPE, 10 pkl hóa dẻo PEG, 0,25 pkl BP và 0,025 pkl DMA và bọc chống cháy cho thời nhiên liệu ballistic RSI-12M bằng công nghệ đúc rót vật liệu lên bề mặt thời thuốc. Lớp vật liệu cho độ bền kéo đứt đạt 52,1 MPa, dẫn dài khi đứt đạt 12%, hàm tro thấp gần 1%, độ nhớt đạt 0,515 Pa.s và có độ bám dính đạt 54,5 kG/cm² lên bề mặt thời nhiên liệu.

Lớp vật liệu bọc chống cháy đảm bảo cho thời nhiên liệu làm việc với độ ổn định cao, tin cậy ở nhiệt độ môi trường 28 °C và 0 °C trong thời gian dài hơn 24 giây, áp suất làm việc trung bình của động cơ 6,47 MPa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Chu Chiến Hữu. “Nghiên cứu chế tạo vật liệu có độ bền nhiệt, bền cơ lý cao và hàm tro thấp từ cao su nitril”, Tạp chí Hóa học số 55 (1), (2017).
- [2]. Trần Ngọc Thanh, Hồ Ngọc Minh. “Biến tính epoxy dùng chế tạo lớp hạn chế bề mặt cháy cho thời thuốc phóng keo”. Tạp chí Nghiên cứu KH&CNQS, Số 48, (2017).
- [3]. J. P. Agrawal. “Polysiloxane-based inhibition system for double-base rocket propellants”, pp. 1, (1997).
- [4]. Кузнецов Е. В. , Прохорова И. П. “Производства полимеров и пластических масс на их основе”, стр. 44.
- [5]. Албутова Р. Е. и её партнеры. Патент RU 2283295 C1. “Заливочная композиция для бронирования заряда из баллистического топлива”, (2006).
- [6]. Талалаев А. П. и его партнеры. Патент RU 2164616 C1. “Твердотопливный заряд для ракетного двигателя”, (2009).
- [7]. Талалаев А. П. и его партнеры. Патент RU2261240C1. “Огнеэрозийноустойчивая заливочная композиция с повышенной деформационной способностью”, (2003).
- [8]. Красильников Ф. С. Патент RU2412969C1. “Бронесостав для покрытия заряда твердого ракетного топлива”, (2011).
- [9]. Tiêu chuẩn TCVN 4501-2:2014: “Chất dẻo – xác định tính chất kéo – phần 2: điều kiện thử đối với chất dẻo đúc và đùn”.
- [10]. Tiêu chuẩn ГОСТ 209-75 của Liên Bang Nga: “Резина и клеи. Методы определения прочности связи с металлом при отрыве”.

ABSTRACT

Study on manufacturing materials based on polymethyl methacrylate and application for armored composition for RSI-12M ballistic solid propellant charge

This paper presents the manufacturing materials based on polymethyl methacrylate and application for armored composition for RSI-12M ballistic solid propellant charge used in the anti-tank guided missile (ATGM) prototype engine. The research results show that the composition materials have high mechanical properties (tensile strength of 52.1 MPa), well adhesion to the surface of the solid propellant charge (adhesion of 54.5 kG/cm²), dynamic viscosity of 0,515 Pa.s, burning materials produce less soot, low ash content (≈1%), long engine working time (>24 seconds), the average working pressure of 6.4 MPa of the anti-tank rocket prototype engines.

Keywords: Poly methylmetacrylat (PMMA); Armouring composition; Ballistic propellant; Anti-tank guided missile (ATGM).