

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG VÀ ĐẶC TRƯNG CỦA THUỐC NỔ PBX Dẻo CHỨA HEXOGEN VÀ POLYSTYRENE

Đến tòa soạn 5 - 10 - 2015

Phan Đức Nhân, Đoàn Minh Khai

Khoa Vũ khí - Học viện Kỹ thuật Quân sự

SUMMARY

INFLUENCE OF SOME FACTORS ON QUALITY AND CHARACTERISTICS OF THE PLASTIC PBX CONTAINING HEXOGEN AND POLYSTYRENE

The article reports results of preparation and effective investigation of the properties and ingredients of polymer binder systems as well as explosive composition on the quality and technical-energetic characteristics of the plastic PBX containing hexogen and polystyrene. Research findings show that, it is possible to prepare well-plastic PBX in normal conditions, initiated at detonator No8; the PBX have high chemical stability, low impact sensitivity and energetic characteristics equivalent to those of plastic explosive C-4.

1. MỞ ĐẦU

Thuốc nổ PBX (polymer bonded explosive) dẻo có nhiều ưu điểm như: các đặc trưng năng lượng cao, độ nhạy va đập thấp, bắt nổ tin cậy từ cấp số 8, có khả năng kết dính cao và biểu hiện tính dẻo tốt ở điều kiện thường nên đã được nghiên cứu chế tạo và sử dụng phổ biến tại nhiều nước trên thế giới, cả trong quân sự (công binh, đặc công, xử lý bom mìn) và trong công nghiệp. Khi

chế tạo thuốc nổ PBX dẻo người ta thường sử dụng các hệ chất kết dính polyme khác nhau và thuốc nổ mạnh như octogen (HMX), hexogen (RDX) và pentrit (TEN) [1,3]. Hiện nay chúng ta đã hoàn thiện dây chuyền sản xuất thuốc nổ RDX ở quy mô công nghiệp, nhu cầu thực tế sử dụng thuốc nổ PBX dẻo khá cao, trong khi lượng thuốc nổ dẻo có trong trang bị (ví dụ: thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ) còn lại không nhiều và đã

xuống cấp. Thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ chứa khoảng 91% RDX và 9% hệ chất kết dính polyisobutylen [1,3], nhưng hệ chất kết dính này chủ yếu được sử dụng trong kỹ thuật tên lửa và rất khó điều chế nên có giá thành cao và khó đảm bảo bằng đường thương mại. Do đó, việc nghiên cứu chế tạo mẫu thuốc nổ PBX dẻo chứa RDX và hệ chất kết dính polyme khác phù hợp với điều kiện trong nước, có tính năng tương đương với các thuốc nổ dẻo hiện có trong trang bị là một vấn đề cần thiết, có tính khoa học và thực tiễn rất cao.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là quá trình chế tạo và các mẫu thuốc nổ PBX dẻo có thành phần khác nhau, chứa 88 ÷ 92% thuốc nổ RDX và 8 ÷ 12 hệ chất kết dính polystiren.

2.2. Phương pháp nghiên cứu, trang thiết bị

Sấy thuốc nổ RDX cấp 1 ở 80 ÷ 90°C khoảng 6 giờ, sau đó chế tạo các mẫu thuốc nổ PBX dẻo có thành phần khác nhau theo [1,2,3,4] bằng cách hòa tan hệ chất kết dính polyme trong dung môi phù hợp, tiếp đó khuấy trộn RDX với dung dịch thu được, đuổi dung môi và sấy sản phẩm ở nhiệt độ 50 ÷ 60°C đến khối lượng mẫu không đổi; thuốc nổ PBX thành phẩm đạt yêu cầu phải là chất dẻo màu trắng đồng nhất và có khả năng kết dính tốt, khi kéo có tơ polyme.

Để xác định các đặc trưng kỹ thuật-năng lượng và đánh giá chất lượng thuốc nổ PBX dẻo, chúng tôi đã sử dụng các phương pháp đo tiêu chuẩn và trang thiết bị chuyên dùng tại PTN Bộ môn TPTN/Khoa Vũ khí/Học viện KTQS và PTN Vilas122 Trung tâm T262/Cục Quân khí, cụ thể:

- Xác định khả năng bao phủ lớp màng chất kết dính polyme lên bề mặt các tinh thể thuốc nổ RDX trên kính hiển vi Nikon YS100.

- Xác định độ nhạy va đập của thuốc nổ PBX dẻo trên búa Cast ở điều kiện tiêu chuẩn (khối lượng búa 10 kg, độ cao rơi 25 cm) theo [5,6]: tiến hành 25 lần thử nghiệm, khối lượng mẫu thử $0,05 \pm 0,005$ g; độ nhạy va đập là số phát nổ (quy ra %) trong 25 lần thử nghiệm.

- Xác định tốc độ nổ của thuốc nổ PBX dẻo trên thiết bị FO-2000 theo [5,6]: thuốc nổ thử nghiệm được nén trong ống nhựa PVC thành liều nổ dài 320 mm, đường kính 24 mm, đầu trên tạo lỗ tra kíp nổ, khoảng cách giữa hai đầu đo 250 mm, kích nổ liều nổ bằng kíp nổ điện số 8, mỗi mẫu tiến hành 03 lần thử nghiệm, lấy giá trị trung bình.

- Xác định sức phá của thuốc nổ PBX dẻo bằng cách đo độ nén trụ chì theo [1,3,5,6]: sử dụng trụ chì tiêu chuẩn (dài 60 mm, đường kính 40 mm), thuốc nổ thử nghiệm được nén trong ống giấy thành liều nổ đường kính 40 mm, khối lượng thuốc nổ 25 g và 50 g, đầu trên tạo lỗ tra kíp, kích nổ liều nổ bằng kíp

nổ điện số 8, mỗi mẫu tiến hành 03 lần thử nghiệm, lấy giá trị trung bình.

- Xác định khả năng sinh công của thuốc nổ PBX dẻo bằng con lắc xạ thuật theo [5,6]: thuốc nổ thử nghiệm được nén trong ống giấy thành liều nổ đường kính 30 mm, khối lượng thuốc nổ 10 g, kích nổ liều nổ bằng kíp nổ điện số 8, mỗi mẫu tiến hành 03 lần thử nghiệm, lấy giá trị trung bình.

- Xác định nhiệt độ bùng cháy trên thiết bị DT-400 theo [6]: khối lượng mẫu thử 0,1 ÷ 0,2 g, mỗi mẫu tiến hành 03 lần thử nghiệm, lấy giá trị trung bình.

- Xác định độ an định hóa học của thuốc nổ PBX dẻo theo phương pháp ổn định nhiệt chân không trên thiết bị Stabil Vacuum tester (hình 2) theo [3,6] ở nhiệt độ 100°C trong 40 giờ liên tục, khối lượng mẫu thử 2 ÷ 3 g, mỗi mẫu tiến hành 03 lần thử nghiệm, lấy giá trị trung bình.

2.3. Vật tư, hóa chất

Trong quá trình nghiên cứu và thử nghiệm, chúng tôi đã sử dụng một số vật tư và hóa chất đặc thù sau: thuốc nổ RDX cấp 1 và chất hóa dẻo dioctylphthalat (DOP) do Nhà máy Z cung cấp, các mẫu chất kết dính polystyren (PS) có khối lượng phân tử khác nhau và một số vật tư đặc thù khác, trụ chỉ tiêu chuẩn do Trung tâm T cung cấp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của một số yếu tố đến độ dẻo và khả năng kết dính của thuốc nổ PBX

Như đã biết, thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ chứa khoảng 91% RDX và 9% hệ chất kết dính polyisobutylene [1,3] nên với mục đích nghiên cứu chế tạo mẫu thuốc nổ PBX có tính dẻo và có các đặc trưng năng lượng tương đương với thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ, chúng tôi đã chế tạo các mẫu thuốc nổ PBX chứa 91% RDX và 9% hệ chất kết dính PS, sử dụng một số mẫu PS có khối lượng phân tử khác nhau để nghiên cứu ảnh hưởng của khối lượng phân tử PS và thành phần hệ chất kết dính polyme (tỷ lệ DOP/PS) đến độ dẻo và khả năng kết dính của thuốc nổ PBX; kết quả nghiên cứu được đưa ra trong bảng 1.

Thực tế chế tạo mẫu thuốc nổ PBX đã cho thấy, độ dẻo và khả năng kết dính của thuốc nổ PBX phụ thuộc mạnh vào khối lượng phân tử PS và tỷ lệ DOP/PS, cụ thể:

- Tăng khối lượng phân tử PS sẽ làm tăng đáng kể khả năng kết dính các phân tử thuốc nổ, nhưng rất ít ảnh hưởng đến độ dẻo.

- Tỷ lệ DOP/PS ảnh hưởng mạnh đến cả độ dẻo và khả năng kết dính các phân tử thuốc nổ, tăng tỷ lệ trên đến một giá trị nào đó sẽ làm tăng cả độ dẻo và khả năng kết dính, sau đó nếu tăng tiếp lại làm giảm khả năng kết dính của hệ. Thực tế hệ chất kết dính polyme trong thuốc nổ PBX phải hoàn thành hai vai trò: kết dính các cấu tử trong hệ thành một khối và đảm bảo độ dẻo cần thiết cho hệ.

*Bảng 1. Kết quả chế tạo mẫu thuốc nổ PBX chứa 91% RDX
và 9% hệ chất kết dính PS*

TT	Khối lượng phân tử PS, đ.v.C	Thành phần hệ chất kết dính polyme (tỷ lệ DOP/PS)	Chất lượng thuốc nổ PBX thu được
1	38.000	1/1	Biểu hiện tính dẻo kém, khả năng kết dính kém
		1,5/1	Biểu hiện tính dẻo, khả năng kết dính trung bình
		2/1	Biểu hiện tính dẻo tốt, khả năng kết dính trung bình
2	65.000	1/1	Biểu hiện tính dẻo kém, khả năng kết dính kém
		1,5/1	Biểu hiện tính dẻo, khả năng kết dính trung bình
		2/1	Biểu hiện tính dẻo tốt, khả năng kết dính trung bình
3	80.000	1/1	Biểu hiện tính dẻo kém, khả năng kết dính kém
		1,5/1	Biểu hiện tính dẻo, khả năng kết dính trung bình
		2/1	Biểu hiện tính dẻo tốt, khả năng kết dính tốt
4	88.000	1/1	Biểu hiện tính dẻo kém, khả năng kết dính kém
		1,5/1	Biểu hiện tính dẻo, khả năng kết dính trung bình
		2/1	Biểu hiện tính dẻo tốt, khả năng kết dính tốt
5	200.000	2/1	Biểu hiện tính dẻo, khả năng kết dính trung bình

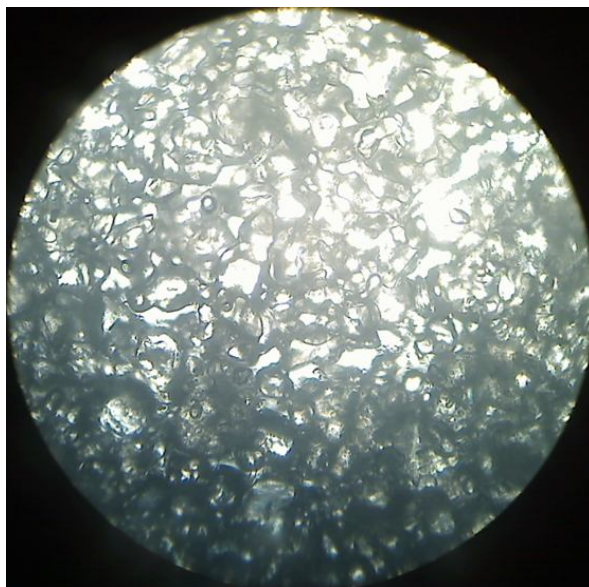
Số liệu trong bảng 1 cho thấy, các mẫu thuốc nổ PBX với tỷ lệ DOP/PS bằng 1/1 hoặc sử dụng PS khối lượng phân tử nhỏ hơn 65.000 đ.v.C có khả năng kết

dính kém, còn các mẫu thuốc nổ PBX sử dụng PS khối lượng phân tử trên 80.000 đ.v.C và tỷ lệ DOP/PS nằm trong khoảng 1,5/1 ÷ 2/1 vừa đảm bảo

được tính dẻo, lại vừa có khả năng kết dính cao và bao phủ đều bề mặt các tinh thể thuốc nổ RDX (hình 1); tuy nhiên, nếu sử dụng mẫu PS có khối lượng phân tử quá lớn sẽ ảnh hưởng xấu đến cả hai đặc trưng trên, ngoài ra còn làm tăng đáng kể thời gian chế tạo thuốc nổ PBX dẻo.

Mức độ và chất lượng bao phủ bề mặt các tinh thể thuốc nổ RDX bằng lớp màng chất kết dính polyme đã hóa dẻo có ý nghĩa quyết định đến chất lượng thuốc nổ PBX dẻo vì điều này ngoài đảm bảo độ dẻo và khả năng kết dính

của hệ, còn ảnh hưởng trực tiếp đến độ nhạy va đập: nếu bao phủ tốt, các tinh thể RDX sẽ không tiếp xúc trực tiếp với nhau, không bị cọ sát khi chịu các tác động va đập dẫn đến làm mạnh giảm độ nhạy va đập của thuốc nổ PBX dẻo. Chất lượng bao phủ lớp màng polyme đã hóa dẻo lên bề mặt các tinh thể RDX phụ thuộc mạnh vào tỷ lệ DOP/PS và từ hình 1 thấy rằng, bề mặt các tinh thể RDX được bao phủ tốt khi sử dụng hệ chất kết dính polyme có tỷ lệ DOP/PS bằng 2/1.



*Hình 1. Ảnh chụp bề mặt mẫu thuốc nổ PBX dẻo trên kính hiển vi Nikon YS100.
Khối lượng phân tử PS bằng 88.000 đ.v.C; tỷ lệ DOP/PS bằng 2/1.
Độ phóng đại 100 lần.*

Tiếp theo, để nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng hệ chất kết dính PS đến độ dẻo và khả năng kết dính của thuốc nổ PBX dẻo, chúng tôi đã chế tạo các mẫu thuốc nổ PBX chứa $88 \div 92\%$ RDX và

$8 \div 12\%$ hệ chất kết dính PS, sử dụng mẫu PS có khối lượng phân tử 88.000 đ.v.C và tỷ lệ DOP/PS bằng 2/1; kết quả nghiên cứu đưa ra trong bảng 2.

*Bảng 2. Kết quả chế tạo mẫu thuốc nổ PBX chứa 88 ÷ 92% RDX
và 8 ÷ 12% hệ chất kết dính PS*

TT	Hàm lượng RDX, %	Hàm lượng hệ chất kết dính PS, %	Chất lượng thuốc nổ PBX thu được
1	88	12	Biểu hiện tính dẻo tốt, khả năng kết dính tốt
2	89	11	Biểu hiện tính dẻo tốt, khả năng kết dính tốt
3	90	10	Biểu hiện tính dẻo tốt, khả năng kết dính tốt
4	91	9	Biểu hiện tính dẻo, khả năng kết dính khá tốt
5	92	8	Biểu hiện tính dẻo kém, khả năng kết dính kém

Kết quả nghiên cứu đã cho thấy, tăng hàm lượng hệ chất kết dính PS sẽ làm tăng tính dẻo và khả năng kết dính; các mẫu thuốc nổ PBX chứa đến 90% RDX đều biểu hiện tính dẻo tốt ở điều kiện thường và có khả năng kết dính cao. Tuy nhiên, do hệ chất kết dính PS là chất trơ nên nếu tăng hàm lượng sẽ ảnh hưởng xấu đến các đặc trưng năng lượng của thuốc nổ PBX dẻo, do đó có thể coi mẫu thuốc nổ PBX chứa 90% RDX và 10% hệ chất kết dính PS là thành phần tối ưu vì khi đó đảm bảo được cả ba yêu cầu: tính dẻo, khả năng kết dính và các đặc trưng năng lượng.

3.2. Xác định các đặc trưng của thuốc nổ PBX dẻo có thành phần tối ưu

Các đặc trưng của thuốc nổ PBX dẻo đều được chia thành hai nhóm: các đặc trưng kỹ thuật (nhiệt độ bùng cháy, độ nhạy va đập, độ an định hóa học) và các đặc trưng năng lượng (tốc độ nổ, độ nén trụ chỉ, khả năng sinh công). Để xác định các đặc trưng trên của thuốc nổ PBX dẻo có thành phần tối ưu, chúng tôi đã chế tạo mẫu thuốc nổ PBX dẻo chứa 90% RDX và 10% hệ chất kết dính PS, sử dụng PS có khối lượng phân tử 88.000 đ.v.C. Kết quả xác định một số đặc trưng kỹ thuật của thuốc nổ PBX dẻo đưa ra trong bảng 3 và hình 2, để so sánh trong bảng đưa ra các số liệu của thuốc nổ RDX, C-4 Mỹ, PBX-9205 và TNT.

Bảng 3. Một số đặc trưng kỹ thuật của thuốc nổ RDX, PBX dẻo, C-4 Mỹ, PBX-9205 và TNT

TT	Loại thuốc nổ	Đặc trưng kỹ thuật		
		Nhiệt độ bùng cháy, °C	Độ nhạy va đập, %	Độ an định hóa học, cm ³ /g
1	Thuốc nổ RDX cấp 1	219,4 (300 s) ⁽²⁾	80 (10 kg, 25 cm) ⁽²⁾	0,090 (100°C, 40 h) ⁽²⁾
		260 (5 s) ⁽¹⁾	72 ÷ 80 (10 kg, 25 cm) ⁽¹⁾	0,08 ÷ 0,10 (120°C, 22 h) ⁽¹⁾
2	Thuốc nổ PBX dẻo	217,9 (300 s) ⁽²⁾	4 ÷ 16 (10 kg, 25 cm) ⁽²⁾	0,094 (100°C, 40 h) ⁽²⁾
				0,092 (100°C, 40 h) ⁽³⁾
3	Thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ	214,7 ⁽²⁾	40 ÷ 44 (10 kg, 25 cm) ⁽²⁾	0,236 (100°C, 40 h) ⁽²⁾
		---	48 cm (2,5 kg) ⁽¹⁾	0,104 (120°C, 22 h) ⁽¹⁾

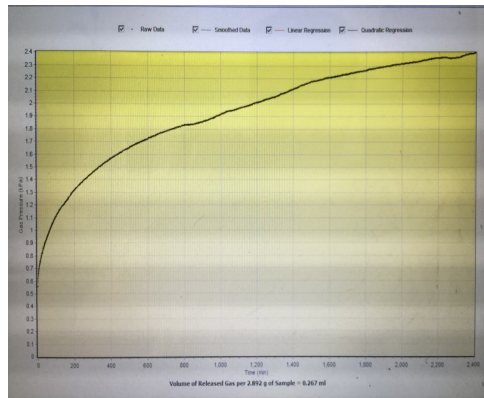
TT	Loại thuốc nổ	Đặc trưng kỹ thuật		
		Nhiệt độ bùng cháy, °C	Độ nhạy va đập, %	Độ an định hóa học, cm ³ /g
4	Thuốc nổ PBX-9205	217,6 (300 s) ⁽⁴⁾	36 (10 kg, 25 cm) ⁽⁴⁾	0,100 (120°C, 22 h) ⁽¹⁾ 0,081 (100°C, 40 h) ⁽⁴⁾
5	Thuốc nổ TNT cấp 1	290 (300 s) ⁽¹⁾	4 ÷ 8 (10 kg, 25 cm) ⁽¹⁾	0,02 (100°C, 40 h) ⁽¹⁾

⁽¹⁾Theo tài liệu [3]; ⁽²⁾Đo tại PTN Bộ môn TPTN; ⁽³⁾Đo tại PTN Vilas122 Trung tâm T262.

⁽⁴⁾Theo tài liệu [4]. Thuốc nổ PBX-9205 [3,4] có thành phần: 92% RDX, 6% PS và 2% DOP.



(a)



(b)

Hình 2. Thí nghiệm xác định độ an định hóa học (a) và đồ thị sinh khí (b).

Các số liệu trong bảng 3 cho thấy:

- Nhiệt độ bùng cháy (độ bền nhiệt) của thuốc nổ PBX thấp hơn thuốc nổ RDX, điều này đã chứng tỏ có sự tương tác tương hỗ giữa các cấu tử trong hệ với nhau. Tuy nhiên, mức độ giảm nhiệt độ bùng cháy không lớn và thuốc nổ PBX vẫn được xếp vào nhóm thuốc nổ bền nhiệt.

- Độ nhạy va đập của thuốc nổ PBX thấp khá thấp so với thuốc nổ RDX và ở ngang mức thuốc nổ TNT, hiệu quả giảm nhạy được biểu hiện rất tốt và đạt yêu cầu đặt ra. Điều này có thể được giải thích theo hai nguyên nhân sau: thứ nhất, các tinh thể thuốc nổ RDX được

bao bọc tốt bởi một lớp màng polyme đã hóa dẻo có khả năng hấp thụ và lan truyền xung và đập ra xung quanh; thứ hai, một phần bề mặt tinh thể thuốc nổ RDX bị hòa tan khi khuấy trộn trong dung dịch chất kết dính dẫn đến loại bỏ được các cạnh sắc nhọn và các khuyết tật bề mặt, giảm ma sát khi chịu tác động cơ học.

- Độ an định hóa học của thuốc nổ PBX dẻo rất cao và cao hơn một chút so với độ an định hóa học của thuốc nổ PBX-9205 có cùng thành phần cấu tử, điều này đã chứng tỏ chất kết dính PS đã sử dụng có chất lượng tốt và hệ chất kết dính PS tương thích hóa học với thuốc

nổ RDX. Độ an định hóa học của thuốc nổ PBX dẻo đo tại hai cơ sở thí nghiệm khác nhau cho kết quả rất giống nhau và độ an định hóa học của thuốc nổ RDX cũng phù hợp với giá trị công bố trong các tài liệu [1,3], cả hai yếu tố trên đã chứng minh độ tin cậy cao của các kết quả đo được.

Các mẫu thuốc nổ PBX dẻo sau thử nghiệm xác định độ an định hóa học bằng phương pháp áp kế chân không ở 100°C , 40 giờ hầu như không bị thay đổi màu hoặc chỉ bị chuyển từ màu trắng sang màu vàng nhạt, còn mẫu thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ bị chuyển màu rất rõ ràng từ nâu vàng sang nâu đen, nhưng cả hai mẫu thuốc nổ vẫn biểu hiện tính dẻo tốt và không bị phân tách pha.

Mẫu thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ đôi chứng có độ nhạy va đập khá cao, còn độ an định hóa học và nhiệt độ bùng cháy lại khá thấp so với thuốc nổ PBX dẻo khi thử nghiệm ở cùng điều kiện. Điều này là do chúng tôi không có mẫu thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ mới mà phải sử dụng mẫu thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ cũ được sản xuất từ trước năm 1975 nên chất lượng có thể đã xuống cấp.

Độ bền nhiệt và độ nhạy va đập là các chỉ tiêu quan trọng quyết định đến lĩnh vực sử dụng và độ an toàn trong quá trình bảo quản, vận chuyển và sử dụng thuốc nổ; còn chỉ tiêu độ an định hóa học phản ánh chất lượng, quyết định thời hạn sử dụng và thời hạn bảo quản

thuốc nổ nên hiện nay trở thành một chỉ tiêu kỹ thuật bắt buộc. Từ số liệu trên thấy rằng, mẫu thuốc nổ PBX dẻo đều đáp ứng tốt cả ba tiêu chí trên.

Ngoài hai chỉ tiêu độ dẻo và khả năng kết dính, trong thực tế người ta còn đánh giá khả năng nén của thuốc nổ dẻo. Trên cơ sở đó, chúng tôi cũng đã tiến hành xác định khả năng nén của thuốc nổ PBX dẻo bằng cách đo mật độ liều thuốc nổ dạng trụ thu được sau khi nén ở các áp suất khác nhau, kết quả cụ thể như sau: mật độ liều thuốc nổ đạt $1,45\text{ g/cm}^3$ khi nén ở áp suất 20 kg/cm^2 ; đạt $1,55\text{ g/cm}^3$ khi nén ở áp suất 80 kg/cm^2 ; đạt $1,60\text{ g/cm}^3$ khi nén ở áp suất 110 kg/cm^2 . Từ các kết quả thu được có thể kết luận, thuốc nổ PBX dẻo có khả năng nén rất tốt. Cùng với độ dẻo cao, điều này đã cho phép dễ dàng chế tạo được các liều nổ mật độ cao với hình dạng mong muốn từ thuốc nổ PBX dẻo (hình 3).



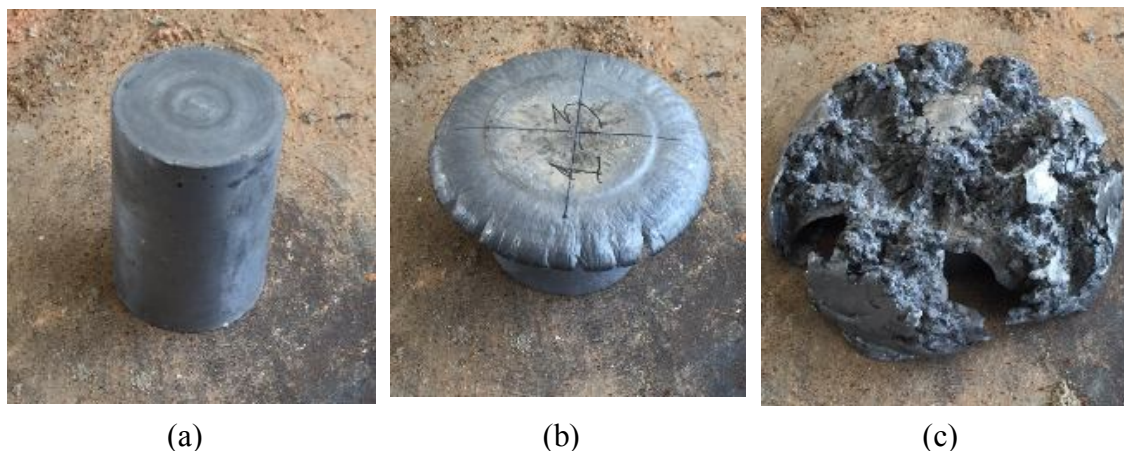
Hình 3. Một số dạng liều thuốc nổ chế tạo được từ thuốc nổ PBX dẻo.

Tiếp theo, chúng tôi tiến hành xác định các đặc trưng năng lượng của thuốc nổ PBX dẻo: tốc độ nổ, độ nén trụ chì, khả năng sinh công và xác định độ nhạy nổ với kíp số 8. Kết quả thử nghiệm đưa ra trong bảng 4 và hình 4.

Bảng 4. Một số đặc trưng năng lượng của thuốc nổ PBX dẻo, C-4 Mỹ, PBX-9205 và TNT

TT	Loại thuốc nổ	Mật độ liều nổ, g/cm ³	Đặc trưng năng lượng		
			Tốc độ nổ, m/s	Độ nén trụ chì, mm	Khả năng sinh công, % TNT
1	Thuốc nổ RDX cấp 1	0,9	5900 ⁽¹⁾	---	---
		1,0	---	18 (25 g) ⁽¹⁾	150 ⁽¹⁾
		1,7	8360 ⁽¹⁾	Phá hủy trụ chì (50 g) ⁽¹⁾	
2	Thuốc nổ PBX dẻo	1,0	---	---	133,7 ⁽³⁾
		1,2	---	20,02 (25 g) ⁽³⁾	---
		1,25	7493 ⁽³⁾	Phá hủy trụ chì (50 g) ⁽³⁾	
		1,45	7563 ⁽²⁾	---	---
3	Thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ	1,0	---	---	130 ⁽¹⁾
		1,2	---	Phá hủy trụ chì (50 g) ⁽²⁾	---
		1,45	7598 ⁽²⁾	---	---
		1,6	7900 ÷ 8050 ⁽¹⁾	---	---
4	Thuốc nổ PBX-9205	1,2	---	21,5 (25 g) ⁽⁴⁾	136,4 ⁽³⁾
		1,67	8170 ⁽¹⁾	---	---
5	Thuốc nổ TNT	1,0	4850 ÷ 5050 ⁽¹⁾	16 (50 g) ⁽¹⁾	100
		1,64	7000 ⁽¹⁾	---	---

⁽¹⁾Theo tài liệu [3]; ⁽²⁾Đo tại PTN Bộ môn TPTN; ⁽³⁾Đo tại PTN Vilas122 Trung tâm T262; ⁽⁴⁾Theo tài liệu [4].



Hình 4. Xác định khả năng phá của thuốc nổ PBX dẻo bằng cách đo độ nén trụ chì:

Trụ chì ban đầu (a), trụ chì sau khi nổ 25 g (b) và sau khi nổ 50 g (c) thuốc nổ PBX dẻo.

Từ số liệu trong bảng 4 và hình 4 ta thấy, các trụ chì đều bị nén đều và bị phá hủy khi thử nghiệm liều nổ có khối lượng 50 g (hình 4c); thuốc nổ PBX dẻo có các đặc trưng năng lượng thấp hơn so với thuốc nổ RDX, nhưng khá cao hơn so với thuốc nổ TNT và tương đương với thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ, theo các chỉ tiêu này thì thuốc nổ PBX dẻo được xếp vào nhóm thuốc nổ phá mạnh. Trong suốt quá trình thử nghiệm, chúng tôi chỉ sử dụng kíp nổ điện số 8 để kích nổ các liều thuốc nổ PBX dẻo và kết quả đã cho thấy, các liều thuốc nổ PBX dẻo đều bị kích nổ hoàn toàn từ kíp số 8, nghĩa là thuốc nổ PBX dẻo có độ nhạy cao với xung nổ.

4. KẾT LUẬN

Thuốc nổ PBX dẻo trên cơ sở RDX và hệ chất kết dính PS có ưu điểm: cho phép chủ động được nguyên liệu sản xuất với giá thành thấp hơn đáng kể so với thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ; mẫu thuốc nổ PBX dẻo chứa khoảng 90% RDX và 10% hệ chất kết dính PS biểu hiện tính dẻo tốt ở điều kiện thường, có khả năng kết dính cao, chịu nén tốt, có độ an định hóa học cao và độ nhạy va đập khá thấp, các đặc trưng năng lượng tương đương với thuốc nổ dẻo C-4 Mỹ, bắt nổ tin cậy từ kíp số 8 nên hoàn toàn có thể

sử dụng để thay thế các thuốc nổ dẻo khác đã xuống cấp, chế tạo một số sản phẩm đặc thù cho Đặc công và Hải quân, cũng như chế tạo nhanh các liều nổ phục vụ huấn luyện bộ đội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Military explosives (1984)*. Headquarters, Department of The Army / *Washington D.C*, pp. 354.
2. *Svatopluk Zeman, Ahmed Elbeih, Zbynek Akstein (2010)*. Preliminary study of several plastic bonded explosives based on cyclic nitramines / *Chinese journal of energetic materials*, Vol. 18, No 5, 518-522 p.
3. *Пироправка (2012)*. Справочник по взрывчатым веществам, порохам и пиротехническим составам / *Издание 6, Москва, С. 310*.
4. *Phan Đức Nhân, Nguyễn Văn Đức (2014)*. Nghiên cứu chế tạo mẫu thuốc nổ kiểu PBX-9205 sử dụng polystiren / *Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật*, số 162, trang 123-131.
5. *Tiêu chuẩn TQSA 596:2006, số 200/2006/QĐ-BQP / Thuốc nổ TNT - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử*.
6. *Cục Quân khí (2013)*, số 3140/QK-ĐD. Quy trình thí nghiệm xác định thành phần và đánh giá chất lượng thuốc nổ PBX nhiệt dẻo.