

Nghiên cứu ảnh hưởng của các loại phụ gia chậm cháy đến khả năng bắt cháy của vật liệu PVC (Poly Vinyl Clorua)

Ninh Xuân Thắng^{1*}, Nguyễn Minh Đạt¹, Ngô Tuấn Dũng¹, Tạ Ngọc Dũng²

¹ Trung tâm Vật liệu hữu cơ & Hóa phẩm xây dựng, Viện Vật liệu xây dựng, 235 Nguyễn Trãi, phường Thanh Xuân Trung, quận Thanh Xuân, Hà Nội

² Trường Hóa và Khoa học Sự sống, Đại học Bách Khoa Hà Nội

TỪ KHOÁ

Vật liệu PVC
Thử nghiệm bắt cháy
QCVN 06:2022/BXD
Phụ gia chống cháy

KEYWORDS

PVC material
Ignitability test
QCVN 06:2022/BXD
Fire retardant additives

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các loại phụ gia chậm cháy Zinc borate, Triphenyl phosphate, Aluminium hydroxide, Antimony(III) oxide đến khả năng bắt cháy quy định trong QCVN 06:2022/BXD và một số tính chất của vật liệu trên cơ sở nhựa PVC. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra các loại phụ gia chống cháy khác nhau có ảnh hưởng đáng kể đến tính bắt cháy của vật liệu PVC. Phương pháp phân tích nhiệt TGA cũng đã xác nhận khả năng chịu nhiệt và chống cháy của vật liệu.

ABSTRACT

This study presents the results of research on the effects of fire retardant additives Zinc borate, Triphenyl phosphate, Aluminum hydroxide, Antimony(III) oxide on the ignitability specified in QCVN 06:2022/BXD and some properties of PVC materials. Experimental results have shown that different types of flame retardant additives have a significant influence on the ignitability of PVC materials. The TGA thermal analysis method also confirmed the material's heat resistance and fire resistance.

1. Mở đầu

Sản phẩm vật liệu xây dựng hoàn thiện có nguồn gốc từ nhựa PVC (Poly vinyl clorua) như tấm ốp trần, tường hoàn thiện (hay còn gọi là tấm nhựa ốp tường PVC giả đá, giả gỗ), sàn nhựa, vách ngăn, đồ nội thất ...có thành phần cấu tạo chính là nhựa nguyên sinh PVC), bột đá và một số chất phụ gia khác. Các loại vật liệu xây dựng từ nhựa PVC có khả năng chống trầy xước, chịu mài mòn, chống ẩm mốc, chống mối mọt tốt, khả năng chống nước cao, màu sắc, mẫu mã đa dạng, dễ dàng lau chùi, vệ sinh bề mặt, trọng lượng nhẹ và giá thành rẻ hơn rất nhiều so các vật liệu có nguồn gốc tự nhiên như đá, gỗ ... Do đó, PVC được sử dụng nhiều cho xây dựng nhà cửa và trang trí nội ngoại thất. Trong nhiều hạng mục, sản phẩm PVC đã thay thế những vật liệu truyền thống như gỗ, đá, đồng và nhôm. Do sản phẩm có nguồn gốc từ nhựa nên khả năng chống cháy còn hạn chế, dễ bắt cháy dẫn đến nhiều nguy cơ gây cháy khi sử dụng. Theo qui định của QCVN 06:2022/BXD [1], các vị trí như hành lang thoát nạn, sảnh, phòng chờ và một số vị trí đặc biệt khác cần yêu cầu các vật liệu phải có khả năng bắt cháy từ BC2 trở lên, tức là có khả năng bắt cháy vừa phải (BC2) hoặc khó bắt cháy (BC1). Tuy nhiên, từ một số kết quả thử nghiệm thực tế tại phòng thí nghiệm của các sản phẩm nhựa PVC trên thị trường hiện nay cho thấy chỉ có thể đáp ứng được mức độ dễ bắt cháy (BC3), một số ít sản phẩm cao cấp mới có thể đáp ứng được mức độ bắt cháy vừa phải (BC2).

Hiện nay, các vật liệu có nguồn gốc hữu cơ được sử dụng ngày càng nhiều trong các công trình xây dựng do có nhiều tính chất tốt, dễ

thi công và thẩm mỹ. Tuy nhiên, hầu hết các loại vật liệu từ nhựa, kể cả nhựa kỹ thuật lẫn dân dụng, đều có tính cháy cao. Tình hình cháy nổ diễn biến phức tạp và ngày càng nghiêm trọng, ý thức người dân về tuân thủ các quy tắc an toàn phòng chống cháy nổ, đặc biệt trong sử dụng điện, sử dụng lửa...chưa tốt dẫn đến những nguy cơ cháy nổ xảy ra cao. QCVN 06:2022/BXD đã yêu cầu một số các công trình đặc thù dễ xảy ra tình trạng cháy như karaoke, vũ trường và các gian phòng tập trung đông người... cần phải sử dụng các vật liệu hoàn thiện có khả năng không cháy hoặc khó cháy, tuy nhiên các sản phẩm từ nhựa thường nằm trong nhóm vật liệu dễ bắt cháy.

Tại Việt Nam đã có một vài nghiên cứu nâng cao khả năng chống cháy của các vật liệu composit PVC bằng cách phối trộn một số chất chống cháy như triphenyl-phosphate, nhôm hydroxit, kẽm borat [2; 3; 4; 5] ...Tuy nhiên, các nghiên cứu này chủ yếu đánh giá tính chất cháy theo UL-94 (khả năng bắt cháy bằng ngọn lửa đơn trong 15 giây) không phù hợp thử nghiệm tính bắt cháy quy định trong QCVN 06:2022/BXD hiện hành. Do đó, việc nghiên cứu nâng cao khả năng chống cháy của vật liệu trên cơ sở nhựa PVC (Poly vinyl clorua) theo thử nghiệm bắt cháy (BC) của quy định trong QCVN 06:2022/BXD là rất cần thiết.

2. Nguyên vật liệu, thiết bị, quy trình chế tạo vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên vật liệu, thiết bị

- Bột nhựa PVC (SG580); Công ty TNHH Nhựa và Hóa chất TPC VINA (Việt Nam).

*Liên hệ tác giả: xthang.vibm@gmail.com

Nhận ngày 02/04/2024, sửa xong ngày 18/04/2024, chấp nhận đăng ngày 10/07/2024

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2024.672>

- Bột đá CaCO_3 ; 98 % lọt sàng 0,075 mm (Hà Nam).
- Chất hóa dẻo DOTP (Plasticizer NEO-T); Aekyung Chemical Co., Ltd. (Hàn Quốc).
- Dầu đậu nành Epoxy hóa (Epoxidized Soybean Oil Eso 132X), Nan Ya Plastic Corporation (Đài Loan).
- Chất ổn định chống oxy hóa (PVC Stabilizer LBC-180); hệ phức Ca/Mg/Zn ; Woochang Chemical Co., Ltd. (Hàn Quốc);
- Axit stearic (Acid Stearic 1838); PT. Cisadane Raya Chemicals (Indonesia);
- Zinc borate (Zinc borate 2335 ZB400); $2\text{ZnO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$; Shandong Wuwei Flame Retardant Sci. & Tech. Co., Ltd. (Trung Quốc);
- Triphenyl phosphate; $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{PO}_4$; Shanghai Zhanyun Chemical Co., Ltd. (Trung Quốc);
- Aluminium hydroxide; $\text{Al}(\text{OH})_3$; Công ty TNHH Hóa chất Dengfeng Thiên Tân (Trung Quốc)
- Antimony(III) oxide; Sb_2O_3 ; Hangzhou Mei Wang Chemical Co., Ltd. (Trung Quốc)
- Thiết bị trộn kín hai trục vít HAAKE™ PolyLab™ Rheomix 600 QC (Mỹ);
- Thiết bị gia công mẫu ép nhiệt model KB09-010 (Việt Nam)
- Thiết bị tạo mẫu nhựa nhiệt dẻo Thermo Scientific HAAKE MiniJet Pro (Mỹ).
- Thiết bị thử bắt cháy theo ISO 5657; ZY6172 (Zonsky Trung Quốc).
- Thiết bị thử cơ lý đa năng INSTRON 3382, (Mỹ).

2.2. Quy trình chế tạo vật liệu

Các nguyên liệu được cân với khối lượng xác định theo tỉ lệ khảo sát và trộn sơ bộ bằng đĩa thủy tinh trước khi đưa vào trộn trong máy trộn kín hai trục vít HAAKE. Nhiệt độ trộn trong thiết bị là 180 °C với thời gian trộn 5 phút và tốc độ trộn 50 vòng/phút [6]. Hỗn hợp nhựa sau khi trộn trên máy trộn kín hai trục vít HAAKE có dạng mềm dẻo được chuyển sang khuôn ép của thiết bị gia công mẫu ép nhiệt và được dần đều tại nhiệt độ ép là 180 °C; áp lực 75 kN và thời gian 7 phút. Sau thời gian ép, khuôn mẫu được lấy ra và tiếp tục đè ép dưới lực ép của tấm kim loại 5 kg để tránh co rút biến dạng do sốc nhiệt.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Các phương pháp tiêu chuẩn

Để đánh giá tính bắt cháy và các tính chất cơ học của vật liệu PVC chế tạo được, sử dụng các phương pháp tiêu chuẩn như trong Bảng 1.

Bảng 1. Các phương pháp tiêu chuẩn.

TT	Chỉ tiêu thử nghiệm	Đơn vị	Phương pháp thử
1	Khả năng bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m ²	-	ISO 5657 [7]
2	Cường độ chịu kéo	MPa	TCVN 4501-2
3	Độ giãn dài khi đứt	%	TCVN 4501-2
4	Khối lượng riêng	g/cm ³	TCVN 6039-1
5	Độ cứng Shore D	-	TCVN 1595-1

2.3.2. Các phương pháp phân tích

Khảo sát độ bền nhiệt và độ mất khối lượng bằng phương pháp phân tích nhiệt trọng lượng TGA (Mettler Toledo TGA/DSC 3+, Mỹ). Mẫu được đo trong khoảng nhiệt độ (30 ÷ 700) °C, tốc độ gia nhiệt 7 °C/phút trong môi trường không khí.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của các loại phụ gia chậm cháy đến tính chất của vật liệu PVC

Dựa trên các tài liệu tham khảo [8; 9; 10] và một số nghiên cứu thăm dò, đã sử dụng tỷ lệ cấp phối để chế tạo vật liệu PVC như sau: Bột PVC (100 phr); Bột đá (100 phr); ổn định chống oxy hóa (3 phr); dầu đậu nành Epoxy hóa (3 phr); hóa dẻo DOTP (5 phr); chất bôi trơn axit stearic (1 phr), các loại chất chậm cháy Zinc borate, Triphenyl phosphate, Aluminium hydroxide, Antimony(III) oxide được nghiên cứu thêm vào đơn phối liệu, với tỉ lệ phụ gia chậm cháy so với nhựa từ (3 ÷ 7) % để khảo sát khả năng chống bắt cháy cho vật liệu PVC.

3.1.1. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng Zinc borate đến khả năng bắt cháy và một số tính chất của vật liệu PVC

Đã khảo sát một số tính chất của các cấp phối vật liệu PVC sử dụng Zinc borate với các hàm lượng lần lượt là 3; 4; 5; 6; 7 Phr (Phần khối lượng) so với khối lượng nhựa để đánh giá hiệu quả của loại phụ gia này đối với vật liệu PVC. Mẫu vật liệu sau khi được chế tạo được thử nghiệm tính bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m² (mức yêu cầu để vật liệu đạt được BC2 theo QCVN 06:2022/BXD) và các tính chất cơ lý khác như cường độ chịu kéo, khối lượng riêng, độ cứng Shore D. Kết quả thử nghiệm tính chất của các mẫu như trong Bảng 2.

Từ kết quả trong Bảng 2 cho thấy khi sử dụng tăng hàm lượng phụ gia Zinc borate, thời gian xảy ra bắt cháy chậm hơn nhưng không nhiều trong khi đó các tính chất cơ lý như cường độ chịu kéo và độ giãn dài đang có chiều hướng suy giảm và độ cứng, khối lượng riêng hầu như không có sự thay đổi. Do đó, Zinc borate không phù hợp để sử dụng làm phụ gia chống cháy cho vật liệu PVC.

3.1.2. Khảo sát ảnh hưởng của Triphenyl phosphate đến khả năng bắt cháy và một số tính chất của vật liệu PVC

Đã khảo sát một số tính chất của các cấp phối vật liệu PVC sử dụng Triphenyl phosphate với các hàm lượng lần lượt là 3; 4; 5; 6; 7 Phr so với khối lượng nhựa để đánh giá hiệu quả của loại phụ gia này đối với vật liệu PVC. Mẫu vật liệu sau khi chế tạo được thử nghiệm tính bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m² và một số tính chất cơ lý khác. Kết quả thử nghiệm như trong Bảng 3.

Bảng 2. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng Zinc borate.

TT	Tính chất	Cấp phối	Đơn vị	M0	MZ3	MZ4	MZ5	MZ6	MZ7
I	Nguyên liệu chế tạo								
1	Nhựa PVC	Phr		100	100	100	100	100	100
2	Bột đá	Phr		100	100	100	100	100	100
3	PVC Stabilizer LBC-180	Phr		3	3	3	3	3	3
4	Dầu đậu nành Epoxy hóa	Phr		3	3	3	3	3	3
5	DOTP	Phr		5	5	5	5	5	5
6	Axit stearic	Phr		1	1	1	1	1	1
7	Zinc borate	Phr		0	3	4	5	6	7
II	Tính chất trên mẫu PVC								
1	Thời gian bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m ²	s		194	204	220	232	241	245
	Quan sát	-		BC	BC	BC	BC	BC	BC
2	Cường độ chịu kéo	MPa		17,5	16,6	16,6	16,7	16,9	16,9
3	Độ giãn dài khi đứt	%		3,2	3,8	3,7	3,5	3,4	3,3
4	Khối lượng riêng	g/cm ³		1,67	1,69	1,70	1,71	1,72	1,72
5	Độ cứng Shore D	-		81	80	81	81	80	81

Bảng 3. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng Triphenyl phosphate.

TT	Tính chất	Cấp phối	Đơn vị	M0	MT3	MT4	MT5	MT6	MT7
I	Nguyên liệu chế tạo								
1	Nhựa PVC	Phr		100	100	100	100	100	100
2	Bột đá	Phr		100	100	100	100	100	100
3	PVC Stabilizer LBC-180	Phr		3	3	3	3	3	3
4	Dầu đậu nành Epoxy hóa	Phr		3	3	3	3	3	3
5	DOTP	Phr		5	5	5	5	5	5
6	Axit stearic	Phr		1	1	1	1	1	1
7	Triphenyl phosphate	Phr		0	3	4	5	6	7
II	Tính chất trên mẫu PVC								
1	Thời gian bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m ²	s		194	221	263	298	335	360
	Quan sát	-		BC	BC	BC	BC	BC	BC
2	Cường độ chịu kéo	MPa		17,5	16,4	16,2	15,8	15,4	15,0
3	Độ giãn dài khi đứt	%		3,2	3,3	3,4	3,6	3,9	4,3
4	Khối lượng riêng	g/cm ³		1,67	1,69	1,68	1,68	1,67	1,67
5	Độ cứng Shore D	-		81	81	81	80	80	81

Kết quả trong Bảng 3 cho thấy khi sử dụng tăng hàm lượng phụ gia Triphenyl phosphate thì thời gian xảy ra bắt cháy chậm hơn đáng kể đồng nghĩa với việc vật liệu có khả năng chống bắt cháy tốt hơn. Tuy nhiên, khi càng tăng hàm lượng phụ gia thì mức độ cải thiện không đáng kể, trong khi các tính chất cơ lý như cường độ chịu kéo đang có chiều hướng giảm mạnh và độ cứng, khối lượng riêng hầu như không có sự thay đổi. Điều này chứng tỏ Triphenyl phosphate cũng chưa phù hợp để sử dụng làm phụ gia chống cháy cho vật liệu PVC.

3.1.3. Khảo sát ảnh hưởng của Aluminium hydroxide đến khả năng bắt cháy và một số tính chất của vật liệu PVC

Đã khảo sát một số tính chất của các cấp phối vật liệu PVC sử dụng Aluminium hydroxide với các hàm lượng lần lượt là 3; 4; 5; 6; 7 Phr so với khối lượng nhựa để đánh giá hiệu quả của loại phụ gia này đối với vật liệu PVC. Mẫu vật liệu sau khi được chế tạo được thử nghiệm tính bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m² và các tính chất cơ lý khác như cường độ chịu kéo, khối lượng riêng, độ cứng Shore D. Kết quả thử nghiệm tính chất của các mẫu được nêu trong Bảng 4.

Từ kết quả trong Bảng 4 cho thấy khi sử dụng tăng hàm lượng phụ gia Aluminium hydroxide thì thời gian xảy ra bắt cháy diễn ra

chậm hơn nhiều đồng nghĩa với việc vật liệu có khả năng chống bắt cháy tốt. Điều này có thể là do Aluminium hydroxide đã có tác dụng phân hủy nhiệt và sinh ra nước, làm giảm nhiệt độ của quá trình cháy. Tuy nhiên, khi càng tăng hàm lượng phụ gia thì mức độ cải thiện không đáng kể và quá trình bắt cháy vẫn xảy ra ở bức xạ 20 kW/m², trong khi các tính chất cơ lý như cường độ chịu kéo có tăng nhẹ và độ cứng, khối lượng riêng hầu như không có sự thay đổi. Do vậy, phụ gia aluminium hydroxide cũng chưa phù hợp để sử dụng cải thiện tính chất bắt cháy của liệu PVC ở bức xạ 20 kW/m².

3.1.4. Khảo sát ảnh hưởng của Antimony(III) oxide đến khả năng bắt cháy và một số tính chất của vật liệu PVC

Đã khảo sát một số tính chất của các cấp phối vật liệu PVC sử dụng Antimony(III) oxide với các hàm lượng lần lượt là 3; 4; 5; 6; 7 Phr so với khối lượng nhựa để đánh giá hiệu quả của loại phụ gia này đối với vật liệu PVC. Mẫu vật liệu sau khi được chế tạo sẽ được đem thử nghiệm tính bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m² và các tính chất cơ lý khác như cường độ chịu kéo, khối lượng riêng, độ cứng Shore D. Kết quả thử nghiệm như trong Bảng 5.

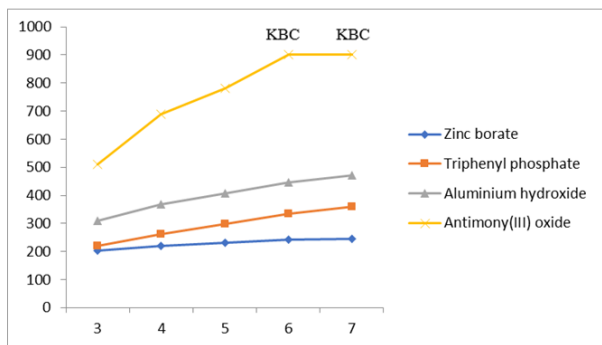
Bảng 4. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng Aluminium hydroxide.

TT	Tính chất	Cấp phối	Đơn vị	M0	MA3	MA4	MA5	MA6	MA7
I	Nguyên liệu chế tạo								
1	Nhựa PVC	Phr		100	100	100	100	100	100
2	Bột đá	Phr		100	100	100	100	100	100
3	PVC Stabilizer LBC-180	Phr		3	3	3	3	3	3
4	Dầu đậu nành Epoxy hóa	Phr		3	3	3	3	3	3
5	DOTP	Phr		5	5	5	5	5	5
6	Axit stearic	Phr		1	1	1	1	1	1
7	Aluminium hydroxide	Phr		0	3	4	5	6	7
II	Tính chất trên mẫu PVC								
1	Thời gian bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m ²	s		194	309	368	406	445	470
	Quan sát	-		BC	BC	BC	BC	BC	BC
2	Cường độ chịu kéo	MPa		17,5	17,7	17,8	18	17,9	17,9
3	Độ giãn dài khi đứt	%		3,2	3,6	3,5	3,4	3,5	3,6
4	Khối lượng riêng	g/cm ³		1,67	1,67	1,69	1,69	1,70	1,71
5	Độ cứng Shore D	-		81	82	81	82	81	81

Bảng 5. Khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng Antimony(III) oxide

TT	Tính chất	Cấp phối	Đơn vị	M0	MAN3	MAN4	MAN5	MAN6	MAN7
I	Nguyên liệu chế tạo								
1	Nhựa PVC	Phr		100	100	100	100	100	100
2	Bột đá	Phr		100	100	100	100	100	100
3	PVC Stabilizer LBC-180	Phr		3	3	3	3	3	3
4	Dầu đậu nành Epoxy hóa	Phr		3	3	3	3	3	3
5	DOTP	Phr		5	5	5	5	5	5
6	Axit stearic	Phr		1	1	1	1	1	1
7	Antimony(III) oxide	Phr		0	3	4	5	6	7
II	Tính chất trên mẫu PVC								
1	Thời gian bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m ²	s		194	510	690	780	900	900
	Quan sát	-		BC	BC	BC	BC	KBC	KBC
2	Cường độ chịu kéo	MPa		17,5	17,9	18	18,2	18,5	18,4
3	Độ giãn dài khi đứt	%		3,2	3,3	3,4	3,5	3,3	3,2
4	Khối lượng riêng	g/cm ³		1,67	1,70	1,71	1,72	1,72	1,73
5	Độ cứng Shore D	-		81	79	81	82	82	81

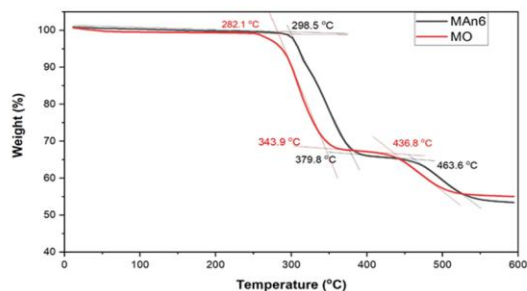
Kết quả trong Bảng 5 cho thấy khi sử dụng phụ gia Antimony(III) oxide thì thời gian xảy ra bắt cháy chậm hơn rất nhiều đồng nghĩa với việc vật liệu có khả năng chống bắt cháy rất tốt. Tại hàm lượng 6 Phr khi có tác dụng của nguồn nhiệt và ngọn lửa mẫu vật liệu xảy hiện tượng dập tắt lửa mỗi và than hóa không bắt lửa. Điều này có thể là do Antimony(III) oxide dưới tác dụng của nguồn nhiệt cao phụ gia đã làm cho vật liệu phân hủy tạo lớp than hóa ngăn chặn việc bắt cháy xảy ra. Khi tăng hàm lượng phụ gia thì cường độ chịu kéo cũng có xu hướng có tăng và đạt giá trị cao nhất ở hàm lượng phụ gia 6 Phr trong khi các tính chất khác hầu như không có sự thay đổi. Thời gian xảy ra bắt cháy của Antimony(III) oxide chậm hơn rất nhiều so với các loại phụ gia khác như Zinc borate, Triphenyl phosphate, Aluminium hydroxide (Hình 1). Từ kết quả thử nghiệm thời gian xảy ra bắt cháy chậm hơn và không bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m² (mức BC2 theo QCVN 06:2022/BXD) khi sử dụng hàm lượng phụ gia là 6 Phr cho thấy Antimony(III) oxide phù hợp để làm phụ gia chống cháy cho vật liệu PVC dùng trong các công trình xây dựng.



Hình 1. Thời gian xảy ra bắt cháy khi sử dụng các loại phụ gia khác nhau.

3.2. Đánh giá khả năng chịu nhiệt và chống cháy qua phương pháp phân tích nhiệt TGA

Đã thực hiện phân tích nhiệt TGA của mẫu PVC không chứa phụ gia chống cháy (M0) và mẫu PVC có chứa 6 Phr Antimony(III) oxide (MAN6) để đánh giá sự độ bền và mất khối lượng của vật liệu dưới tác dụng của nhiệt độ. Mẫu được đo trong khoảng nhiệt độ (30 ÷ 600) °C, tốc độ gia nhiệt 7 °C/phút trong môi trường không khí. Kết quả phân tích nhiệt trên mẫu M0 và MAN6 được thể hiện trên Hình 2.



Hình 2. Đồ thị TGA của mẫu M0 và MAN6.

Qua biểu đồ TGA so sánh giữa hai mẫu M0 và MAN6 nhận thấy mẫu MAN6 bắt đầu phân hủy nhiệt tại (298,5 °C) cao hơn so với mẫu M0 (282,1 °C), trên biểu đồ cũng thể hiện quá trình phân hủy diễn ra trên mẫu MAN6 thường có nhiệt độ cao hơn mẫu M0. Điều này có thể là do Antimony(III) oxide đã có tác dụng làm giảm nhiệt độ của quá trình cháy khiến cho sự phân hủy nhiệt diễn ra chậm hơn. Hai mẫu M0 và MAN6 sau khi phân tích nhiệt mất khối lượng khoảng 48 %, điều này phù hợp với cấp phối chế tạo của mẫu vật liệu PVC. Khi

hiệt độ lớn hơn 530 °C thì hầu như khối lượng không có sự thay đổi, điều này chứng tỏ nhựa PVC đã bị phân hủy hoàn toàn và các thành phần khác của vật liệu không phân hủy bởi nhiệt. Từ kết quả phân tích nhiệt cho thấy độ bền nhiệt của mẫu PVC có chứa Antimony(III) oxide cao hơn mẫu PVC không có chứa phụ gia chống cháy, điều này chứng tỏ Antimony(III) oxide với hàm lượng 6 Phr phù hợp để sử dụng làm phụ gia chống cháy cho vật liệu PVC.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu khảo sát ảnh hưởng của các loại phụ gia chống cháy Zinc borate, Triphenyl phosphate, Aluminium hydroxide đến tính chất vật liệu PVC cho thấy Antimony(III) oxide có khả năng làm tăng khả năng chống bắt cháy tốt nhất cho vật liệu PVC. Đã lựa chọn được cấp phối để chế tạo vật liệu PVC có khả năng chống bắt cháy ở bức xạ 20 kW/m² phù hợp với yêu cầu BC2 trong QCVN 06:2022/BXD: nhựa PVC: 100 Phr; bột đá: 100 Phr; PVC stabilizer LBC-180: 3 Phr; dầu đậu nành Epoxy hóa: 3 Phr; DOTP: 5 Phr; axit stearic: 1 Phr; Antimony(III) oxide: 6 Phr và điều kiện công nghệ chế tạo: nhiệt độ gia công mẫu PVC là 180 °C; thời gian trộn 5 phút và tốc độ trộn 50 vòng/phút. Mẫu vật liệu PVC chế tạo được không bắt cháy dưới tác dụng của bức xạ 20 kW/m² và các tính chất cơ lý của vật liệu đều tăng so với mẫu so sánh không chứa phụ gia.

Tài liệu tham khảo

- [1]. QCVN 06:2022/ BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho Nhà và Công trình.
- [2]. S. Moulay, 2010. *Chemical modification of poly (vinyl chloride)-Still on the run*. Progress in Polymer Science 35(3), 303–331.
- [3]. Ayşe Çetin, S.Gamze Erzençin, F. Burcu Alp, 2019. *Various Combinations of Flame Retardants for Poly (vinyl chloride)*. Open Chem., 17, 980-987.
- [4]. Trương Công Doanh, Vũ Minh Tân, Hồ Thị Oanh, Hắc Thị Nhung, Hoàng Mai Hà, 2021. *Chế tạo và đánh giá tính chất của vật liệu Nanocompozit chống cháy trên nền Polyvinyl Clorua*. Journal of SCIENCE & TECHNOLOGY., Vol.57 – No.2, 115-121.
- [5]. Phạm Thị Thùy Linh; Nguyễn Thị Thu Hiền; *Nghiên cứu khả năng chống cháy của vật liệu composite PVC-BG sử dụng triphenyl-phosphate*; Tạp chí phát triển KH & CN, tập 19, số T2-2016.
- [6]. ThermoFisher Scientific, *HAAKE PolyLab QC Instruction Manual*
- [7]. ISO 5657:1997 *Reaction to fire tests — Ignitability of building products using a radiant heat source*
- [8]. George Matthews, *PVC: Production, Properties and Uses*, The Institute of Materials, London, 1996.
- [9]. Leonard I. Nass, *Encyclopedia of PVC*, Marcel Dekker Inc., New York and Basel, 1976.
- [10]. W.V.Titow, *PVC Plastics: Properties, processing and Applications*, Elsevier applied Science, London and New York, 1990.