

CHẾ TẠO VÀ NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT CỦA THUỐC NỔ PBX TRÊN CƠ SỞ RDX VÀ PU

Đến tòa soạn 5 – 8 – 2014

Phan Đức Nhân

Khoa Vũ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự

SUMMARY

PRODUCTION AND CHARACTERISTIC INVESTIGATION OF PBX EXPLOSIVE CONTAINING RDX AND PU

The study presents the production and characteristic investigation of PBX explosive containing RDX and PU. The produced explosive possessed a high energy, strong thermal stability and sufficient operating ability. In addition, the composition of the produced PBX explosive and the nature of cross-linking agents have a strong influence on the energetic-technical properties of the explosive. PBX explosive, which met specific requirements, could be obtained by changing the abovementioned factors.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các thuốc nổ mạnh như hexogen (RDX), octogen (HMX), pentrit (TEN) có đặc trưng năng lượng lớn, nhưng lại có độ nhạy va đập cao, khó bị nén, bị phân huỷ khi nóng chảy [5]. Để khắc phục các nhược điểm đó người ta kết hợp thuốc nổ mạnh với thuốc nổ khác có độ nhạy thấp và có tính đúc (thuốc nổ hỗn hợp), kết hợp với chất thuần hoá (thuốc nổ thuần hóa) và với chất kết dính polyme (thuốc nổ PBX) [6].

Thuốc nổ PBX (polymer bonded explosives) chứa 80 ÷ 90% thuốc nổ phá mạnh và 10 ÷ 20% chất kết dính

polyme; được chế tạo bằng cách trộn thuốc nổ phá mạnh với polyme nền dạng lỏng, chất đóng rắn, tác nhân khâu mạch tương ứng và một số phụ gia khác, sau khi trộn xong tiến hành định hình hỗn hợp thành liều nổ và đóng rắn hệ ở nhiệt độ cao (70 ÷ 80⁰C). Ngoài ra, với mục đích làm tăng các đặc trưng năng lượng của thuốc nổ PBX người ta đã từng bước thay thế hệ chất kết dính trợ bằng hệ chất kết dính hoạt tính, cũng như sử dụng thêm chất cháy kim loại (bột Al) [2,4,6].

Thuốc nổ PBX thuộc nhóm thuốc nổ phá mạnh, có đặc trưng năng lượng cao và

độ nhạy thấp với xung cơ học (thuốc nổ giảm nhạy), nhưng lại dễ gây nổ bằng xung nổ (để kích nổ chỉ cần kíp số 8), có tính nén và tính đúc nên được sử dụng khá rộng rãi trên thế giới và đã dần thay thế các thuốc nổ hỗn hợp để nhồi vào một số loại đạn phá, đạn tên lửa và đặc biệt là các loại đạn xuyên lõm [2,4,6].

Thuốc nổ PBX trên cơ sở RDX và polyuretan (PU) có các ưu điểm kể trên và đã được sử dụng khá rộng rãi trên thế giới, nhưng ở nước ta vấn đề này vẫn chưa được quan tâm. Hiện nay chúng ta đã hoàn thiện dây chuyền chế tạo RDX ở quy mô công nghiệp, còn nguyên liệu đầu để chế tạo chất kết dính PU để đảm bảo nên việc nghiên cứu chế tạo và khảo sát các tính chất của thuốc nổ PBX dạng này nhằm đánh giá khả năng sử dụng trong thực tế là một việc làm cần thiết.

2. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU, HÓA CHẤT ĐÃ SỬ DỤNG

Đối tượng nghiên cứu trong bài báo là các mẫu thuốc nổ PBX có thành phần khác nhau (% theo khối lượng) chứa: 65 ÷ 90% RDX; 20% bột Al; 10 ÷ 20% chất kết dính PU.

Chất kết dính PU được chế tạo từ polyetylglycol (PEG) thấp phân tử dạng lỏng-nhớt, sử dụng tác nhân khâu mạch triol (glyxerin) và chất đóng rắn dạng diisoxianat.

Trong quá trình nghiên cứu chúng tôi đã sử dụng các hóa chất sau:

- RDX do nhà máy Z cung cấp: chất tinh thể màu trắng dạng hạt mịn, nhiệt độ nóng chảy 202,5⁰C kèm phân hủy, nhiệt

độ bùng cháy 219,4⁰C, độ nhạy va đập 76 ÷ 80%.

- Bột Al (TQ): bột mịn màu xám đồng nhất, độ tinh khiết ≥ 99,5%.

- PEG thấp phân tử hãng Merck (Đức): P-400 là chất lỏng trong suốt, khối lượng phân tử 380 ÷ 420 đ.v.C, nhiệt độ nóng chảy 4 ÷ 8⁰C, chỉ số hydroxyl 267 ÷ 295; P-600 là chất lỏng trong suốt, khối lượng phân tử 570 ÷ 630 đ.v.C, nhiệt độ nóng chảy 17 ÷ 22⁰C, chỉ số hydroxyl 178 ÷ 197; P-1000 là chất dạng sáp màu trắng, khối lượng phân tử 950 ÷ 1050 đ.v.C, nhiệt độ nóng chảy 33 ÷ 40⁰C, chỉ số hydroxyl 107 ÷ 118; P-4000 là chất rắn màu trắng, khối lượng phân tử 3500 ÷ 4500 đ.v.C, nhiệt độ nóng chảy 53 ÷ 58⁰C.

- Glyxerin (TQ): chất lỏng-nhớt trong suốt, độ tinh khiết ≥ 99%.

- Toluendiisoxianat (TDI-80) và hexametylendiisoxianat (HDI) hãng Merck (Đức): TDI-80 là chất lỏng không màu có mùi hắc, độc và hút ẩm mạnh, chứa khoảng 80% đồng phân 2,4-TDI và khoảng 20% đồng phân 2,6-TDI; còn HDI là chất lỏng nhớt không màu có mùi hắc, độc và hút ẩm mạnh.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU, TRANG THIẾT BỊ ĐÃ SỬ DỤNG

- Chế tạo các mẫu chất kết dính PU khác nhau theo phương pháp một và hai giai đoạn để lựa chọn thành phần và phương pháp phù hợp cho chế tạo thuốc nổ PBX: sử dụng PEG và hỗn hợp các PEG, tác nhân khâu mạch triol

(glyxerin) và chất đóng rắn khác nhau (TDI, HDI, hỗn hợp TDI-HDI). Số lượng chất đóng rắn diisoxianat đưa vào hệ được tính toán cẩn thận, đảm bảo tổng số nhóm isoxianat phải bằng tổng số nhóm hidroxyl của PEG và glyxerin.

- Trên cơ sở các kết quả thu được, lựa chọn phương pháp chế tạo PU hai giai đoạn kết hợp với chế tạo mẫu thuốc nổ PBX như sau: a) sấy chân không hỗn hợp PEG (P-600 với P-1000 theo tỷ lệ 1:1 về số mol) và tác nhân khâu mạch (glyxerin); b) sấy và trộn bột Al (nếu có) với thuốc nổ RDX: hỗn hợp 1; c) trộn hỗn hợp 1 với hỗn hợp PEG: hỗn hợp 2; d) hút chân không và trộn hỗn hợp 2 với chất đóng rắn (TDI, HDI, hỗn hợp TDI-HDI theo tỷ lệ 1:1 về số mol), lượng chất đóng rắn lấy dư 30% so với PEG: hỗn hợp 3; e) hút chân không và trộn hỗn hợp 3 với tác nhân khâu mạch: hỗn hợp 4; f) hút chân không và định hình hỗn hợp 4 (thuốc nổ PBX) thành liều nổ trong ống PVC và đưa đi đóng rắn ở nhiệt độ $70 \div 75^{\circ}\text{C}$ một tuần trong tủ sấy. Kết thúc quá trình đóng rắn, lấy các liều nổ PBX ra ngoài, để nguội trong bình hút ẩm và bảo quản trong túi PE kín. Đây cũng là phương án phổ biến nhất được áp dụng để chế tạo thuốc nổ PBX trên cơ sở các chất kết dính khác.

Để chế tạo và xác định các đặc trưng-kỹ thuật của thuốc nổ PBX, đã sử dụng các trang thiết bị chuyên dụng tại PTN Bộ môn TPTN/Học viện KTQS và Trung tâm T262/Cục Quân khí, trong đó:

- Xác định độ nhạy va đập theo [1,6] trên búa Cast (Nga): khối lượng mẫu mỗi lần thử 0,05 g; mỗi mẫu tiến hành 25 thử nghiệm; khối lượng búa 10 kg, độ cao rơi 25 cm và búa 2 kg, độ cao rơi 48 cm.

- Xác định tốc độ nổ theo [1] bằng thiết bị FO-2000 (Séc): đường kính liều nổ 24 mm.

- Xác định độ an định hóa học theo phương pháp áp kế chân không ở 100°C , 40 giờ [1,6] trên thiết bị Stabil Vacuum test (Séc): khối lượng mẫu mỗi lần thử $1 \div 2$ g; tiến hành 03 thí nghiệm song song.

- Xác định sức phá theo [1,6] bằng trụ chì tiêu chuẩn (VN): khối lượng liều nổ 50 g.

- Xác định nhiệt độ bùng cháy theo [1] trên thiết bị DT-400 (Đức): cài đặt SP1 205°C , SP2 230°C ; tốc độ gia nhiệt 5°C/phút ; khối lượng mẫu mỗi lần thử 0,15 g; mỗi mẫu tiến hành 03 thử nghiệm.

- Xác định khả năng sinh công theo [1,6] bằng con lắc xạ thuật (VN): khối lượng liều nổ 10 g; đường kính liều nổ 30 mm; mật độ liều nổ $1,0 \text{ g/cm}^3$; mỗi mẫu tiến hành 03 thử nghiệm.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Thực tế chế tạo các mẫu thuốc nổ PBX đã cho thấy, chất đóng rắn TDI có khả năng phản ứng mạnh hơn so với chất đóng rắn HDI và hỗn hợp TDI-HDI nên để khảo sát ảnh hưởng của thành phần thuốc nổ đến các đặc trưng kỹ thuật-

năng lượng của thuốc nổ PBX chúng tôi đã chế tạo các mẫu thuốc nổ PBX có thành phần khác nhau, không chứa Al (80% RDX và 20% PU; 85% RDX và 15% PU; 90% RDX và 10% PU) và chứa Al (65% RDX, 20% Al và 15% PU) sử dụng chất đóng rắn TDI.

Bảng 3.1. Đặc trưng kỹ thuật của thuốc nổ PBX, RDX và TNT

TT	Loại thuốc nổ	Đặc trưng kỹ thuật				
		Nhiệt độ bùng cháy, °C	Độ nhạy va đập, %		Độ an định hóa học, ml/g	
			10 kg, 25 cm	2 kg, 48 cm		
1	RDX	219,4	80	---	0,090	---
		260 (5 s) [*] ; 240 (10 s) [*]	---	---	0,08 ÷ 0,1 (ở 120°C, 22 h) [*]	---
2	PBX chứa 90% RDX, 10% PU	217,1	32	4	0,110	---
3	PBX chứa 85% RDX, 15% PU	215,6	20	0	0,159	0,152 ^{**}
4	PBX chứa 65% RDX, 15% PU, 20% Al	215,5	20 ÷ 24	---	0,218	0,215 ^{**}
5	PBX chứa 80% RDX, 20% PU	214,4	12	0	0,168	0,173 ^{**}

^{*} Số liệu theo tài liệu [6]; ^{**} Số liệu đo tại PTN VILAS của Trung tâm T262/Cục Quân khí.

Từ các số liệu trong bảng 3.1 cho thấy:

- Độ bền nhiệt (nhiệt độ bùng cháy) của thuốc nổ PBX đều thấp hơn thuốc nổ RDX, nhưng vẫn nằm ở mức của nhóm thuốc nổ bền nhiệt, nhiệt độ bùng cháy bị giảm khá mạnh khi tăng hàm lượng chất kết dính polyme. Điều này phần nào phản ánh sự tương tác tương hỗ mạnh giữa thuốc nổ RDX với chất kết dính PU chứa nhóm phân cực. Khác với thuốc nổ RDX, sau khi mẫu thuốc nổ PBX bùng cháy xong đều tạo thành khá

4.1. Ảnh hưởng của thành phần thuốc nổ đến các đặc trưng kỹ thuật của thuốc nổ PBX

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thành phần thuốc nổ đến các đặc trưng kỹ thuật của thuốc nổ PBX được đưa ra trong bảng 3.1.

nhiều căn màu đen trong và trên thành ống nghiệm.

- Độ nhạy va đập của thuốc nổ PBX ở điều kiện tiêu chuẩn (10 kg, 25 cm) khá thấp hơn thuốc nổ RDX và gần ngang mức với thuốc nổ TNT (4 ÷ 8%) khi tăng hàm lượng PU đến 20%, còn độ nhạy va đập khi thử ở điều kiện khác (2 kg, 48 cm) cũng rất phù hợp với số liệu trong tài liệu [2,6] đối với thuốc nổ PBX trên cơ sở chất kết dính trơ. Hiệu quả giảm nhạy biểu hiện rất tốt do các tinh thể thuốc nổ RDX được bao bọc bằng một lớp màng polyme có khả năng hấp thụ và lan truyền tốt các xung va đập ra xung quanh, cũng như ngăn ngừa không

cho bề mặt các tinh thể RDX cọ sát trực tiếp với nhau. Độ nhạy va đập của thuốc nổ PBX tăng khi tăng hàm lượng RDX và tăng một chút khi thay thế RDX bằng bột Al.

- Độ an định hóa học của thuốc nổ PBX khá cao và rất phù hợp với số liệu trong tài liệu [6] đối với thuốc nổ PBX trên cơ sở chất kết dính trơ, không chứa bột Al (khoảng $0,08 \div 0,16$ ml/g ở 120°C , 22 giờ). Kết quả đo độ an định hóa học của thuốc nổ PBX tại hai cơ sở thí nghiệm khác nhau (PTN Bộ môn TPTN và PTN VILAS của Trung tâm T262) rất giống nhau đã chứng minh về độ tin cậy cao của các kết quả thu được. Độ an định hóa học của hệ thuốc nổ bị giảm đáng kể khi tăng tổng hàm lượng chất kết dính polyme, đặc biệt khi thay thế 20% RDX bằng 20% bột Al.

- Độ an định hóa học của thuốc nổ PBX khá thấp hơn so với thuốc nổ dẻo trên cơ sở chất kết dính trơ (khoảng 0,1 ml/g ở 120°C , 22 giờ) [2,6]. Điều này có thể được giải thích theo hai nguyên nhân sau: thứ nhất, chất kết dính polyme của thuốc nổ PBX hoạt động hóa học hơn; thứ hai, do ảnh hưởng xấu của quá trình gia nhiệt mẫu ở nhiệt độ cao trong thời gian dài khi đóng rắn thuốc nổ PBX.

4.2. Ảnh hưởng của thành phần thuốc nổ đến các đặc trưng năng lượng của thuốc nổ PBX

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thành phần thuốc nổ đến các đặc trưng năng lượng của thuốc nổ PBX được đưa ra trong bảng 3.2 và để so sánh tác giả cũng đưa ra các số liệu của RDX và TNT [2,5,6].

Bảng 3.2. Đặc trưng năng lượng của thuốc nổ PBX, RDX và TNT

TT	Loại thuốc nổ	Mật độ liệu nổ, g/cm ³	Đặc trưng năng lượng		
			Tốc độ nổ, m/s	Độ nén trụ chì, mm	Khả năng sinh công, % TNT
1	TNT	1,0	4942	15,6 (16*)	100
		1,65	7000*	---	---
2	RDX	0,9	5900*	---	---
		1,0	---	18* (25 g)	150*
		1,7	8360*	---	---
3	PBX chứa 90% RDX, 10% PU	1,0	---	---	133,5
		1,46	7353	Trụ chì bị phá hủy	---
4	PBX chứa 85% RDX, 15% PU	1,0	---	24,3	130,5
		1,15	5918	---	---
		1,35	---	Trụ chì bị phá hủy	---
		1,44	7077	---	---
5	PBX chứa 65% RDX, 15% PU, 20% Al	1,0	4385	15,9	132,7
		1,35	---	24,3	---
		1,58	6978	---	---
6	PBX chứa 80% RDX, 20% PU	1,0	---	18,9	127,9
		1,35	---	21,8	---
		1,44	6956	---	---
		1,44 (Φ18)	Nổ bị tắt	---	---

* Số liệu theo các tài liệu [2,6].

Từ các số liệu trong bảng 3.2 cho thấy:

- Các đặc trưng năng lượng của thuốc nổ PBX đều thấp hơn thuốc nổ RDX, nhưng lại khá cao hơn thuốc nổ truyền thống TNT, đặc biệt là khả năng sinh công. Theo đặc trưng năng lượng thì thuốc nổ PBX thuộc nhóm thuốc nổ phá mạnh. Tăng mật độ liều nổ và tăng hàm lượng RDX sẽ làm tăng các đặc trưng năng lượng của thuốc nổ PBX. Việc thay thế một phần thuốc nổ RDX bằng bột Al dẫn đến làm giảm khả năng phá và làm giảm tốc độ nổ, nhưng lại làm tăng khả năng sinh công và hiệu ứng nổ (nổ đánh hơn). Quy luật thu được đều hoàn toàn phù hợp với lý thuyết chất nổ.
- Quá trình lan truyền nổ của liều thuốc nổ PBX chứa 80% RDX và 20% PU bị tắt khi giảm đường kính liều nổ từ 24 mm xuống 18 mm (hình 3.1), nghĩa là ở mật độ 1,44 g/cm³ đường kính liều thuốc nổ PBX thử nghiệm (18 mm) có thể đã nhỏ hơn đường kính tới hạn. Lưu ý này cần phải được quan tâm trong quá trình chế tạo, thử nghiệm và sử dụng thuốc nổ PBX dạng này.



Hình 3.1. Liều thuốc nổ PBX còn lại sau khi kích nổ (lan truyền nổ bị tắt).

Trong suốt quá trình thử nghiệm, tác giả chỉ sử dụng kíp nổ số 8 để kích nổ các liều thuốc nổ PBX. Kết quả cho thấy, khi đường kính liều nổ lớn hơn 24 mm thì các liều nổ chế tạo từ thuốc nổ PBX đều bị kích nổ hoàn toàn từ xung nổ của kíp nổ số 8.

4.3. Ảnh hưởng của thành phần hệ chất đóng rắn đến một số đặc trưng của thuốc nổ PBX

Độ an định hóa học là một đặc trưng kỹ thuật rất quan trọng, quyết định đến độ an toàn và thời hạn sử dụng thuốc nổ PBX, còn nhiệt độ bùng cháy là một yếu tố quyết định đến lĩnh vực sử dụng thuốc nổ PBX nên hai chỉ tiêu này rất được quan tâm. Để khảo sát ảnh hưởng của thành phần hệ chất đóng rắn đến độ an định hóa học và nhiệt độ bùng cháy, tác giả đã chế tạo các mẫu thuốc nổ PBX chứa 85% RDX và 15% PU, sử dụng chất đóng rắn TDI, HDI và hỗn hợp TDI-HDI theo tỷ lệ 1:1 về số mol. Kết quả khảo sát được đưa ra trong bảng 3.3.

Bảng 3.3. Đặc trưng của thuốc nổ PBX

TT	Thành phần hệ chất đóng rắn	Đặc trưng của thuốc nổ PBX chứa 85% RDX, 15% PU	
		Độ an định hóa học, ml/g	Nhiệt độ bùng cháy, °C
1	TDI đơn	0,159	215,6
2	Hỗn hợp TDI-HDI theo tỷ lệ 1:1 về số mol	0,297	212,5
3	HMDI đơn	0,667	212,1

Từ các số liệu trong bảng 3.3 cho thấy:

- Độ an định hóa học của thuốc nổ PBX bị giảm mạnh khi sử dụng chất đóng rắn theo dãy sau:

TDI → hỗn hợp HDI-TDI → HDI

Khi sử dụng chất đóng rắn TDI thu được thuốc nổ PBX có độ an định cao, còn khi sử dụng chất đóng rắn HDI thu được thuốc nổ PBX có độ an định khá thấp và nằm trong vùng độ an định hóa học của các thuốc nổ PBX trên cơ sở chất kết dính hoạt tính (khoảng $0,6 \div 0,8$ ml/g) [3,6]. Khi sử dụng chất đóng rắn hỗn hợp TDI-HDI theo tỷ lệ 1:1 thu được thuốc nổ PBX có độ an định hóa học cao hơn khoảng 2 lần so với khi sử dụng chất đóng rắn HDI và thấp hơn khoảng 2 lần so với khi sử dụng chất đóng rắn TDI.

Quy luật ảnh hưởng trên có thể giải thích được theo cấu tạo hóa học của chất đóng rắn: hai nhóm isoxianat của TDI liên kết trực tiếp với vòng benzen nên sẽ phân cực hơn, nhờ đó chúng có khả năng phản ứng mạnh hơn và liên kết bền hơn với các nhóm hidroxy của PEG và tác nhân khâu mạch so với trường hợp chất đóng rắn HDI. Điều này cũng được biểu hiện rất rõ trong quá trình tạo chế tạo thuốc nổ PBX.

- Nhiệt độ bùng cháy của thuốc nổ PBX cũng phụ thuộc vào thành phần hệ chất đóng rắn, cụ thể: bị giảm khá mạnh (khoảng 3°C) khi chuyển từ TDI sang hỗn hợp TDI-HDI, bị giảm một chút (khoảng $0,4^{\circ}\text{C}$) khi chuyển từ hỗn hợp TDI-HDI sang HDI.

Ảnh hưởng của thành phần hệ chất đóng rắn đến độ an định hóa học và nhiệt độ bùng cháy của thuốc nổ PBX có cùng một quy luật và chất đóng rắn HDI ảnh hưởng xấu nhất đến độ an định hóa học và độ bền nhiệt của thuốc nổ PBX. Có thể xem kết luận này như một khuyến cáo và nên hạn chế sử dụng chất đóng rắn này để chế tạo thuốc nổ PBX trên cơ sở RDX và PU.

4.4. Ảnh hưởng của điều kiện bảo quản đến một số đặc trưng của thuốc nổ PBX

Chất kết dính PU chứa nhóm chức uretan phân cực, ngoài ra còn có thể chứa các nhóm chức khác còn sót lại do không tham gia hết vào phản ứng đóng rắn và khâu mạch (hidroxy, isoxianat) nên chất kết dính này sẽ khá nhạy với tác dụng của ẩm. Nghĩa là, điều kiện bảo quản sẽ gây ra tác động nhất định đến đặc trưng của thuốc nổ PBX. Thực tế cho thấy, các liều thuốc nổ PBX đều bị mềm hơn trong quá trình bảo quản không kín do chất kết dính PU tương tác với ẩm có trong không khí; khi bảo quản trong cùng một điều kiện mẫu thuốc nổ PBX không chứa Al bị mềm nhiều hơn so với mẫu thuốc nổ PBX chứa Al.

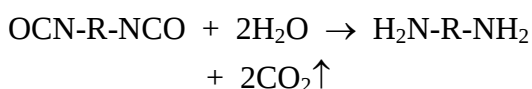
Để khảo sát ảnh hưởng của điều kiện bảo quản đến sự thay đổi độ an định hóa học và nhiệt độ bùng cháy của thuốc nổ PBX, tác giả đã chế tạo hai mẫu thuốc nổ PBX khác nhau, sử dụng chất đóng rắn TDI. Hai mẫu thuốc nổ PBX dưới dạng liều nổ được bảo quản kín và hở trong 6 tháng ở điều kiện thường. Kết quả khảo sát được đưa ra trong bảng 3.4.

Bảng 3.4. Đặc trưng của thuốc nổ PBX

TT	Điều kiện bảo quản thuốc nổ PBX		Thuốc nổ PBX chứa 80% RDX và 20% PU		Thuốc nổ PBX chứa 65% RDX, 15% PU, 20% Al	
			Độ an định hóa học, ml/g	Nhiệt độ bùng cháy, °C	Độ an định hóa học, ml/g	Nhiệt độ bùng cháy, °C
1	Thuốc nổ PBX mới chế tạo		0,168	214,4	0,218	215,5
2	Thuốc nổ PBX đã bảo quản 6 tháng	Bảo quản kín	0,170	213,7	0,201	212,3
		Bảo quản hở	0,209	213,3	0,206	212,3

Từ các số liệu trong bảng 3.4 cho thấy:

- Độ an định hóa học của thuốc nổ PBX không chứa Al hầu như không bị thay đổi khi được bao gói kín và bị giảm đáng kể khi được bao gói hở, nghĩa là điều kiện bảo quản ảnh hưởng khá mạnh đến độ an định hóa học của thuốc nổ PBX. Điều này là do chất kết dính PU chứa nhóm chức uretan phân cực và các cấu tử riêng biệt có trong hệ chất kết dính polyme (PEG, glyxerin, TDI) đều chứa các nhóm chức hidroxyl, isoxianat có khả năng tương tác với ẩm. Đặc biệt trong trường hợp dư nhóm isoxianat sẽ xảy ra phản ứng mạnh với ẩm tạo thành hợp chất dạng amin:



Các amin tạo thành có môi trường kiềm yếu sẽ xúc tiến quá trình phân hủy thuốc nổ RDX dẫn đến làm giảm độ an định hóa học của thuốc nổ PBX.

- Độ an định hóa học của thuốc nổ PBX chứa Al khi được bao gói kín cao hơn một chút so với khi bao gói hở, đặc biệt độ an định hóa học của thuốc nổ PBX

còn tăng sau khi bảo quản 6 tháng. Điều này có thể được giải thích theo hai nguyên nhân sau: thứ nhất, điều kiện bảo quản ít ảnh hưởng đến độ an định hóa học của thuốc nổ PBX chứa Al; thứ hai, các phản ứng đóng rắn chưa thật sự kết thúc trong thời gian đóng rắn, do đó vẫn tiếp tục xảy ra các phản ứng hoàn thiện cấu trúc trong 6 tháng bảo quản dẫn đến làm tăng độ ổn định hóa học của hệ. Để có thể đưa ra kết luận chính xác cần phải khảo sát kỹ hơn hệ thuốc nổ này.

- Điều kiện bảo quản ảnh hưởng không lớn đến nhiệt độ bùng cháy của thuốc nổ PBX, đặc biệt đối với mẫu thuốc nổ PBX chứa Al.

5. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu chế tạo và khảo sát tính chất của thuốc nổ PBX trên cơ sở RDX và PU, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Thuốc nổ PBX có đặc trưng năng lượng cao hơn thuốc nổ TNT và bền nhiệt, có độ ổn định hóa học cao và độ nhạy va đập khá thấp, bắt nổ hoàn toàn

từ kíp nổ số 8; các đặc trưng năng lượng-kỹ thuật phụ thuộc mạnh vào thành phần thuốc nổ, tăng hàm lượng RDX và bột Al sẽ làm tăng các đặc trưng năng lượng, nhưng lại làm xấu đi các đặc trưng kỹ thuật của thuốc nổ PBX.

- Độ ổn định hóa học của thuốc nổ PBX phụ thuộc vào thành phần hệ chất đóng rắn. Thuốc nổ PBX đóng rắn bằng TDI có độ ổn định hóa học cao, còn thuốc nổ PBX đóng rắn bằng HDI có độ ổn định hóa học thấp, tương đương với độ ổn định hóa học của thuốc nổ PBX trên cơ sở chất kết dính hoạt tính. Hàm ẩm trong thuốc nổ và độ ẩm môi trường đều ảnh hưởng xấu đến độ an định hóa học, điều này phải luôn được quan tâm trong suốt quá trình chế tạo và bảo quản thuốc nổ PBX.

- Nhiệt độ bùng cháy của thuốc nổ PBX cũng phụ thuộc vào thành phần hệ chất đóng rắn. Giống như độ ổn định hóa học, nhiệt độ bùng cháy của thuốc nổ PBX bị giảm khi sử dụng chất đóng rắn theo dãy TDI → hỗn hợp TDI-HDI → HDI. Độ ẩm cũng ảnh hưởng xấu đến nhiệt độ bùng cháy của thuốc nổ PBX. Thuốc nổ PBX trên cơ sở RDX và PU có rất nhiều ưu điểm, có tính chất công nghệ tốt và dễ chủ động nguyên liệu sản xuất nên rất cần được nghiên cứu tiếp để phục vụ nhiệm vụ đảm bảo kỹ thuật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quy trình thí nghiệm xác định thành phần và đánh giá chất lượng thuốc nổ PBX nhiệt rắn / Cục Quân khí/ Tổng cục Kỹ thuật (2013).
2. Headquarters, Department of the Army. *Military explosives* / Department of the army technical manual, p. 351 (1984).
3. Arthur Provatas. *Formulation and Performance Studies of Polymer Bonded Explosives (PBX)n* (2003) *Containing Energetic Binder Systems* / Part I. Defence Science & Technology. DSTO-TR-1397.
4. Radwan M.A. *Sensitivity and Performance of Energetic materials Based on Different Types of Energetic Binders* / Energetic Materials, Insensitivity, Ageing and Monitoring. 37th International Annual Conference of ICT. Karlsruhe, Germany, P. 56 (2006).
5. Орлова Е.Ю. (1973) *Химия и технология бризантных взрывчатых веществ* / Учебное пособие для вузов, Химия, 689 с.
6. Пироправка. (2012) *Справочник по взрывчатым веществам, порохам и пиротехническим составам* / Издание 6, Москва, 310 с.