

## Ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ đến chất lượng liều nổ phân chiến đấu MCT

Nguyễn Tuấn Dương\*, Nguyễn Trọng Đại

Viện Thuốc phóng Thuốc nổ, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng, Số 192 Đức Giang, Long Biên, Hà Nội, Việt Nam.

\*Email: tuanhai9494@gmail.com

Nhận bài: 02/7/2024; Hoàn thiện: 06/9/2024; Chấp nhận đăng: 18/9/2024; Xuất bản: 14/10/2024.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.IPE.2024.132-137>

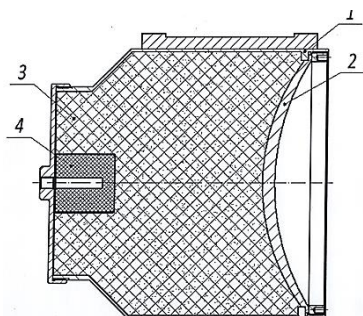
### TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng của nhiệt độ đúc và kích thước khối nón đến chất lượng liều nổ trong quá trình đúc thuốc nổ vào phân chiến đấu MCT. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhiệt độ đúc là 86 °C cho liều nổ có mật độ cao nhất đạt 1,681 g/cm<sup>3</sup>. Đồng thời, khối nón có chiều dài đường sinh là 430 mm, góc mở khối nón 51° sẽ cho khối liều nổ có uy lực xuyên thép tốt nhất, có khả năng xuyên thủng tấm thép CT3 dày 100 mm và đường kính miệng lỗ xuyên đạt 179,9 mm. Khối nón vừa có vai trò bù co ngót vừa coi như một tấm chắn sóng có tác dụng điều khiển quá trình truyền nổ, tăng khả năng xuyên thép của liều nổ lôm.

**Từ khoá:** Liều nổ; Thuốc nổ TT; Nhồi nạp đạn dược.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

MCT có kết cấu chính gồm phân chiến đấu và phần điều khiển. Phân chiến đấu là khối thuốc nổ được đúc trong vỏ bằng kim loại, theo nguyên lý nổ lôm, phần phễu lôm được làm bằng đồng. Khi phân chiến đấu được kích nổ sẽ tạo ra dòng xuyên có động năng rất lớn và nhiệt độ cao để phá hủy các mục tiêu có lớp vỏ thép dày. Để kích nổ khối thuốc nổ chính cần một trạm nổ được nén ép từ thuốc nổ A-IX-1 có khối lượng khoảng (140 ÷ 155) g. Theo tài liệu [1], thuốc nổ được sử dụng đúc vào phân chiến đấu là thuốc nổ TT (là thuốc nổ hỗn hợp của TNT và RDX) với khối lượng 9,6 kg.



Chú thích:

1. Thân MCT
2. Phễu lôm
3. Khối thuốc nổ TT
4. Trạm nổ

**Hình 1.** Cấu tạo của phân chiến đấu MCT.

Thuốc nổ ở dạng rắn và nóng chảy được đặc trưng bởi độ dẫn nhiệt rất nhỏ. Điều này gây ra tính đặc thù chính của quá trình đóng rắn là tốc độ nhỏ với điểm đặc biệt quan trọng là sự giảm thể tích pha rắn so với pha lỏng, hay còn gọi là sự co ngót. Các loại thuốc nổ có độ co ngót khác nhau, ví dụ như đối với TNT độ co ngót thường 7 ÷ 9%. Vấn đề cuối cùng là sự tạo thành các bọt khí, hốc rỗng trong lòng liều nổ đúc trong quá trình đóng rắn thuốc nổ nóng chảy. Tất cả những điểm đặc biệt này ảnh hưởng lớn đến chất lượng liều nổ đúc và việc tổ chức quá trình công nghệ đúc thuốc nổ. Khi thuốc nổ đóng rắn thành từng lớp song song trong đạn có miệng hẹp, quá trình đóng rắn sẽ kết thúc trên phần miệng sớm hơn ở giữa; khi đó tạo thành hiện tượng được gọi là “ngăn cản” – nút thuốc nổ đóng rắn sẽ ngăn không cho thuốc nổ lỏng ở trên từ phễu rót chảy vào phần tâm đạn, do đó khả năng tạo thành khoảng trống trong tâm đạn là kết quả của hiện tượng co ngót

khi đóng rắn [2]. Để ngăn chặn hiện tượng “ngăn cản”, một khối nón được tạo ra bằng cách đúc thuốc nổ TNT và đưa vào trong lòng liều nổ để phá vỡ bề mặt ngăn cản đó. Khối nón sẽ chọc vỡ bề mặt bị ngăn cản, sau đó thuốc nổ lỏng được rót bổ sung vào liều nổ sẽ tránh hiện tượng tạo thành hóc rỗng xảy ra do quá trình co ngót của thuốc nổ nóng chảy.



*Hình 2. Hóc rỗng xuất hiện bên trong liều nổ.*

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của bài báo là liều nổ phần chiến đấu MCT được chế tạo bằng phương pháp đúc từ các thuốc nổ TNT và RDX. Nội dung nghiên cứu bao gồm sự ảnh hưởng của nhiệt độ đúc và kích thước khối nón đến chất lượng liều nổ phần chiến đấu MCT.

### 2.2. Hóa chất, thiết bị

Các loại hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu gồm có: Thuốc nổ TNT quân sự (Đạt TCVN/QS 596:2018) – Việt Nam, thuốc nổ RDX (Đạt TCVN/QS 1274:2017) - Việt Nam.

Thiết bị, dụng cụ: Thiết bị gia nhiệt 2 vỏ (50 kg), khuôn đúc liều nổ (kích thước  $\Phi 228 \times 248$  mm). Các thiết bị đo đạc gồm có: thiết bị đo tỷ trọng chất rắn Dahometer DH-2000, cân kỹ thuật 20 kg, ống đong thủy tinh 1000 ml, thước cặp 200 mm, thiết bị đo tốc độ nổ VOD-8 (Thụy Sĩ).

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.3.1. Chế tạo khối nón

Bìa cứng được gia công thành khuôn khối nón với đường kính đáy và độ dài đường sinh thay đổi bằng cách vẽ đường tròn có bán kính bằng độ dài đường sinh lên giấy bìa cứng. Chu vi đáy khối nón được xác định theo đường kính đáy. Số đo độ của góc ở tâm được tính bằng công thức (1) khi đã tính toán được chu vi đáy khối nón. Trong đó:

- l: Độ dài cung tròn (tương ứng với chu vi đáy khối nón), mm;
- R: Bán kính của cung tròn (tương ứng với độ dài đường sinh), mm;
- n: Số đo độ của góc ở tâm (độ).

Khi số đo độ của góc ở tâm đã được xác định, vạch lên bìa cứng và cắt bìa cứng theo cung tròn ứng với số đo độ của góc ở tâm, cuộn giấy bìa cứng thành hình khối nón, phần 2 mép của bìa được dán lại bằng băng dính đảm bảo chắc chắn để hình thành khuôn đúc khối nón.

$$l = \frac{\pi \times R \times n}{180} \quad (1)$$

Thuốc nổ TNT được nấu chảy trong thiết bị gia nhiệt 2 vỏ, sau đó được khuấy hạ nhiệt về nhiệt độ gần kết tinh để tạo trạng thái huyền phù có chứa các mầm tinh thể trong đó. Hỗn hợp được rót vào khuôn khối nón và chờ đóng rắn. Tháo vỏ khuôn, khối nón được để nguội đến nhiệt độ môi trường. Mật độ khối nón được xác định bằng thiết bị đo tỷ trọng chất rắn Dahometer DH-2000.

#### 2.3.2. Chế tạo liều nổ

Thuốc nổ TNT được nấu chảy trong thiết bị gia nhiệt 2 vỏ. Thuốc nổ RDX được bổ sung vào

thiết bị gia nhiệt sau khi TNT nóng chảy hoàn toàn. Hỗn hợp được khuấy hạ nhiệt về nhiệt độ gần kết tinh để tạo trạng thái huyền phù có chứa các mầm tinh thể trong đó. Rót hỗn hợp vào khuôn đúc (chia làm 4 lần), liệu nổ được chăm sóc đến khi se bề mặt. Khối nón được đưa vào chính giữa liệu nổ sau thời gian khoảng (100 ÷ 120) phút. Thuốc nổ nóng chảy được rót bổ sung vào liệu nổ để bù ngọt, chờ liệu nổ đông rắn hoàn toàn. Tổng thời gian đông rắn khoảng (6 ÷ 8) giờ. Để xác định mật độ cục bộ, liệu nổ được tháo khỏi khuôn đúc và ép vỡ, các vị trí trên liệu nổ được lấy mẫu để tiến hành đo trên thiết bị đo tỷ trọng chất rắn.

### 2.3.3. Xác định mật độ liệu nổ

Mật độ cục bộ liệu nổ được xác định bằng thiết bị đo tỷ trọng chất rắn Dahometer DH-2000 có độ chính xác 0,001 g/cm<sup>3</sup>; Mẫu được lấy ở các vị trí khác nhau khi khảo sát.

Mật độ toàn bộ liệu nổ được xác định bằng cách đo thể tích khuôn đúc - V (sử dụng ống đong 1000 ml) và đo khối lượng liệu nổ sau đúc (sử dụng cân kỹ thuật 20 kg). Công thức  $\rho = m/V$  (g/cm<sup>3</sup>) được sử dụng để xác định mật độ toàn bộ liệu nổ.

### 2.3.4. Xác định khả năng xuyên thép

Khả năng xuyên thép được đánh giá bằng đường kính vết xuyên phía trước bia thép và chiều sâu xuyên khi kích nổ liệu nổ (có phễu lõm đồng) ở khoảng cách 50 m so với bia thép, phần đáy lõm của liệu nổ hướng thẳng về phía bia thép. Bia thép được chế tạo bằng thép CT3, độ dày 100 mm.

### 2.3.5. Xác định tốc độ nổ

Tốc độ nổ được xác định theo TCVN 6422:1998 [5] bằng thiết bị đo tốc độ nổ VOD-8 (Thụy Sĩ). Mẫu được chế tạo bằng cách đúc rót hỗn hợp thuốc nổ nóng chảy vào ống giấy có kích thước (Φ37x129) mm tại các nhiệt độ khác nhau.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đúc tới đặc trưng của liệu nổ

Tiến hành chế tạo mẫu theo các phương pháp tại mục 2.3.2 với đơn thành phần là thuốc nổ TT-40. Trong thành phần này, TNT là cấu tử có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn (khoảng 80,2 °C) và khi được làm nóng chảy sẽ tạo môi trường để phân tán các cấu tử còn lại. Vì vậy, hỗn hợp thuốc nổ được giữ ở các nhiệt độ 80 °C, 83 °C, 86 °C và 89 °C (theo từng phương án nghiên cứu), sau đó hỗn hợp được rót vào khuôn đúc kim loại (đúc liệu nổ) và ống giấy (đo tốc độ nổ). Các khối nón đã chế tạo từ thuốc nổ TNT trước đó được đưa vào chính giữa liệu nổ. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đúc tới các đặc trưng của liệu nổ được thể hiện ở bảng 1.

**Bảng 1.** Ảnh hưởng của nhiệt độ đúc tới các đặc trưng của liệu nổ.

STT	Nhiệt độ đúc, °C	Mật độ cục bộ, g/cm <sup>3</sup>	Mật độ toàn bộ, g/cm <sup>3</sup>	Tốc độ nổ, m/s	
1	80 °C	Phía trên	1,653	1,651	7411
		Ở giữa	1,649		
		Phía dưới	1,654		
2	83 °C	Phía trên	1,672	1,672	7562
		Ở giữa	1,665		
		Phía dưới	1,674		
3	86 °C	Phía trên	1,681	1,681	7714
		Ở giữa	1,679		
		Phía dưới	1,682		
4	89 °C	Phía trên	1,681	1,679	7702
		Ở giữa	1,675		
		Phía dưới	1,681		

Kết quả khảo sát cho thấy, liều nổ đúc ở 86 °C và 89 °C cho kết quả đo mật độ trung bình toàn bộ liều nổ và đo tốc độ nổ là tương đương nhau và cao hơn so với liều nổ đúc ở 80 °C và 83 °C. Tuy nhiên, với nhiệt độ đúc 86 °C cho sự chênh lệch mật độ cục bộ tại 3 vị trí ít nhất, chứng tỏ liều nổ có cấu trúc đồng đều nhất. Chính giữa liều nổ đúc ở 86 °C không thấy xuất hiện các vết nứt, co ngót ngang liều nổ (hình 3). Để hạn chế việc tiếp xúc với nhiệt độ cao của thuốc nổ, nhiệt độ đúc là 86 °C được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.



**Hình 3.** Liều nổ khi đúc ở 86 °C.

### **3.2. Kết quả ảnh hưởng của kích thước khối nón tới khả năng xuyên thép**

#### **3.2.1. Ảnh hưởng của độ dài đường sinh khối nón**

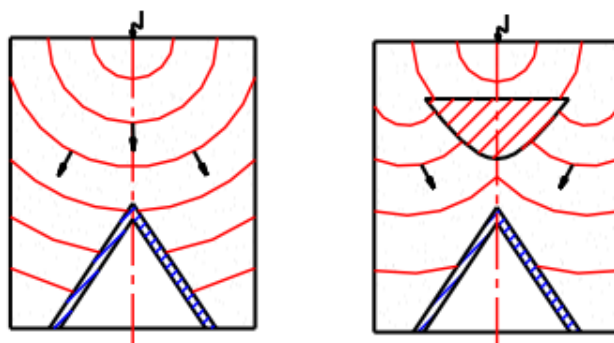
Khối nón được chế tạo từ thuốc nổ TNT theo phương pháp tại mục 2.3.1 với độ dài đường sinh lần lượt là 400, 430, 460, 490 mm. Góc ở đỉnh khối nón ( $2\beta$ ) cố định là 51°. Đường kính đáy khối nón tương ứng lần lượt là 345 mm, 370 mm, 396 mm và 422 mm. Sau khi được chế tạo vào tháo bỏ khuôn giấy, khối nón được đưa vào chính giữa liều nổ đúc, phân chớp nón quay về hướng pheo đồng, khoảng cách từ đáy khối nón đến đáy trạm nổ cố định 5 mm. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của độ dài đường sinh khối nón đến khả năng xuyên thép được trình bày ở bảng 2.

**Bảng 2.** Ảnh hưởng của độ dài đường sinh khối nón đến khả năng xuyên thép.

TT	Độ dài đường sinh, mm	Đường kính miệng lỗ xuyên, mm	Chiều sâu lỗ xuyên, mm
1	400	171,6	91,5
2	430	179,9	100,0
3	460	144,3	86,5
4	490	131,1	71,4
5	Không sử dụng khối nón	88,2	51,3

Kết quả khảo sát ở bảng 2 cho thấy, khi liều nổ được chế tạo từ khối nón có đường sinh là 430 mm xuyên thủng bia thép (chiều sâu lỗ xuyên đều 100,0 mm) và còn tạo vết lõm ở phía sau bia. Bên cạnh đó, liều nổ được chế tạo từ khối nón có đường sinh là 430 mm cho đường kính miệng lỗ xuyên 179,9 mm lớn hơn so với liều nổ được chế tạo từ khối nón còn lại. Các khối nón được chế tạo đều có chung góc mở ( $2\beta$ ), do đó khối nón càng lớn càng chiếm nhiều thể tích bên trong liều nổ, làm giảm thể tích của khối thuốc nổ tích cực trong liều nổ. Khối nón đóng vai trò như một tấm chắn sóng có tác dụng điều khiển quá trình truyền nổ, bảo đảm bề mặt sóng nổ tới các phần khác nhau của pheo lõm một cách đồng thời [3]. Với mẫu liều nổ không sử dụng khối nón cho thấy khả năng xuyên thép rất kém (bảng 2). Ưu thế của tấm chắn sóng rõ rệt nhất chỉ khi khoảng cách giữa tấm chắn sóng với điểm kích nổ không nhỏ hơn 5 mm, bề dày tấm chắn sóng không nhỏ hơn 20 mm và bán kính tấm chắn sóng phù hợp với khoảng cách giữa tấm chắn sóng với đỉnh nón và góc mở [4]. Từ hình 4 cho thấy, khi có tấm chắn sóng (hình 4b), hướng lan truyền của sóng nổ trong khối thuốc nổ tới bề mặt của nón có phương gần với pháp tuyến bề mặt của nón xuyên. Do đó khả năng nén ép của sản phẩm nổ lên nón xuyên khi dùng tấm chắn sóng tốt hơn hẳn so với trường hợp không có tấm chắn sóng (hình 4a) – khi hướng lan truyền của sóng nổ theo phương gần song

song với bề mặt nón xuyên. Từ kết quả bảng 2, lựa chọn độ dài đường sinh hình nón là 430 mm cho các nghiên cứu tiếp theo.



a) Khi không có tấm chắn sóng. b) Khi có tấm chắn sóng.

**Hình 4.** Ảnh hưởng của tấm chắn sóng đến hướng lan truyền sóng nổ trong liều thuốc nổ lôm.

### 3.2.2. Ảnh hưởng của góc mở khối nón

Khối nón được chế tạo từ thuốc nổ TNT theo phương pháp tại mục 2.2.1 với độ dài đường sinh là 430 mm. Góc ở đỉnh khối nón ( $2\beta$ ) thay đổi lần lượt  $47^\circ$ ,  $51^\circ$ ,  $55^\circ$  và  $58^\circ$  để tương ứng với đường kính đáy khối nón là 345 mm, 370 mm, 396 mm và 422 mm. Sau khi được chế tạo vào tháo bỏ khuôn giấy, khối nón được đưa vào chính giữa liều nổ đúc, phần chóp nón quay về hướng phổ đồng, khoảng cách từ đáy khối nón đến đáy trạm nổ cố định 5 mm. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của góc mở khối nón đến khả năng xuyên thép được trình bày ở bảng 3.

**Bảng 3.** Ảnh hưởng góc mở khối nón đến khả năng xuyên thép.

TT	Góc mở $2\beta$ , độ	Đường kính miệng lỗ xuyên, mm	Chiều sâu lỗ xuyên, mm
1	$47^\circ$	135,8	100,0
2	$51^\circ$	179,9	100,0
3	$55^\circ$	122,1	87,4
4	$58^\circ$	93,5	69,2

Kết quả khảo sát bảng 3 cho thấy, góc mở khối nón là  $47^\circ$  và  $51^\circ$  đều cho khả năng xuyên thép dày 100 mm. Tuy nhiên, với góc mở khối nón  $51^\circ$  sẽ cho đường kính miệng lỗ xuyên lớn hơn, chứng tỏ uy lực xuyên thép tốt hơn. Vì vậy, góc mở khối nón  $51^\circ$  sẽ được lựa chọn cho quá trình nghiên cứu này. Hình 5 thể hiện quá trình thử khả năng xuyên thép khi kích nổ các liều nổ được chế tạo với khối nón có góc mở  $2\beta$  khác nhau. Các vị trí đánh số trên hình vẽ là vết lõm trên bia thép khi thực hiện các phương án thử theo số thứ tự tương ứng ở bảng 3.



Chú thích:

1. Góc mở khối nón  $47^\circ$
2. Góc mở khối nón  $51^\circ$
3. Góc mở khối nón  $55^\circ$
4. Góc mở khối nón  $58^\circ$

**Hình 5.** Kết quả thử khả năng xuyên thép với liều nổ được chế tạo từ khối nón có góc mở khác nhau.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã đưa ra kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đúc và kích thước khối nón đến các đặc trưng của liều nổ phần chiến đấu MCT. Kết quả cho thấy liều nổ được đúc bằng thuốc nổ ТГ-40 ở nhiệt độ đúc 86 °C, sử dụng phễu nón với vai trò bù ngót cho liều nổ có mật độ trung bình toàn bộ là 1,681 g/cm<sup>3</sup>, tốc độ nổ đạt 7714 m/s. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra khi đưa khối nón tròn xoay có đường kính đáy 370 mm, chiều dài đường sinh 430 mm và góc mở  $2\beta = 51^\circ$  vào liều nổ phần chiến đấu MCT với vai trò là tấm chắn sóng cho khả năng xuyên thép tốt, xuyên thủng tấm bìa thép CT3 chiều dày 100 mm và đường kính miệng lỗ xuyên đạt 179,9 mm, đáp ứng được yêu cầu chiến kỹ thuật của sản phẩm.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ю.В. Мазур, С.В. Григоренко, “Противотанковая противобортная мина ТМ-83”, Белорусский Национальный Технический Университе, (2010).
- [2]. Nguyễn Tiến Nghi, “Công nghệ nhồi nạp đạn dược và chế tạo hỏa cụ”, NXB Quân đội nhân dân, (2016).
- [3]. Ngô Văn Giao, Đàm Quang Sang, “Cơ sở lý thuyết cháy nổ”, NXB Quân đội nhân dân, (2007).
- [4]. Nguyễn Văn Thủy, Trần Văn Định, “Uy lực đạn”, NXB Quân đội nhân dân, (2007).
- [5]. Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng/Bộ Khoa học Công nghệ, TCVN 6422:1998: Xác định tốc độ nổ (1998).

#### ABSTRACT

##### **The influence of technological factors on the quality of explosive charges in ATM**

*This paper presents research results on the influence of casting temperature and cone block dimensions on the quality of explosive charges during the process of casting explosives into the combat components of anti-tank mines. The research findings indicate that a casting temperature of 86 °C results in the highest charge density of 1.681 g/cm<sup>3</sup>. Additionally, a cone block with a generatrix length of 430 mm and a base diameter of 370 mm provides the best steel penetration capability for the explosive charge, capable of penetrating a CT3 steel plate 100 mm thick with a penetration hole diameter of 179.9 mm. The cone block functions both as a shrinkage compensator and as a wave shield, which helps control the detonation propagation process and enhances the steel penetration capability of the shaped charge.*

**Keywords:** Explosive charge; ТГ explosive; Explosive casting.