

## Nghiên cứu xác định khối lượng đầu đạn đảm bảo tính năng thuật phóng của đạn giòn cỡ 9 × 19 mm

Đỗ Văn Minh<sup>1</sup>, Bùi Xuân Sơn<sup>1\*</sup>, Nguyễn Văn Hùng<sup>1</sup>, Lê Xuân Cường<sup>2</sup>, Phạm Thị Ân<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Học viện Kỹ thuật quân sự;

<sup>2</sup>Viện Khoa học hình sự.

\*Email: buixuanson.mta@gmail.com

Nhận bài: 14/8/2023; Hoàn thiện: 12/10/2023; Chấp nhận đăng: 12/12/2023; Xuất bản: 25/12/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.92.2023.144-150>

### TÓM TẮT

*Bài báo nghiên cứu xác định khối lượng đầu đạn của đạn giòn 9×19 mm đảm bảo tính năng thuật phóng tương đương với đạn 9×19 mm thường như áp suất khí thuốc lớn nhất, độ cao đường đạn trong tâm bắn hiệu quả và xung giật của súng. Khối lượng đầu đạn giòn được xác định trên cơ sở giải bài toán thuật phóng trong và thuật phóng ngoài điển hình. Kết quả cho thấy khối lượng đầu đạn giòn thiết kế nên nằm trong vùng vùng 6,48 ÷ 7,35 g, đây là cơ sở để tiếp tục phát triển đầu đạn giòn 9×19 mm trong nước.*

**Từ khoá:** Đạn giòn; Thuật phóng trong; Thuật phóng ngoài; Đạn 9 x 19 mm.

### 1. MỞ ĐẦU

Đạn giòn là một trong những hướng phát triển có ý nghĩa của đạn súng; đạn được phát triển chủ yếu để đáp ứng yêu cầu môi trường và yêu cầu an toàn. Tính chất đặc biệt của đầu đạn giòn là khả năng vỡ vụn thành dạng bột khi va chạm với mục tiêu cứng [1, 2], do đó làm giảm gần như tuyệt đối khả năng bật lại hoặc chuyển hướng của đầu đạn khi va chạm. Điều này hạn chế nguy hiểm cho các mục tiêu thứ cấp. Với tính chất như vậy, đầu đạn giòn thường được chế tạo nhờ công nghệ luyện kim bột [1, 2].

Trên thế giới đã nghiên cứu, chế tạo thành công đạn giòn với nhiều mục đích khác nhau như đạn giòn dùng cho dân sự (săn bắn, thể thao, tự vệ), cho lực lượng vũ trang (chiến đấu, bắn tập). Hiện nay trong nước, đã có những nghiên cứu cơ bản về đạn giòn nhưng chưa được triển khai chế tạo và trang bị cho lực lượng vũ trang, do đó cần phải nghiên cứu, thiết kế và chế tạo đạn giòn. Để giải quyết vấn đề này, trước hết phải giải các bài toán thiết kế kỹ thuật của đạn giòn và một trong các bài toán thiết kế kỹ thuật đó là xác định khối lượng đầu đạn và khối lượng thuốc phóng. Khối lượng đầu đạn là tham số quan trọng đầu tiên khi thiết kế đầu đạn [1, 3], có ảnh hưởng lớn đến các tham số thuật phóng như áp suất khí thuốc, sơ tốc đầu đạn, tầm bắn,...

Với yêu cầu thiết kế đạn bắn trên súng đã có, bài báo sử dụng bài toán thuật phóng trong và thuật phóng ngoài cơ bản để khảo sát các tham số thuật phóng của đầu đạn giòn thiết kế cỡ 9×19 mm. Trong đó, đạn giòn thiết kế phải đảm bảo áp suất khí thuốc tính toán tương đương với đạn thường 9×19 mm; đảm bảo điều kiện nạp đạn tự động tốt nhất thông qua động lượng ở miệng nòng của đầu đạn trong khoảng 2,5 - 3,1 N.s [4-6] và đảm bảo độ cao đường đạn thiết kế tương đương độ cao đường đạn thường để đảm bảo đường ngắm của xạ thủ. Từ đó đưa ra các so sánh, đánh giá, phân tích lựa chọn vùng khối lượng đầu đạn đảm bảo yếu tố tính năng và khai thác sử dụng. Kết quả nghiên cứu này làm cơ sở thiết kế đạn giòn 9 × 19 mm.

### 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Đầu đạn giòn thiết kế

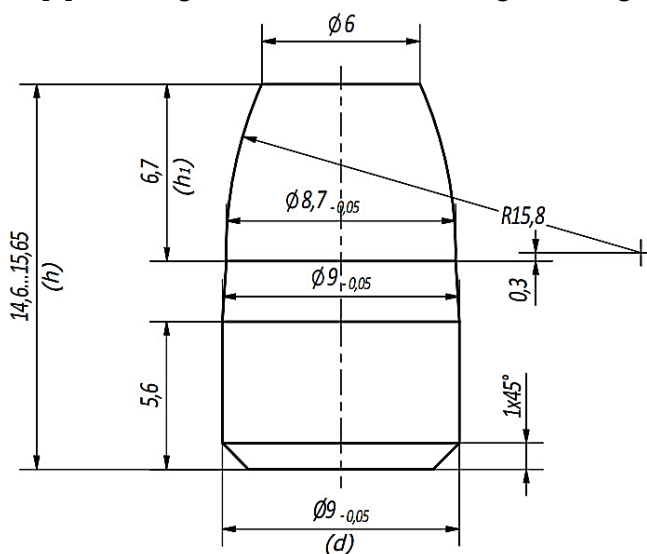
Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu lựa chọn đối tượng đầu đạn giòn thiết kế được chế tạo từ hỗn hợp kim loại bột đồng nhất (không có vỏ bọc). Đây cũng là loại đầu đạn giòn phổ biến nhất trên thế giới [1, 2]. Về mặt hình dạng, phần mũi đầu đạn giòn có một số hình dạng cơ bản như:

phẳng, lõm, côn, ô-van. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu lựa chọn hình dạng mũi đầu đạn phẳng, đây là hình dạng phổ biến của đầu đạn giòn và cũng là hình dạng có tính công nghệ cao khi chế tạo đầu đạn bằng phương pháp luyện kim bột [1, 2]. Trên hình 1 là một số đầu đạn giòn 9 mm phổ biến trên thế giới.



**Hình 1.** Một số đầu đạn giòn cỡ 9×19 mm.

Căn cứ vào kết cấu đầu đạn thường cỡ 9 × 19 mm và đầu đạn giòn trên thế giới, đặc biệt là đầu đạn giòn Sinterfire [1], nhóm nghiên cứu đề xuất hình dạng đầu đạn giòn thiết kế như hình 2.



**Hình 2.** Đầu đạn giòn thiết kế.

Với hình dạng đầu đạn như trên có thể xác định hệ số hình dạng trong quá trình tính toán thiết kế theo công thức [3]:

$$i_{siasl} = 1,1 - 0,343 \frac{h_1}{d} + 0,042 \left( \frac{h_1}{d} \right)^2 \quad (1)$$

Trong đó,  $h_1$  là chiều dài mũi đạn,  $d$  là cỡ đạn. Hệ số hình dạng theo quy luật 1943 có thể được tính lại theo biểu thức  $i_{43} = n.i_{43}$ , với dải sơ tốc đang xét có thể lấy  $n \approx 2$  [3]. Thay số với hình dạng đầu đạn trong nghiên cứu, ta nhận được hệ số hình dạng  $i_{43} = 1,74$ .

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

Để góp phần vào định hướng thiết kế, chế tạo đầu đạn giòn trên cơ sở đầu đạn giòn thương mại Sinterfire, khi nghiên cứu xác định khối lượng đầu đạn giòn 9 mm, nhóm nghiên cứu đề xuất hai phương án thiết kế vật liệu như sau:

Phương án 1: lựa chọn vật liệu chế tạo đầu đạn theo mẫu đạn Sinterfire, với khối lượng riêng  $\rho = 7,443$  (g.cm-3) [1]. Khối lượng đầu đạn thay đổi thông qua thay đổi chiều dài đầu đạn  $h$ .

Phương án 2: giữ nguyên chiều dài đầu đạn như của đạn Sinterfire (16,05 mm) [1], thay đổi

mật độ của vật liệu chế tạo đầu đạn để thay đổi khối lượng đầu đạn.

Một số thông số cần chú ý khi khảo sát:

- Chiều dài viên đạn: Để đảm bảo khả năng nạp đạn vào hộp tiếp đạn, chiều dài tổng của viên đạn sau khi lắp đầu đạn không lớn hơn chiều dài tổng của đạn thường cỡ  $9 \times 19$  mm (có giá trị lớn nhất cho phép là 29,69 mm). Cả hai phương án trong nghiên cứu này, chiều dài viên đạn đều được xác định bằng 29,69 mm. Do đó, đối với phương án 1, thể tích ban đầu của buồng đốt sẽ thay đổi khi khối lượng đầu đạn thay đổi.

- Khối lượng của đầu đạn giòn sẽ nhỏ hơn đầu đạn thông thường, do đó, trong nghiên cứu này, khối lượng đầu đạn được khảo sát từ 4 g đến 8 g.

- Áp suất lớn nhất trong nòng: Áp suất tính toán lớn nhất cho phép của đạn  $9 \times 19$  mm Luger là 260 MPa. Tuy nhiên, khi thiết kế đạn cần có độ dự trữ dự phòng. Trong trường hợp này, nhóm nghiên cứu xác định đạn thiết kế có áp suất lớn nhất trong nòng bằng với áp suất tính toán lớn nhất của đạn thường  $9 \times 19$  mm (233,9 MPa).

Với các tham số đầu vào bài toán thuật phóng trong của đầu đạn thường  $9 \times 19$  mm; khi khối lượng đầu đạn thay đổi, áp suất lớn nhất của khí thuốc đã cho; nhóm nghiên cứu xác định vận tốc đầu đạn tại miệng nòng. Từ vận tốc này, giải bài toán thuật phóng ngoài, thu được chiều cao quỹ đạo của đầu đạn tại khoảng cách 25 m (tầm bắn hiệu quả của đạn súng ngắn).

Để đảm bảo độ cao đường đạn thiết kế tương đương độ cao đường đạn thường trong phạm vi 25 m, trong trường hợp này nhóm nghiên cứu đưa ra yêu cầu: sai lệch giữa độ cao đường đạn thiết kế và đầu đạn  $9 \times 19$  mm thường tại 25 m không vượt quá sai lệch giữa độ cao đường đạn thường tiêu chuẩn và đầu đạn thường khi sơ tốc bị giảm 15% (tương ứng với lượng giảm vận tốc cho phép của đạn khi bắn trên súng nòng bị mòn).

Trong quá trình tính toán, nhóm nghiên cứu sử dụng hệ phương trình bài toán thuật phóng trong của súng pháo thông thường và hệ phương trình chuyển động của khối tâm đầu đạn:

- Hệ phương trình thuật phóng trong đạn súng [7]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dz}{dt} = \frac{p}{I_k} \\ \frac{d\psi}{dt} = \chi \cdot (1 + 2 \cdot \lambda \cdot z + 3 \cdot \mu \cdot z^2) \frac{dz}{dt} \\ \frac{dv}{dt} = \frac{S}{\varphi \cdot m} \cdot p \\ \frac{dl}{dt} = v \\ \frac{dW}{dt} = \omega \cdot \left( \frac{1}{\delta} - \alpha \right) \frac{d\psi}{dt} + S \cdot \frac{dl}{dt} \\ \frac{dp}{dt} = \frac{1}{W} \cdot \left( f \cdot \omega \cdot \frac{d\psi}{dt} - p \cdot \frac{dW}{dt} - \theta \cdot \varphi \cdot v \cdot \frac{dv}{dt} \right) \end{array} \right. \quad (2)$$

Trong đó:  $\psi$  – Lượng khí thuốc cháy tương đối;  $\omega$  – Khối lượng của liều phóng;  $v$  – Vận tốc đầu đạn;  $S$  – Diện tích thiết diện lòng nòng súng;  $p$  – Áp suất khí thuốc;  $m$  – Khối lượng đầu đạn;  $z$  – Bề dày cháy tương đối;  $\chi, \lambda, \mu$  – Hệ số hình dạng thuốc phóng;  $f$  – Lực thuốc phóng;  $\varphi$  – Hệ số công thức yếu (giả thiết là không đổi);  $\alpha$  – Lượng cộng tích của khí thuốc;  $I_k$  – Xung lượng toàn phần của thuốc phóng;  $W$  – Thể tích buồng đốt;  $l$  – Quãng đường chuyển động của đầu đạn trong nòng súng;  $\delta$  – Mật độ thuốc phóng;  $\theta$  – Số mũ đoạn nhiệt của khí thuốc.

- Hệ phương trình chuyển động của khối tâm đạn [8]:

$$\begin{cases} \dot{v} = -C_0\pi(y)F(v_\tau) - g\sin\theta \\ \dot{\theta} = \frac{g}{v}\cos\theta \\ \dot{y} = v\sin\theta \\ \dot{x} = v\cos\theta \end{cases} \quad (3)$$

Trong đó:  $C_0 = (id^2/q) \times 10^3$  - Hệ số phóng ( $i$  - Hệ số hình dạng,  $d$  - Cỡ đạn,  $q$  - Trọng lượng đạn);  $\pi(y)$  - Hàm áp suất tương đối [9];  $g = 9,81$  - Gia tốc trọng trường;  $F(v_\tau)$  - Hàm lực cản không khí [9].

Hệ phương trình trên được giải bằng phương pháp Runghe-kutta trên phần mềm Matlab. Trong đó, sơ tốc của bài toán thuật phóng ngoài được xác định thông qua giải bài toán thuật phóng trong.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thông số đầu vào cho bài toán thuật phóng trong của đạn thường 9 x 19 mm được cho trong bảng 2 [4-6].

**Bảng 1.** Các thông số đầu vào tính toán thuật phóng trong đạn thường cỡ 9 x 19 mm.

TT	Tham số	Đơn vị	Giá trị
1	Cỡ đạn, $d$	m	0,009
2	Khối lượng đầu đạn, $m$	kg	$8.10^{-3}$
3	Diện tích tiết diện ngang đầu đạn, $s$	$m^2$	$6,261.10^{-5}$
4	Thể tích buồng đốt, $W_o$	$m^3$	$6,704.10^{-7}$
5	Áp suất tổng đạn, $p_o$	MPa	$40.10^6$
6	Khối lượng thuốc phóng, $\omega$	kg	$0,3.10^{-3}$
7	Lượng cộng tích khí thuốc, $\alpha$	$m^3/kg$	$0,906.10^{-3}$
10	Xung lượng toàn phần áp suất khí thuốc, $I_k$	$kG.s/m^2$	$3,25.10^4$
11	Số mũ đoạn nhiệt	-	0,25
12	Lực thuốc phóng, $f$	J/kg	$9.06.10^5$
13	Mật độ thuốc phóng	$kg/m^3$	$1,6.10^3$
14	Chiều dài nòng	m	0,12

Bài toán thuật phóng ngoài được tính toán với góc phóng  $\theta_0 = 00^{\circ}23'$  không thay đổi trong các trường hợp khảo sát tính toán. Đạn thường 9 x 19 mm có hệ số hình dạng 1,34 [4, 5].

Chương trình tính toán cũng đã được kiểm chứng bằng kết quả thử nghiệm [1], và các công bố trước đó [4-6]. Kết quả chạy bài toán thuật phóng đối với đạn thường 9x19 mm cho áp suất lớn nhất là 233,9 MPa; Vận tốc tại miệng nòng  $v_0$  là 344,2 m/s; Độ cao đường đạn tại vị trí 25 m cách miệng nòng  $y_{25}$  là 74,8 mm. Khi chạy bài toán thuật phóng ngoài với sơ tốc giảm 15% (tương ứng với  $v_0 = 292,6$  m/s), ta được  $y_{25} = 65,1$  mm (tương ứng 12,9%). Như vậy, sai lệch cho phép của độ cao đường đạn  $y_{25}$  đối với đạn thiết kế so với đạn thường 9x19 mm phải nhỏ hơn 12,97%.

Sau khi chạy chương trình tính toán cho các trường hợp khảo sát, ta được kết quả như trong bảng 2. Trong đó:  $h$  - Chiều dài đầu đạn;  $mv_0$  - Động lượng đầu đạn tại miệng nòng (xung giạt);  $\Delta y$  - Sai lệch giữa độ cao đường đạn của phương án khảo sát so với đạn thường 9 x 19 mm.

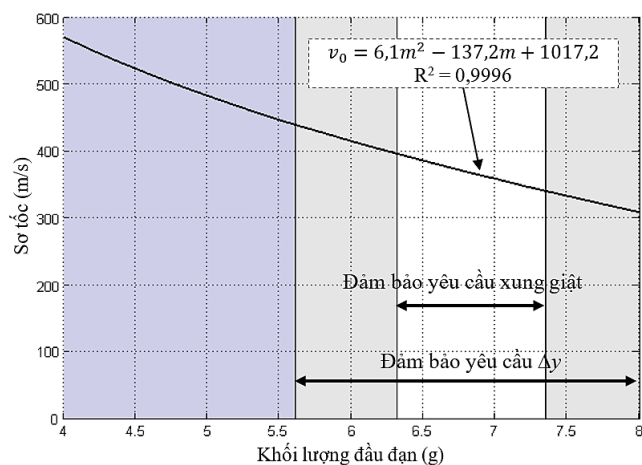
Bảng 2. Kết quả tính toán cho các trường hợp khảo sát.

m (g)	Phương án 1						Phương án 2					
	h (mm)	$\omega$ (g)	$v_0$ (m/s)	$mv_0$ (N.s)	$y_{25}$ (mm)	$\Delta y$ (%)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\omega$ (g)	$v_0$ (m/s)	$mv_0$ (N.s)	$y_{25}$ (mm)	$\Delta y$ (%)
4	10,77	0,477	569,9	2,28	91,1	21,8	4580	0,362	519,1	2,08	88,9	18,9
4,2	11,19	0,46	549,9	2,31	90,4	20,9	4809	0,356	504,6	2,12	88,2	17,9
4,4	11,61	0,444	531,4	2,34	89,7	19,9	5038	0,35	490,7	2,16	87,5	17,0
4,6	12,04	0,429	514,2	2,37	88,9	18,9	5267	0,345	478,2	2,20	86,8	16,0
4,8	12,46	0,414	497,6	2,39	88,0	17,6	5496	0,339	465,3	2,23	86,1	15,1
5	12,88	0,4	482,3	2,41	87,2	16,6	5725	0,334	453,8	2,27	85,4	14,2
5,2	13,30	0,386	467,4	2,43	86,3	15,4	5954	0,33	443,6	2,31	84,7	13,2
5,4	13,73	0,372	452,9	2,45	85,4	14,2	6183	0,325	432,9	2,34	83,9	12,2
5,6	14,15	0,359	439,5	2,46	84,5	13,0	6412	0,321	423,5	2,37	83,1	11,1
5,8	14,57	0,347	427,2	2,48	83,5	11,6	6641	0,317	414,4	2,40	82,3	10,0
6	14,99	0,333	414,4	2,49	82,4	10,2	6871	0,313	405,5	2,43	81,5	9,0
6,2	15,42	0,322	402,6	2,50	81,3	8,7	7100	0,309	397,0	2,46	80,7	7,9
6,4	15,84	0,31	391,1	2,50	80,1	7,1	7329	0,305	388,8	2,49	79,9	6,8
6,6	16,26	0,298	379,8	2,51	79,0	5,6	7558	0,302	381,6	2,52	79,2	5,9
6,8	16,68	0,286	368,7	2,51	77,7	3,9	7787	0,298	373,9	2,54	78,3	4,7
7	17,11	0,275	358,5	2,51	76,3	2,0	8016	0,295	367,1	2,57	77,5	3,6
7,2	17,53	0,263	347,6	2,50	74,8	0,0	8245	0,292	360,6	2,60	76,7	2,5
7,4	17,95	0,252	337,7	2,50	73,3	-2,0	8474	0,289	354,2	2,62	75,8	1,3
7,6	18,37	0,241	327,9	2,49	72,0	-3,7	8703	0,286	348,1	2,65	75,0	0,3
7,8	18,80	0,23	318,1	2,48	70,5	-5,7	8932	0,283	342,1	2,67	74,1	-0,9
8	19,22	0,219	308,5	2,47	68,4	-8,6	9161	0,281	337,0	2,70	73,4	-1,9

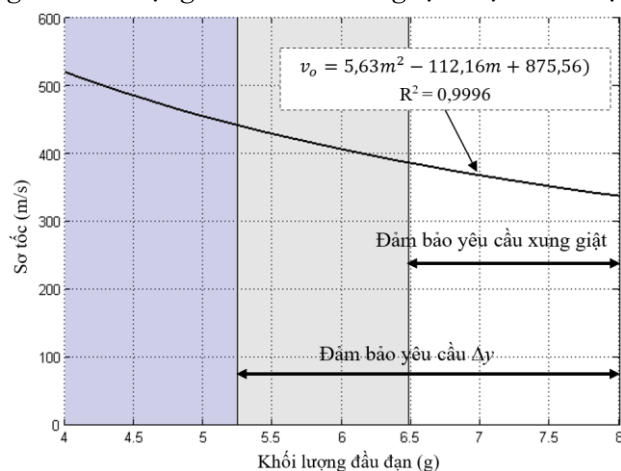
Từ kết quả trên thấy rằng:

- Đối với phương án khảo sát 1: Khi khối lượng đầu đạn tăng từ 4 ÷ 7,2 g thì sai lệch về độ cao đường đạn giảm từ 21,8% đến 0%. Khi tiếp tục tăng khối lượng đầu đạn đến 8 g thì sai lệch này lại tăng đến 8,6% (theo chiều ngược lại). Để đảm bảo  $\Delta y$  nhỏ hơn 12,97% thì khối lượng đầu đạn phải nằm trong vùng 5,61 ÷ 8 g (tương ứng với sơ tốc 438,9 ÷ 308,5 m/s). Xung giết của súng tăng từ 2,28 N.s đến 2,51 N.s khi khối lượng đầu đạn tăng từ 4 g đến 6,6 g; sau đó lại giảm từ 2,51 N.s xuống 2,47 N.s khi khối lượng đầu đạn tăng từ 7 – 8 g; xung giết của súng bị giảm do khi tăng khối lượng đầu đạn thì sơ tốc sẽ giảm để đảm bảo điều kiện áp suất lớn nhất trong nòng. Để đảm bảo xung giết cho súng (2,5 ÷ 3,1 N.s) thì khối lượng đầu đạn nằm trong phạm vi 6,31 ÷ 7,35 g (tương ứng với sơ tốc 396,2 ÷ 340,4 m/s). Kết quả tính toán cho phương án này cũng được thể hiện trong hình 3.

- Đối với phương án khảo sát 2: tương tự như phương án 1, khi khối lượng đầu đạn tăng từ 4 ÷ 7,65 g thì sai lệch về độ cao đường đạn giảm từ 18,9% đến 0%. Khi tiếp tục tăng khối lượng đầu đạn đến 8 g thì sai lệch này lại tăng đến 1,9% (theo chiều ngược lại). Để đảm bảo  $\Delta y$  nhỏ hơn 12,97% thì khối lượng đầu đạn phải nằm trong vùng 5,26 ÷ 8 g (tương ứng với sơ tốc 440,4 ÷ 337,0 m/s). Khác với phương án 1, xung giết của súng trong trường hợp này thì tăng gần như tuyến tính với sự tăng của khối lượng đầu đạn. Vì trong trường hợp này thể tích ban đầu của buồng đốt được giữ không đổi; Do đó, khi khối lượng đầu đạn tăng thì sơ tốc cũng giảm để đảm bảo điều kiện áp suất lớn nhất trong nòng, nhưng sự giảm sơ tốc này chậm hơn so với phương án 1 (thể tích buồng đốt bị giảm khi khối lượng đầu đạn tăng). Để đảm bảo xung giết cho súng thì khối lượng đầu đạn nằm trong phạm vi 6,48 ÷ 8 g (tương ứng với sơ tốc 385,5 ÷ 337 m/s). Kết quả tính toán cho phương án này cũng được thể hiện trong hình 4.



Hình 3. Mối quan hệ giữa khối lượng và sơ tốc và vùng lựa chọn khối lượng theo phương án 1.



Hình 4. Mối quan hệ giữa khối lượng và sơ tốc và vùng lựa chọn khối lượng theo phương án 2.

Nếu kết hợp cả hai trường hợp khảo sát, vùng lựa chọn hợp lý cho khối lượng đầu đạn giòn cỡ 9 x 19 mm là 6,48 ÷ 7,35 g (khi đó sơ tốc đầu đạn sẽ nằm trong vùng 384,3 ÷ 326,8 m/s tùy thuộc vào tham số thiết kế cụ thể của đạn).

Tuy nhiên, cần chú ý ở phương án 2, nếu sử dụng hỗn hợp kim loại với thành phần chính là bột đồng và các loại bột nhẹ hơn thì rất khó để có thể nén ép đến mật độ lớn hơn 8000 kg/m<sup>3</sup> [1]. Khi đó, ta có thể thu hẹp vùng lựa chọn khối lượng cho đầu đạn giòn nằm trong khoảng 6,48 ÷ 7 g.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã đề xuất phương án thiết kế cho đầu đạn giòn cỡ 9 x 19 mm. Khối lượng đầu đạn thiết kế được xác định đảm bảo áp suất khí thuốc lớn nhất 233,9 MPa; Động lượng miệng nòng của đầu đạn (xung giạt) nằm trong khoảng 2,5 ÷ 3,1 N.s; Độ cao đường đạn tại vị trí cách miệng nòng 25 m không sai lệch quá 12,9% so với tham số này của đạn thường 9x19 mm. Khi đó, khối lượng đầu đạn giòn cỡ 9x19 mm nên lựa chọn trong vùng 6,48 ÷ 7,35 g. Khi đó, sơ tốc đầu đạn sẽ nằm trong vùng 384,3÷326,8 m/s tùy thuộc vào tham số thiết kế cụ thể của đạn. Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng trong quá trình nghiên cứu thiết kế, chế tạo đầu đạn giòn tại Việt Nam.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bùi Xuân Sơn, “Ảnh hưởng của tham số kết cấu lên chức năng của đạn giòn”, Luận án tiến sĩ (Tiếng Séc), Đại học Quốc phòng Brno, Cộng Hoà Séc, (2007).

- [2]. Mullins, “*Frangible ammunition: the new wave in firearms ammunition*”, Boulder, Colo.: J.F. Mullins, c2001. ISBN 15-816-0267-7.
- [3]. Trần Văn Định, Nguyễn Văn Thủy, Trần Đình Thành, “*Cơ sở thiết kế đạn súng bộ binh*”, Học viện Kỹ thuật quân sự, (2007).
- [4]. Ludek Jedlička, Jan Komenda and Stanislav Beer, “*Ballistic analysis of small arms cartridge*”. Proc. of 3<sup>th</sup> International Conference on Military Technologies (ICMT), Brno (2011).
- [5]. J. Komenda, M. Kovařík, L. Jedlička, “*Relationship of Mass and Initial Velocity of the Pistol Projectile*”. Proc. of 5<sup>th</sup> International Conference on Military Technologies (ICMT), Brno, (2015).
- [6]. Roman Vitek, Xuan Son Bui, Van Minh Do, “*Analysis of Interior Ballistics of 9x19 mm Luger Cartridge using Monte Carlo Method*”. Proc. of 8<sup>th</sup> International Conference on Military Technologies (ICMT), Brno, (2021).
- [7]. Nghiêm Xuân Trình, Nguyễn Quang Lượng, Nguyễn Trung Hiếu, Ngô Văn Quảng, “*Thuật phóng trong*”, Học viện Kỹ thuật quân sự (2015).
- [8]. N. V. Thọ, N. Đ. Sại, “*Giáo trình thuật phóng ngoài*”, Nhà xuất bản Quân đội nhân dân, (2003).
- [9]. Lê Minh Thái, “*Bảng tra thuật phóng ngoài (2 tập)*”, Học viện Kỹ thuật quân sự, (2003).

#### **ABSTRACT**

##### **Determining the projectile’s mass to ensure the ballistic characteristics of 9 × 19 mm frangible bullets**

*This paper determines the projectile’s mass of 9 × 19 mm frangible, ensuring the ballistic characteristics such as the maximum pressure, the trajectory altitude of a projectile in the effective range and the recoil impulse of the pistol, which are equivalent to the commercial bullet 9x19 mm. The projectile’s mass frangible bullet is determined based on solving the classical interior and exterior ballistics. The results show that the projectile’s mass of frangible bullet should be in the range of 6,48 ÷ 7,35 g, this is the base to develop the domestic frangible bullet 9 × 19 mm.*

**Keywords:** Frangible cartridges; Interior ballistic; Exterior ballistic; 9 x 19 mm bullet.