

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẬT LIỆU COMPOSITE TRÊN NỀN NITROXENLULO VÀ XENLULO

Phạm Kim Đạo*, Phạm Văn Toại, Phạm Quang Hiếu
Nguyễn Ngọc Hải, Bùi Anh Thức, Lê Phú Soàn

Tóm tắt: Vật liệu composite trên nền nitroxenlulo và xenlulo đã được nghiên cứu chế tạo. Đơn thành phần hóa học tối ưu là nitroxenlulo/xenlulo/trinitrotoluen 75/25/40, trong đó, hỗn hợp nitroxenlulo/xenlulo được ngâm trong TNT nóng chảy. Đã tiến hành nghiên cứu tính chất cơ lý và tính chất hóa lý của hỗn hợp trên, cụ thể, độ bền kéo đứt đạt 24,0 MPa; độ giãn dài tương đối 3,4%; nhiệt lượng cháy 530 cal/g; nhiệt độ bùng cháy 196,7 °C và độ an định bằng phương pháp Methyl tím tại 134,5 °C là 150 phút.

Từ khóa: VỎ liêu cháy; Vật liệu composite; Nitroxenlulo; Xenlulo.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Những năm gần đây, Việt Nam đã tăng cường đầu tư, nâng cấp vũ khí, trang bị cho Quân đội, trong đó, đã mua một cơ sở loại tăng như T-90S của Nga. Theo tài liệu [1], các loại tăng trên sử dụng liều phóng: Ж40, Ж52 và Ж63; các liều phóng này được tổng lắp bằng các loại thuốc phóng piroxililin một gốc (trừ liều phóng Ж63). Bên cạnh đó, liều phóng này còn được cấu tạo từ các vỏ liêu cháy là một loại vật liệu mới, chưa được nghiên cứu, chế tạo ở trong nước (hình 1a). Vỏ liêu cháy được chế tạo từ nitroxenlulo, xenlulo và lớp phủ bên ngoài bằng TNT, trong đó, lớp TNT đóng vai trò chống ẩm và bảo vệ độ kín của vỏ liêu [1-2]. Tuy nhiên, đơn thành phần và quy trình công nghệ chế tạo vỏ liêu cháy của Nga chưa từng được công bố hay chuyển giao cho Việt Nam.

Vỏ liêu cháy, ứng dụng trong đạn tăng của các nước phương Tây (hình 1b), cũng được chế tạo trên nền nitroxenlulo và xenlulo, tuy nhiên không có chứa TNT [3-6]. Theo tài liệu [3], vỏ liêu cháy được chế tạo bao gồm các thành phần sau: Nitroglycerin (15%), Tricetin (4%), Nitroxenlulo với 12% Nitơ (50%), chất kết dính (17%), giấy kraft (13%) và Diphenylamine (1%). Shedje M.T. và các cộng sự đã sử dụng Polyvinyl axetat (PVAc) làm chất kết dính để tăng tính gia cường cho vật liệu vỏ liêu cháy [4].



(a)



(b)

Hình 1. Đạn tăng của Nga (a) và của phương Tây (b).

Đối với đạn pháo cho tăng T90S, mặc dù Nga không chuyển giao công nghệ, song trên cơ sở một số nước có công nghệ chế tạo tương tự, nhóm tác giả định hướng thành phần gồm nitroxenlulo, xenlulo và có thể có trinitrotoluen.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu, chế tạo vật liệu composite trên nền nitroxenlulo và xenlulo, có thể ứng dụng để chế tạo vỏ liêu cháy cho đạn tăng T90S.

2.2. Hóa chất

Trong bài báo sử dụng một số hóa chất sau: Nitroxenlulo số 3 (với hàm lượng nitơ 12,08%,

hàm ẩm 35,4%, xuất xứ: Nhà máy Z1); Xenlulo dạng tấm (hàm ẩm 11%, xuất xứ: Nhà máy Z1), TNT cốm (nhiệt độ nóng chảy 80,35 °C, xuất xứ: Nhà máy Z2), Diphenylamine, Dibutylphthalat (xuất xứ: Trung Quốc).

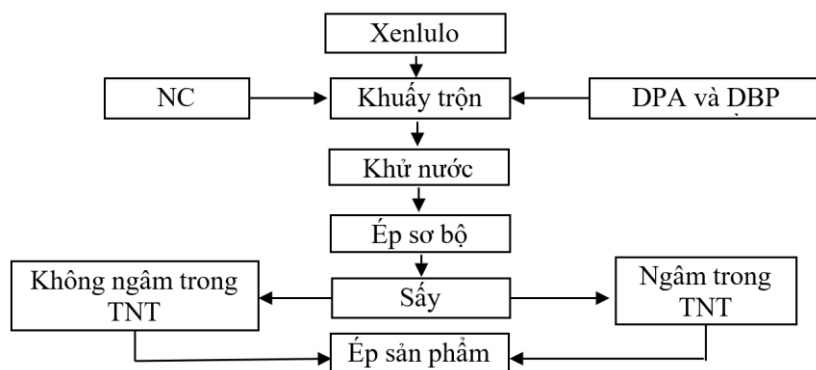
2.3. Thiết bị và dụng cụ

Thiết bị sử dụng: Thiết bị gia nhiệt tuần hoàn (xuất xứ: Trung Quốc), máy khuấy IKA (xuất xứ: Đức), máy ép thủy lực 40 tấn (xuất xứ: Việt Nam), máy đo độ bền kéo nén M350-10CT (xuất xứ: Anh), máy đo nhiệt lượng cháy PARR 1261 (xuất xứ: Mỹ), lò nung nhiệt độ cao LHT (xuất xứ: Đức), Thiết bị đo nhiệt độ bùng cháy AET 700 (xuất xứ: CH Séc), tủ sấy chân không Binder VD53 (xuất xứ: Đức).

2.4. Phương pháp nghiên cứu

2.4.1. Phương pháp chế tạo mẫu

Căn cứ tài liệu [5], vật liệu composite trên nền nitroxenlulo và xenlulo được chế tạo qua ba công đoạn chính: 1. Khuấy trộn tạo hồ, 2. Ép sơ bộ, 3. Sấy và ép thành sản phẩm. Do đó, nhóm tác giả đã xây dựng được quy trình chế tạo vật liệu sau:



Bột xenlulo đã định lượng được cho vào cốc thủy tinh có chứa nước tại nhiệt độ 50 ± 3 °C, khuấy đều cho tới khi xenlulo trương nở hoàn toàn. Tiếp tục cho NC định lượng, Diphenylamin – 1% và dibutylphthalat - 3,5% trong cốc vào hỗn hợp và khuấy 3-4 giờ. Công đoạn khử nước được tiến hành trên sàng 0,1 mm, sau đó, cho vào khuôn để ép tấm sơ bộ, bề dày tấm gấp 4-5 lần bề dày sản phẩm dự định ép. Tấm sơ bộ được sấy trong tủ sấy tại nhiệt độ 60 ± 2 °C trong 4-5 giờ (hàm ẩm không lớn hơn 2%). Tấm sơ bộ ngâm hoặc không ngâm trong khay có chứa TNT đến khi nóng chảy trong 2-3 giờ ở nhiệt độ 90 °C. Ép sản phẩm trên máy ép thủy lực 40 tấn, nhiệt độ ép 100 ± 5 °C, áp suất ép 180-200 kgf/cm². Hình 2 trình bày sản phẩm trước và sau khi ép trên máy ép thủy lực.



Hình 2. Tấm sơ bộ không có (a-1) và có TNT (a-2);
Tấm mẫu sau khi ép không có (b-1) và có TNT (b-2).

2.4.2. Phương pháp đo độ bền cơ lý

Độ bền cơ lý được đo trên thiết bị đo độ bền kéo nén M350-10CT. Dùng dao cắt chuyên dụng để cắt các tấm sản phẩm thành 5 mẫu với kích thước theo GOST 11262-2017 (hình 3). Lấy giá trị trung bình của ít nhất 5 lần đo.



Hình 3. Mẫu trước khi đo độ bền cơ lý.

2.4.3. Phương pháp đo tính chất hóa lý

Nhiệt lượng cháy được đo trên thiết bị PARR 1261 theo tiêu chuẩn TCVN/QS 889:2019. Hàm lượng tro được đo trong lò nung nhiệt độ cao LHT tại nhiệt độ 600 °C trong 1 giờ. Tiến hành đo nhiệt độ bùng cháy trên thiết bị đo nhiệt độ bùng cháy tự động AET 700 với tốc độ gia nhiệt 10 °C/phút. Độ an định hóa học được xác định bằng phương pháp Methyl tím tại nhiệt độ 134,5 °C, thời gian tính từ lúc đạt nhiệt độ cho đến khi giấy methyl tím chuyển màu.

Tất cả các tính chất được tiến hành đo đạc tại Trung tâm đo đạc và kiểm định Vật liệu nổ/Viện Thuốc phóng Thuốc nổ.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu tính chất cơ lý của vật liệu composite trên nền nitroxenlulo và xenlulo không chứa TNT

Như đã biết, nitroxenlulo là sản phẩm nitro hóa xenlulo (bông, gỗ,...) nên chúng dễ dàng tương hợp với nhau trong quá trình chế tạo. Căn cứ tài liệu [4, 5, 7], vật liệu vô liệu cháy được chế tạo từ nitroxenlulo và xenlulo, trong đó, nitroxenlulo chiếm tỷ lệ cao hơn xenlulo (50-85%). Bảng 1 trình bày đơn thành phần và tính chất cơ lý của một số mẫu vật liệu composite trên nền nitroxenlulo và xenlulo. Nitroxenlulo đóng vai trò là vật liệu mang năng lượng, còn xenlulo có vai trò tạo khung cốt cho vật liệu. Ngoài ra, trong hỗn hợp DPA là chất an định và DBP chất hóa dẻo với hàm lượng tương ứng là 1% và 3,5% so với tổng khối lượng của NC và Xenlulo [4, 5]. Khi tăng hàm lượng nitroxenlulo thì độ bền kéo đứt tăng dần, tỷ lệ NC/Xenlulo tối ưu là 75/25, bởi vì có độ bền kéo đứt đạt 16,5 MPa và độ dẫn dài tương đối đạt 4,9%. Tuy nhiên, kết quả độ bền kéo đứt của tất cả các hỗn hợp chưa cao so với kết quả trong tài liệu. Thực nghiệm cho thấy, trong quá trình ép sản phẩm, hỗn hợp chưa được hóa dẻo tối đa, dẫn đến bề dày sản phẩm còn cao hơn nhiều so với kích thước thực của khuôn ép (25-50%). Chính vì vậy, nhóm tác giả đã chọn phương án bổ sung thêm TNT vào trong hỗn hợp, lý do là nhiệt độ nóng chảy có TNT là 80,35 °C, thấp hơn nhiệt độ công đoạn ép sản phẩm (100±5 °C), có thể sẽ giúp cho hỗn hợp trên dễ dàng được gia công.

Bảng 1. Tính chất cơ lý vật liệu không có TNT.

Thành phần	NC/xenlulo			
	60/40	70/30	75/25	80/20
Nitroxenlulo	60	70	75	80
Xenlulo	40	30	25	20
Diphenylamin (ngoài 100)	1	1	1	1
Dibutylphatalat (ngoài 100)	3,5	3,5	3,5	3,5
Tính chất cơ lý				
Độ bền kéo đứt, MPa	6,7	14,2	16,5	16,2
Độ dẫn dài tương đối, %	3,5	3,0	4,9	3,9

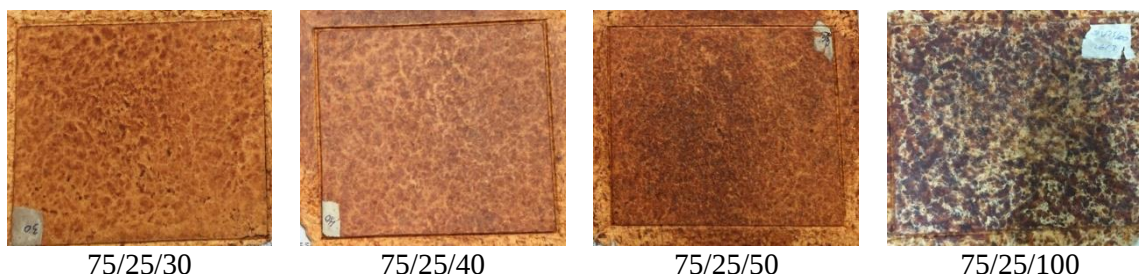
3.2. Nghiên cứu tính chất cơ lý của vật liệu composite trên nền nitroxenlulo và xenlulo chứa TNT

Trên bảng 2 trình bày đơn thành phần và tính chất cơ lý của vật liệu composite trên nền nitroxenlulo và xenlulo có chứa TNT.

Bảng 2. Tính chất cơ lý vật liệu có chứa TNT.

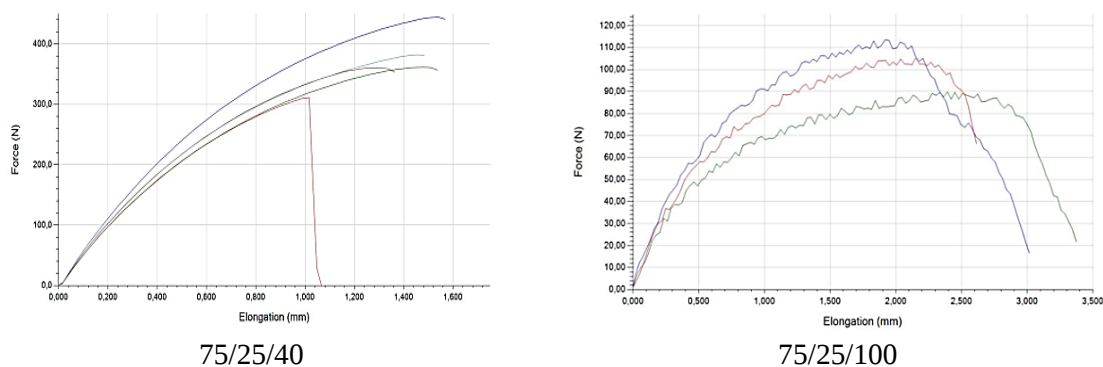
Thành phần	NC/xenlulo chứa TNT			
	75/25/30	75/25/40	75/25/50	75/25/100
Nitroxenlulo	75	75	75	75
Xenlulo	25	25	25	25
Diphenylamin (ngoài 100)	1	1	1	1
Dibutylphatalat (ngoài 100)	3,5	3,5	3,5	3,5
Trinitrotoluen (ngoài 100)	30	40	50	100
Tính chất cơ lý				
Độ bền kéo đứt, MPa	14,5	24,0	19,8	8,2
Độ giãn dài tương đối, %	4,8	3,4	2,3	5,4

Kết quả thực nghiệm cho thấy, hàm lượng TNT cho vào hỗn hợp NC/xenlulo là 30%, 40% và 50% khối lượng hỗn hợp có độ bền kéo đứt tương ứng là 14,5 MPa, 24,0 MPa và 19,8 MPa. Như vậy, so sánh với yêu cầu kỹ thuật của vật liệu vỏ liều cháy (độ bền kéo đứt nhỏ nhất: 16,0 MPa [8]), thì mẫu hỗn hợp 75/25/40 và 72/25/50 đạt yêu cầu. Trên hình 4 cho thấy, trên bề mặt sản phẩm 75/25/40 và 75/25/50 TNT được phân bố đồng đều trong NC và xenlulo, còn mẫu 75/25/100 TNT tạo thành các mảng lớn tách biệt NC và xenlulo, do thành phần khối lượng của TNT lớn, hỗn hợp NC/xenlulo không hấp thụ hết.



Hình 4. Hình ảnh sản phẩm của hỗn hợp NC/xenlulo/TNT.

Ngoài ra, khi tăng hàm lượng TNT lên tới 100% khối lượng hỗn hợp (mẫu 75/25/100) thì xảy ra hiện tượng dư TNT, dẫn đến làm giảm tính chất cơ lý của vật liệu (bảng 2).



Hình 5. Biểu đồ độ bền cơ lý.

Điều này được chứng minh qua giản đồ kéo của chúng (hình 5), đường cong kéo của hỗn 75/25/40 là những nét liên tục, còn của hỗn hợp 75/25/100 là đường zíc zắc. Nguyên nhân có thể là do hỗn hợp NC/Xenlulo không hấp thụ hết TNT và tạo ra các pha TNT riêng biệt, pha này có tính chất kéo khác với pha hỗn hợp NC/Xenlulo/TNT. Vì vậy, hàm lượng TNT tối ưu để cho vào hỗn hợp NC/Xenlulo 75/25 là 40-50%.

3.3. Nghiên cứu tính chất hóa lý của vật liệu composite trên nền nitroxenlulo và xenlulo chứa TNT

Nhóm tác giả đã tiến hành đo nhiệt lượng cháy hai hỗn hợp NC/Xenlulo/TNT 75/25/40 và 75/25/50, cho kết quả tương ứng là 530 cal/g và 470 cal/g. Từ kết quả cho thấy, khi tăng hàm lượng TNT trong hỗn hợp NC/Xenlulo, thì nhiệt lượng cháy sẽ giảm, do thành phần chất cháy trong hỗn hợp giảm. So sánh với chỉ tiêu kỹ thuật ($Q_{\min} = 500$ cal/g [9]) thì hỗn hợp 75/25/40 đạt yêu cầu. Ngoài ra, nhiệt lượng cháy khoảng 530 cal/g đủ đảm bảo khả năng cháy hoàn toàn của vỏ liều cháy trong phát bắn đạn 125 mm trên tăng T90S. Kết quả các tính chất hóa lý khác của hỗn hợp 75/25/40 được trình bày trong bảng 3. Kết quả thực nghiệm cho thấy, hỗn hợp NC/Xenlulo/TNT 75/25/40 đạt các chỉ tiêu kỹ thuật của vật liệu chế tạo vỏ liều cháy.

Bảng 3. Tính chất hóa lý của hỗn hợp NC/Xenlulo/TNT 75/25/40.

TT	Tính chất	Kết quả nghiên cứu	Chỉ tiêu kỹ thuật
1	Nhiệt lượng cháy, cal/g	530	Min 500
2	Nhiệt độ bùng cháy, °C	196,7	Min 170
3	Mật độ, g/cm ³	1,3	1,0-1,45
4	Độ an định tại 134,5 °C, Methyl tím, phút	150	Min 45
5	Hàm lượng tro, %	0,28	Max 0,5

Như vậy, vật liệu composite trên nền Nitroxenlulo/Xenlulo có chứa TNT 75/25/40 có các tính chất cơ lý và hóa lý đạt yêu cầu kỹ thuật để chế tạo vật liệu vỏ liều cháy.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày nghiên cứu tính chất cơ lý và tính chất hóa lý của vật liệu composite trên nền Nitroxenlulo và Xenlulo, ứng dụng chế tạo vỏ liều cháy cho liều phóng của tăng T-90S. Hỗn hợp Nitroxenlulo/Xenlulo/TNT 75/25/40 đạt được các yêu cầu chỉ tiêu kỹ thuật, cụ thể: độ bền kéo đứt đạt 24,0 MPa, độ dẫn dài tương đối 3,4%, nhiệt lượng cháy 530 cal/g, nhiệt độ bùng cháy 196,7 °C và độ an định bằng phương pháp Methyl tím tại nhiệt độ 134,5 °C là 150 phút.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. “Пушки советских танков (1945-1970 гг)”, Журнал, Техника и вооружение, Москва (2000), № 7.
- [2]. “Танк Т-72Б, Техническое описание и инструкция по эксплуатации”, Военное издательство, Москва (1995), 96с.
- [3]. Theodore Zimmerman, “Moisture-proof Combustible Cartridge Case”, Patent US 3550532 (1970).
- [4]. Shedge M.T., “Polyvinyl Acetate Resin as a binder affecting mechanical and combustion properties of CCC formulations”, Defence Science Journal (2008), Vol. 58, No. 3, pp. 390-397.
- [5]. Kurulkar G.R., “Combustible Cartridge Case formulation and evaluation”, J. of Energetic Material (1996), Vol. 14, pp. 127-149.
- [6]. Peshave J.R., Singh H., “Observation of change in colour of combustible cartridge cases on ageing- A qualitative tool”, J. of Energetic Material (2003), Vol. 53, № 4, pp. 367-370.
- [7]. Peshave J.R., Singh H., “Determination of chemical life of combustible cartridge cases”, J. of Energetic Material (2002), Vol. 20, pp. 345-356.
- [8]. “Powder charges”, Milan Blagojevic – Namenska, Serbia (2015).
- [9]. “Combustible cartridge cases”. CCCs for Tank, Mortar and Artillery Systems, Eurenco, France, 2016.

ABSTRACT

**MANUFACTURING RESEARCH OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON
NITROCELLULOSE AND CELLULOSE**

The composite material based on nitrocellulose and cellulose was studied. The optimal chemical composition is Nitrocellulose/Cellulose/Trinitrotoluene 75/25/40, in which the Nitrocellulose/Cellulose mixture is immersed in melting TNT. Conducted research on the mechanical and physical-chemical properties of this mixture, specifically, the tensile strength 24 MPa; the relative elongation 3,4 %; the heat of explosion 530 cal/g; the autoignition temperature 196,7 °C and the stability by methyl violet test at 134,5 °C is 150 minutes.

Keywords: Combustible cartridge cases; Composite materials; Nitrocellulose; Cellulose; Trinitrotoluene.

Nhận bài ngày 05 tháng 5 năm 2021

Hoàn thiện ngày 09 tháng 6 năm 2021

Chấp nhận đăng ngày 29 tháng 7 năm 2021

Địa chỉ: Viện Thuốc phóng Thuốc nổ.

**Email:* phamkimdao@gmail.com.