

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO PCĐ MCT-83 SỬ DỤNG NGUYÊN LÝ NỔ TẠO HÌNH

RESEARCH ON THE DESIGN AND FABRICATION OF THE MCT-83 SHAPED
CHARGE DEVICE BASED ON THE PRINCIPLE OF SHAPED EXPLOSIVE
CHARGES

ThS. Nguyễn Văn Thái

Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng

*Email: nguyenthaivvk@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tính toán thiết kế PCĐ MCT-83 sử dụng nguyên lý nổ tạo hình. Từ việc tìm hiểu lý thuyết tính toán về nổ tạo hình, nhóm tác giả đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố đến chiều sâu xuyên đạn tạo hình, từ đó đưa ra phương án thiết kế sơ bộ PCĐ MCT-83. Trên cơ sở đó, sử dụng phần mềm Ansys Autodyn tiến hành tính toán mô phỏng để kiểm chứng lại thiết kế PCĐ MCT-83. Dựa vào kết quả tính toán mô phỏng tiến hành chế thử thử nghiệm theo phương án đã thiết kế. Kết quả đã thiết kế, chế tạo thành công PCĐ MCT-83 đạt các chỉ tiêu chiến kỹ thuật đề ra. Nghiên cứu một lần nữa khẳng định khả năng làm chủ công nghệ chế tạo MCT hiện đại trong nước, tạo cơ sở phát triển các loại vũ khí thông minh, góp phần nâng cao tiềm lực công nghiệp quốc phòng.

Từ khóa: PCĐ MCT-83; Nổ tạo hình; Vũ khí thông minh.

ABSTRACT

This paper presents the research outcomes on the computational design and fabrication of the MCT-83 shaped charge device based on the shaped explosive charge principle. Through a comprehensive investigation of the theoretical foundations of shaped-charge calculations, the research team evaluated the effects of various parameters on the penetration depth of the shaped-charge projectile, thereby establishing a preliminary design configuration for the MCT-83 device. Subsequently, numerical simulations were performed using Ansys Autodyn to validate the proposed design. Based on the simulation results, prototype fabrication and experimental testing were conducted in accordance with the developed design scheme. The obtained results demonstrated the successful design and manufacture of the MCT-83 shaped charge device, satisfying the specified tactical and technical performance requirements. The study further confirms the domestic capability to master advanced shaped-charge manufacturing technologies, thereby providing a technological foundation for the development of intelligent weapon systems and contributing to the enhancement of national defense industrial capabilities.

Keywords: PCĐ MCT-83; Shaped charge; Intelligent weapon systems.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh chiến tranh hiện đại, đặc biệt là chiến tranh bảo vệ Tổ quốc, việc phát triển các loại vũ khí có hiệu quả cao, chi phí hợp lý và phù hợp với điều kiện tác chiến thực tế là yêu cầu cấp thiết. Trong đó, mìn chống tăng là một trong những phương tiện tác chiến hiệu quả, có khả năng hạn chế và tiêu diệt các phương tiện cơ giới như xe tăng, xe thiết giáp. Trên thế giới, nhiều nghiên cứu đã phát triển các loại mìn chống tăng thế hệ mới có khả năng tấn công bên sườn, sử dụng ngòi cảm biến không tiếp xúc, tiêu biểu là mìn TM-83 của Liên bang Nga. Loại mìn này kết hợp cảm biến rung chấn và hồng ngoại để nhận diện mục tiêu từ xa, cùng phần chiến đấu ứng dụng nguyên lý nổ tạo hình, tạo ra phần tử xuyên có vận tốc cao giúp nâng cao hiệu quả tiêu diệt mục tiêu [1]. Trong nước, các nghiên cứu trước đây đã tập trung vào thiết kế, chế tạo các loại ngòi mìn cơ khí, song việc làm chủ công nghệ mìn “thông minh” tích hợp cảm biến vẫn còn hạn chế.

Để giải quyết vấn đề này, bài báo tập trung đi sâu vào việc tính toán thiết kế PCĐ MCT-83 theo nguyên lý nổ tạo hình, kết hợp mô phỏng, chế thử và thử nghiệm để đối chứng với kết quả tính toán. Mục tiêu là chế tạo thành công PCĐ MCT-83 để từng bước làm chủ công nghệ thiết kế, chế tạo MCT hiện đại, đáp ứng yêu cầu nâng cao năng lực quốc phòng trong tình hình mới.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Lý thuyết tính toán [2]

Mô hình thủy động lực học của hiện tượng nổ tạo hình được xây dựng dựa trên các giả thiết sau: Sự kích nổ liều thuốc nổ xảy ra tức thời; chuyển động của từng phân tử phễu

lót xảy ra theo phương pháp tuyến với bề mặt ngoài của đáy hình quạt, tại thời điểm bị nén ép các phân tử phễu lót không ảnh hưởng tương quan lẫn nhau; gradien vận tốc dọc theo dòng xuyên là hằng số, sự tuyến tính hóa vận tốc các phân tử dòng xuyên theo chiều dài dòng xuyên diễn ra vào thời điểm nén ép phân tử phễu lót nằm trong đáy của nó; tốc độ phân đầu dòng xuyên bằng tốc độ ban đầu của phân tử đỉnh phễu lót.

Chia khối nổ lổm thành n phân tử dạng quạt, trục phân tử trùng với trục phễu lót, đỉnh phân tử là tâm mặt cầu phễu lót. Với các giả thiết trên, tốc độ nén ép phân tử phễu lót thứ i , được xác định từ phương trình cân bằng năng lượng cho dòng thoát một phía sản phẩm nổ:

$$V_{0i} = \frac{D}{\sqrt{k^2 - 1}} \sqrt{\frac{\beta_i}{1 + \frac{\beta_i}{2}}} \quad (2.1)$$

Trong đó: $\beta_i = m_{TNci}/M_i$ là hệ số phụ tải trong tiết diện i -m; m_{TNci} , M_i là khối lượng thuốc nổ tích cực và khối lượng phễu lót tại tiết diện i -m; D là tốc độ nổ của thuốc nổ; k là hệ số đa biến của sản phẩm nổ. Xác định khối lượng phân tử thứ i của phễu lót M_i , của thuốc nổ m_{TNi} , của thuốc nổ tích cực m_{TNci} , của thân vỏ M_{ki} bằng cách tính thể tích của các phần tương ứng cho từng tiết diện. Khối lượng thuốc nổ tích cực tính theo công thức:

$$m_{TNci} = \frac{m_{TNi}}{2} \left(1 + \frac{M_{ki} - M_i}{M_{ki} + M_i + m_{TNi}} \right) \quad (2.2)$$

Vận tốc các phân tử dòng xuyên V_{ji} phân bố tuyến tính dọc theo trục phễu, vận tốc của một phân tử phễu lót gồm 2 thành phần, thành phần dọc trục phễu $V_{0zi} = V_{0i} \cos \varphi_i$, và thành phần hướng tâm (gây biến dạng dẻo phễu lót). Tốc độ phân tử đầu dòng xuyên bằng tốc độ ban đầu phân tử phễu lót nằm tại đỉnh của nó

$V_{j1} = V_{01}$, còn thành phần hướng tâm của dòng xuyên bằng 0. Khi đó, giá trị tốc độ của các phân tử còn lại được tính từ điều kiện gradient tốc độ là hằng số:

$$V_{ji} = V_{j1} - \Delta V_j(i-1); i = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

Trong đó: ΔV_j là độ giảm tốc độ từng phân tử kế tiếp của dòng xuyên so với phân tử trước, nó được xác định từ định luật bảo toàn năng lượng.

$$\Delta V_j = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \quad (2.4)$$

$$\text{Với: } A = \sum_{i=1}^n M_i(i-1)^2;$$

$$B = -2V_{j1} \sum_{i=1}^n M_i(i-1); C = V_{j1}^2 \sum_{i=1}^n M_i - 2E_{zk}$$

Khoảng thời gian nén ép phân tử cuối cùng của phễu lót là $\Delta t = R_b/V_{0n}$, với: R_b là khoảng cách từ phân tử n đến tâm cầu O của phễu lót, V_{0n} là vận tốc ban đầu của phân tử thứ n; lúc này đỉnh dòng di chuyển vào vị trí mới, chiều dài luồng xuyên tạo hình l_0 được xác định theo quan hệ 2.5, trong đó A' là đỉnh dòng, V_{01} là vận tốc ban đầu của phân tử đỉnh phễu (trên trục khối nổ).

$$l_0 = OA' = V_{01}\Delta t - R_b = V_{j1}\Delta t - R_b \quad (2.5)$$

Chiều dài các phân tử dòng khi hình thành là như nhau $l_{0i} = l_0/n = \text{const}$, tọa độ các phân tử dòng xuyên theo trục dòng tại thời điểm này là:

$$z_i = l_0 - (i-1)l_{0i} \quad (2.6)$$

Độ dài của phân tử dòng xuyên tại thời điểm xuyên vào chướng ngại được xác định từ điều kiện:

$$l_i = l_{0i} + \Delta l_i \leq n_{bi}l_{0i},$$

$$\Delta l_i = \Delta V_j \frac{F_i}{V_{ji}} = l_{0i} \frac{F_i}{V_{ji}} \cdot \dot{\epsilon}_{z0i} \quad (2.7)$$

Trong đó: F_i là quãng đường mà phân tử i-m của dòng xuyên đi được với vận tốc V_{ji} tính từ thời điểm dòng xuyên hình thành hoàn toàn đến thời điểm gặp chướng ngại vật, kể cả tổng chiều sâu xuyên thủng của tất cả các phân tử dòng xuyên trước đó; n_{bi} là hệ số vượt dài giới hạn.

Chiều sâu xuyên của phân tử i được tính theo công thức:

$$L_i = l_i \frac{u_{xi}}{V_{ji} - u_{xi}} \quad (2.8)$$

u_{xi} là tốc độ xuyên lõm của phân tử dòng, được xác định bởi định luật Bécnuili cho bề mặt tiếp xúc giữa vật va đập và chướng ngại:

$$u_{xi} = \frac{V_{ji} - \mu \sqrt{V_{ji}^2 + G_y}}{1 - \mu^2} \quad (2.9)$$

Trong đó: $\mu = (\rho_T/\rho_j)^{0.5}$; ρ_T, ρ_j là mật độ vật liệu chướng ngại và khối xuyên; $G_y = 2(Y_T - Y_j)/(1 - \mu^2)/\rho_j$; Y_T, Y_j là giới hạn chảy của vật liệu chướng ngại và dòng xuyên, xác định từ thực nghiệm hoặc từ bài toán đàn dẻo động.

2.2. Nghiên cứu ảnh hưởng một số yếu tố đến uy lực xuyên PCĐ MCT-83

2.2.1. Ảnh hưởng thông số kết cấu phễu lót

*** Đặc tính cơ học:** Đặc tính cơ học vật liệu phễu lót bao gồm: độ dẻo, mật độ, độ bền có ảnh hưởng rất lớn đến độ xuyên sâu của dòng

kim loại tập trung (phần tử xuyên) khi kích nổ mìn.

+ Độ dẻo: Vật liệu dẻo thì khả năng vượt dài dòng tốt hơn, tuy nhiên với đạn sử dụng nguyên lý nổ tạo hình cần ổn định hình dạng phần tử xuyên trên đường bay nên độ dẻo có ảnh hưởng trực tiếp tới uy lực xuyên của đạn tạo hình.

+ Mật độ: Chiều sâu xuyên phụ thuộc vào mật độ kim loại chế tạo phễu lót, vì mật độ vật liệu dòng xuyên càng cao thì năng lượng tập trung của dòng xuyên càng cao và độ xuyên sâu càng lớn.

+ Độ bền: Trong những nghiên cứu đối với đạn tạo hình, phần tử xuyên có khả năng bay xa và ổn định ở khoảng cách bằng gần 1000 lần đường kính ban đầu của vật lõm chính là nhờ tính ổn định về hình dạng phần tử xuyên. Mặt khác, hình dạng phần tử xuyên được quyết định bởi độ bền của vật liệu làm phễu lót. Theo các tài liệu nghiên cứu đã được công bố, khi phần tử xuyên có hình dạng đảm bảo, ổn định thì vận tốc ban đầu có thể đạt từ 1700÷2300 m/s [4].

*** Đặc tính hình học:** Đặc tính hình học phễu lót gồm: hình dạng, góc mở và độ dày.

+ Hình dạng: Phễu lót thường dùng có dạng loa kèn, nón, bán cầu... Riêng các loại MCT, do đặc điểm thân mìn có khối lượng, đường kính lớn, yêu cầu khối lượng thuốc nổ tích cực tham gia nén ép phễu lớn nên thường sử dụng phễu hình bán cầu hoặc hình côn có góc mở lớn.

+ Góc mở: Đối với phễu lót hình bán cầu, khi chế tạo người ta lựa chọn dựa trên tỷ số

giữa chiều cao và đường kính đáy bề mặt trong của phễu lót ($h/d_0 < 0,3$). Với bán kính cong và góc mở như vậy, nên khi chịu tác dụng nén ép của sản phẩm nổ, phễu không bị “chảy” ra ngay mà nó bị bật ra rồi sau đó “chảy lỏng” và tạo hình. Do có đặc điểm này mà khối lượng kim loại tham gia hình thành phần tử xuyên gần như là 100%, vì vậy phần tử xuyên có động năng va đập lớn, tác dụng xuyên thép tốt hơn.

+ Độ dày: Theo các kết quả nghiên cứu, khi tăng chiều dày phễu có nghĩa tăng khối lượng phễu, kết quả cho thấy tăng khối lượng và độ bền dòng đồng thời giảm vận tốc nén ép phễu và vận tốc dòng. Thực tế, tồn tại một giá trị độ dày tối ưu của phễu lót, với độ dày này dòng xuyên sẽ có khả năng xuyên sâu lớn nhất. Quá trình nén ép phễu, phần đáy của phễu sẽ chịu nén ép đầu tiên và mạnh nhất, vì vậy phần đỉnh và phần đáy phễu lót có bề dày lớn hơn so với ở miệng phễu, hay nói cách khác phễu lót sẽ có chiều dày giảm dần từ đỉnh đến miệng phễu. Thường thì đáy phễu sẽ có chiều dày hơn miệng phễu khoảng 1,25÷1,32 lần.

Như vậy, vật liệu phễu lót PCĐ MCT-83 sử dụng vật liệu bằng đồng M1, có dạng hình bán cầu, chiều dày đỉnh phễu lớn hơn chiều dày miệng phễu từ 1,25÷1,32 lần.

2.2.2. Ảnh hưởng thông số thuốc nổ

Tỷ trọng và tốc độ nổ là hai yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến đạn tạo hình. Tỷ trọng và tốc độ nổ càng cao, chiều sâu xuyên của đạn càng lớn.

Tham khảo một số loại hỗn hợp thuốc nổ sử dụng nhồi nạp vào đạn lõm được đưa ra trong bảng 2.1.



Bảng 2.1. Một số hỗn hợp thuốc nổ thường được sử dụng vào đạn lõm

TT	Tên, ký hiệu	Thành phần	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Tốc độ nổ (m/s)	Xuất xứ
1	TF-40/60	40% TNT; 60% RDX	1,72	7900	Nga
2	TF-30/70	30% TNT; 70% RDX	1,73	8060	Nga
3	TF-23/77	23% TNT; 77% RDX	1,743	8252	Nga
4	OKTOJI-30/70	30% TNT; 70% HMX	1,77	8250	Nga
5	OKTOJI-23/77	23% TNT; 77% HMX	1,80	8540	Nga
6	Cyclotol type I A	(25±2)% TNT; (75±2)% RDX	1,743	8252	Mỹ
7	Cyclotol type II A	(30±2)% TNT; (70±2)% RDX	1,73	8060	Mỹ
8	Composition B2	40% TNT; 60% RDX	1,72	7900	Mỹ
9	Octol-23/77	23% TNT; 77% HMX	1,80	8540	Mỹ

Để tăng uy lực phần tử xuyên cần tăng vận tốc xuyên và khối lượng phần tử xuyên. Tăng vận tốc xuyên bằng cách tăng khối lượng thuốc nổ nén ép hoặc sử dụng thuốc nổ có năng lượng tốc độ nổ lớn. Tuy nhiên, công nghệ nén ép đạn tạo hình phải phù hợp với các dây chuyền công nghệ sẵn có trong nước. Tham khảo các loại đạn lõm hiện nay, để đảm bảo uy lực xuyên, đồng thời chi phí chế tạo thấp nên nhóm đề tài lựa chọn sử dụng hỗn hợp thuốc nổ TF-40/60 (CompB) để nhồi nạp vào PCĐ MCT-83.

2.3. Kết cấu PCĐ MCT-83 [3]

Hiện nay, ở nước ta chưa có nghiên cứu chuyên sâu và đưa ra kết cấu cụ thể về MCT sử dụng nguyên lý nổ tạo hình. Trong một số bài báo, công trình nghiên cứu, tài liệu sách tham khảo của Nga hiện nay chỉ đề cập đến việc đưa ra hệ số thực nghiệm đối với kết cấu của mìn hoặc đạn lõm. Theo đó, để mìn hay đạn lõm sử dụng nguyên lý nổ tạo hình có uy lực xuyên tối ưu thì kết cấu phải thỏa mãn mối quan hệ giữa các thông số δ , h , D như sau:

$$\delta = (0,05 \div 0,1)D \text{ và } h = (0,1 \div 0,3)D$$

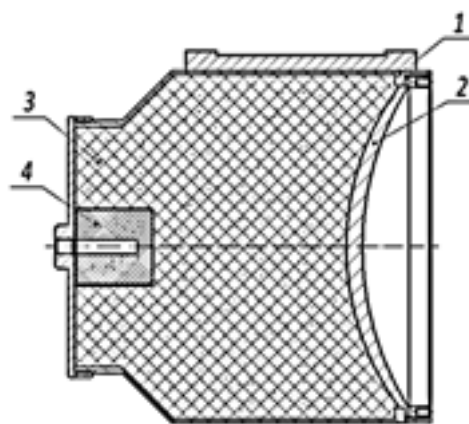
Trong đó:

δ – Độ dày phễu lót;

h – Chiều cao phễu lót;

D – Đường kính ngoài chi tiết phễu lót.

Dựa vào kết quả phân tích ảnh hưởng các thông số kết cấu, nhóm đề tài đưa ra kết cấu sơ bộ PCĐ MCT-83 như sau:



Hình 2.1. Kết cấu PCĐ mìn MCT-83:

1 - Thân mìn; 2 - Phễu lót; 3 - Thuốc nổ;

4 - Trạm nổ.

Các thông số đầu vào của PCĐ được cho trong bảng sau:

Bảng 2.2. Các thông số tính toán đầu vào

TT	Thông số	Giá trị
1	Vật liệu phểu lót	Đồng M1
2	Chiều dày phểu	13 mm
3	Tỷ số h/D của phểu lót	61/254
4	Bán kính cong R của phểu lót	185 mm
5	Thuốc nổ	11,8 kg Comp B (63% RDX, 36% TNT, 1% phụ gia)
6	Tốc độ nổ của thuốc nổ TF-40/60 (CompB)	7900 m/s
7	Chiều dày bia thép (thép CT3)	150 mm

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

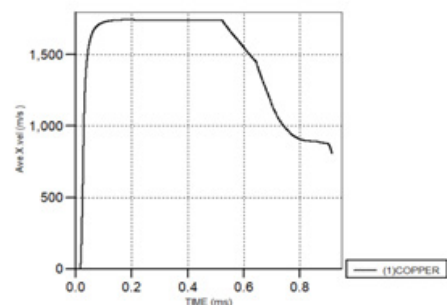
3.1. Kết quả mô phỏng PCĐ MCT-83

Sử dụng các thông số kết cấu, vật liệu nêu ở Bảng 2.2 để xây dựng bài toán mô phỏng hiện tượng nổ PCĐ MCT trong Asys Autodyn. Để phù hợp với tốc độ tính toán của máy tính, chúng ta sử dụng mô hình 2D đối xứng qua trục Ox; không xét tới tương tác của sản phẩm nổ và thân vỏ mìn tại biên vùng tính toán; điều kiện biên được sử dụng là Flowout; phương pháp kích nổ điểm được sử dụng trong mô phỏng. Sử dụng lưới Euler với kích thước lưới $1 \times 1 \text{ mm}$, mục tiêu bản thép sử dụng lưới Lagrange với kích thước lưới $1 \times 1 \text{ mm}$.

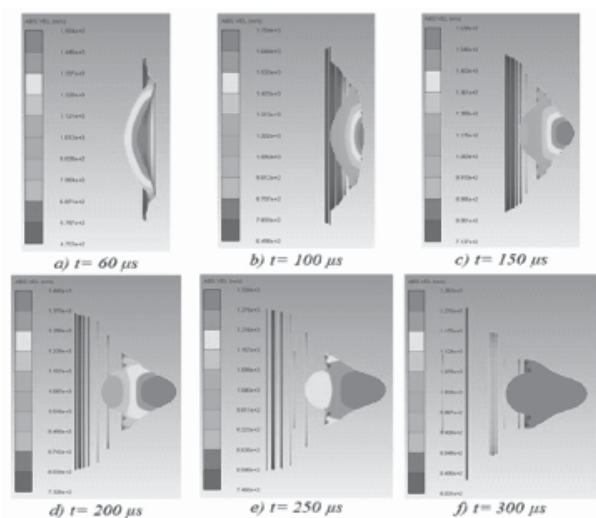
Kết quả mô phỏng cho ta các thông số đầu ra gồm:

- Vận tốc lớn nhất của đạn tạo hình:
 $V_0 = 1740 \text{ m/s}$;
- Tỷ số chiều dài trên đường kính đạn:
 $l/d = 183/90$;
- Đường kính miệng lỗ xuyên:
 $\Phi_m = 124 \text{ mm}$;
- Đường kính lỗ xuyên nhỏ nhất trên bia: $\Phi_{\text{xmin}} = 80 \text{ mm}$;

- Xuyên thùng bia thép dày:
 $L = 150 \text{ mm}$.



Hình 2.2. Đồ thị vận tốc của đạn tạo hình



Hình 2.3. Quá trình hình thành dòng kim loại và phân bố vận tốc



Hình 2.4. Dạng tạo hình xuyên qua bia

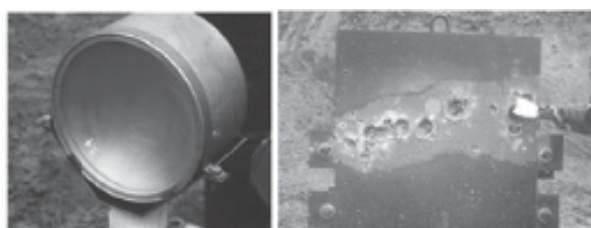
Trên hình 2.4 thể hiện trường vận tốc tại các thời điểm. Ta thấy tại thời điểm $t = 60 \mu s$ (Hình 2.3) dưới tác dụng của sóng nổ và sản phẩm nổ, phễu lót đã biến dạng, có sự chênh lệch vận tốc giữa phần đỉnh và phần miệng phễu lót (giá trị vận tốc tại các điểm phía ngoài ở phần đỉnh của phễu lót là 1554 m/s, giảm dần từ phần đỉnh phễu đến phần miệng phễu lót, giá trị vận tốc tại phần miệng phễu lót 1229 m/s). Khoảng thời gian từ $100 \mu s \div 150 \mu s$ do có sự chênh lệch vận tốc giữa phần đỉnh và phần miệng lớn nên phễu lót bị biến dạng, vuốt dài và hình thành sơ bộ phần tử xuyên. Tiếp theo đó, khoảng thời gian từ $150 \mu s \div 250 \mu s$ là khoảng thời gian dòng kim loại ổn định hình dáng (vận tốc phần đỉnh dòng lúc này lớn nhất đạt khoảng 1334 m/s, vận tốc phần đuôi dòng 1157 m/s). Khoảng thời gian từ $300 \mu s$, phần tử xuyên được hình thành, lúc này không còn sự chênh lệch vận tốc giữa đỉnh và đuôi dòng nữa và đạt 1262 m/s, nên phần tử xuyên giữ nguyên hình dáng này trên đường bay cho đến khi va chạm vào mục tiêu.

3.2. Kết quả thực nghiệm với PCĐ MCT-83

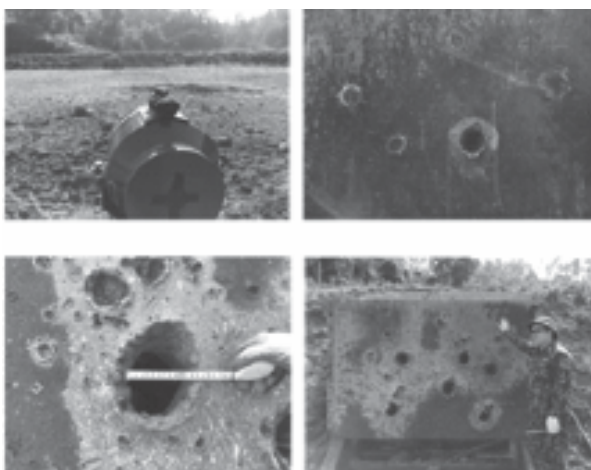
Nội dung của bài báo đi sâu nghiên cứu ảnh hưởng các thông số kết cấu đến uy lực xuyên của PCĐ MCT-83. Sử dụng phương pháp mô phỏng số bằng phần mềm Ansys Autodyn để mô phỏng lại quá trình nổ hình thành phần tử xuyên và tương tác tốc độ cao giữa phần tử xuyên với bia thép. Dựa vào kết quả mô phỏng để hiểu rõ hơn bản chất quá trình nổ, cơ chế

hình thành phần tử xuyên và các đặc điểm cơ lý của quá trình tương tác tốc độ cao giữa đầu đạn với mục tiêu, làm cơ sở đánh giá thiết kế trong quá trình nghiên cứu.

Dựa vào kết quả tính toán đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố kết cấu đến uy lực xuyên, nhóm đề tài lựa chọn đưa ra phương án thiết kế phù hợp, từ đó thiết kế chế thử và thử nghiệm theo phương án đã chọn. Dưới đây là hình ảnh kết quả bắn thực nghiệm PCĐ MCT-83.



Hình 2.5. Hình ảnh PCĐ và bia thép ở một phát bắn



Hình 2.6. Hình ảnh PCĐ và bia thép trong buổi thử nghiệm

Như vậy từ các kết quả nghiên cứu đạt được, để kiểm chứng kết quả tính toán và giảm bớt chi phí phục vụ thử nghiệm, hoàn toàn có thể sử dụng kết quả khảo sát bằng phương pháp mô phỏng số làm cơ sở lựa chọn đưa ra các phương án thiết kế PCĐ MCT-83.

4. KẾT LUẬN

Từ những nghiên cứu về đạn tạo hình, ta có thể nhận xét rằng có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hình thành phần tử xuyên của đạn tạo hình, gồm: thuốc nổ, tấm chắn sóng, yếu tố hình học và vật liệu làm phễu lót... Mỗi yếu tố có phạm vi thay đổi rộng, chỉ cần một thay đổi nhỏ cũng có thể cho kết quả rất khác nhau về cơ chế hình thành lõi xuyên cũng như các tham số về vận tốc, hình dạng... Nếu dùng phương pháp thực nghiệm để chọn được kết cấu tối ưu sẽ đòi hỏi phải tiến hành thực nghiệm với số lượng cuộc thử rất lớn. Để giải quyết vấn đề này, các nhà nghiên cứu trên thế giới đã sử dụng phương pháp nghiên cứu bán thực nghiệm là phương pháp kết hợp mô phỏng toán học quá trình tương tác giữa thuốc nổ với phễu trong bài toán nổ tạo hình với thực nghiệm để đạt được hiệu quả nghiên cứu. Các phương pháp mô phỏng số cho phép phân nhỏ đối tượng theo các dấu hiệu hình học, tách quá trình thành nhiều bài toán riêng lẻ có liên hệ với nhau theo một mạch xác định và tiến hành tính toán đầy đủ các đặc tính của hệ. Các đặc tính riêng lẻ và toàn phần nhận được của toàn bộ quá trình mô phỏng không chỉ giúp các nhà nghiên cứu hiểu sâu hơn bản chất vật lý quá trình hình thành phần tử xuyên mà còn giảm số lượng, chi phí các cuộc thử nghiệm.

Kết quả nghiên cứu bằng phương pháp bán thực nghiệm cho thấy, PCĐ MCT-83 sử dụng nguyên lý nổ tạo hình đã được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm thành công, đáp ứng yêu cầu về khả năng hình thành phần tử xuyên và hiệu quả xuyên phá mục tiêu. Nghiên cứu đã khẳng định khả năng thiết kế, chế tạo và từng bước làm chủ công nghệ chế tạo MCT-83 trong nước, đồng thời tạo cơ sở khoa học và thực tiễn quan trọng cho việc phát triển hệ thống vũ khí thông minh trong tương lai. ❖

Ngày nhận bài: 28/4/2026

Ngày phản biện: 12/5/2026

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Михайлов А. Н., “Методическое пособие для проведения занятий по инженерной подготовке”. Великий Новгород, 2022.
- [2]. Под ред, Орленко Л. П., “Физика взрыва Т.2”. ФИЗМАТЛИТ, 2002.
- [3]. Trần Trung Dũng, Đề tài “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo mìn chống tăng đánh sườn MCT-83 định hướng theo kiểu mìn TM-83 của Liên Bang Nga”, 2018.
- [4]. Vũ Văn Giang, Hồ Khắc Ứng, Trịnh Đình Toàn, Bài viết: “Nghiên cứu, thiết kế đạn tạo hình phóng chùm”. Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng, 2003.