

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN HIỆU SUẤT CỦA LOA GIẢM GIẬT TRÊN SÚNG ĐẠI LIÊN SĐL-M24

MATH RESEARCH ON THE PERFORMANCE OF RECEPTION SPEAKER ON
SĐL-M24 MACHINE GUN

KS. Nguyễn Hoàng Phú¹, ThS. Mai Văn An², ThS. Tạ Bá Dũng²

¹Nhà máy Z111, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng

²Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng

TÓM TẮT

Súng đại liên SĐL-M24 được thiết kế theo nguyên lý trích khí, pitong lùi dài khóa nòng mở. Theo đó, khóa nòng là khâu cơ sở của máy tự động khi bắn. Súng có hỏa lực mạnh nhằm chế áp đối phương bằng tốc độ bắn lớn, năng lượng đầu đạn cao nên cần được thiết kế cơ cấu giảm lực giật khi bắn. Nghiên cứu trình bày thứ tự các bước thành lập các phương trình tính toán động lực học cho thiết bị đầu nòng kiểu loa va đập kết hợp lỗ nghiêng nhằm giảm lực giật khi bắn. Kết quả của nghiên cứu này có thể áp dụng cho việc tính toán thiết kế các loại loa đầu nòng có kết cấu tương tự.

Từ khóa: Súng đại liên; Loa giảm giật; Hiệu suất loa giảm giật.

ABSTRACT

The SĐL-M24 machine gun is designed according to the principle of gas extraction, the long piston recoils the rotating barrel lock. Accordingly, the barrel lock is the basic link of the automatic machine when firing. The gun has strong firepower to suppress the enemy with high rate of fire, high bullet energy, so it needs to be designed with a mechanism to reduce recoil when firing. The study presents the order of steps to establish dynamic calculation equations for the muzzle device of the impact speaker type combined with inclined holes to reduce recoil when firing. The results of this study can be applied to the calculation and design of muzzle speakers with similar structures.

Keywords: Machine gun; Recoil suppressor; Recoil suppressor performance.

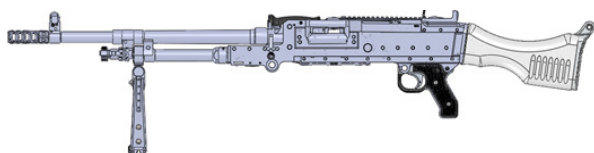


1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Súng đại liên SDL-M24 là loại súng trang bị cho cá nhân, tổ bộ binh để tiêu diệt sinh lực địch tập trung, bắn chế áp hỏa lực đối phương, chỉ viện cho bộ binh chiến đấu trong cự ly 1800m. Súng dùng đạn $7,62 \times 51\text{mm}$, sử dụng chế độ bắn liên thanh. Súng hoạt động theo nguyên lý trích khí. Khi bắn, cụm khóa nòng là khâu cơ sở nhận năng lượng từ áp suất khí thuốc tác dụng vào đầu pittong truyền chuyển động cho toàn bộ cơ cấu của súng hoạt động. Do súng sử dụng đạn có năng lượng lớn, tốc độ bắn nhanh nên cần có cơ cấu đầu nòng giảm lực giật của súng khi bắn.

2. BÀI TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC THIẾT BỊ GIẢM GIẬT ĐẦU NÒNG

2.1. Cấu tạo thiết bị giảm giật đầu nòng súng đại liên SDL-M24



Hình 1. Súng đại liên SDL-M24



Hình 2. Cấu tạo loa giảm giật đầu nòng trên súng đại liên SDL-M24

Loa giảm giật súng đại liên SDL-M24 được chế tạo theo nguyên lý va đập kết hợp lỗ phụt nghiêng như trên hình 2.

Loa giảm giật đầu nòng tuy có kết cấu đơn giản nhưng quá trình xảy ra trong nó rất phức tạp. Theo [2], các yếu tố kết cấu ảnh hưởng cơ bản tới hiệu quả của loa giảm giật như sau:

- Lỗ thoát đầu đạn d_0 : Sự thay đổi kích thước đường kính lỗ thoát đầu đạn d_0 ảnh hưởng rất lớn đến lưu lượng tương đối của dòng khí. Do vậy, nó ảnh hưởng lớn đến hiệu suất của loa giảm giật, thông thường $d_0 = (1,1 \div 1,2)d$, với d là cỡ đạn.

- Số ngăn của loa giảm giật: Mục đích của việc sử dụng loa giảm giật nhiều ngăn là để lợi dụng triệt để dòng khí phụt qua lỗ thoát đầu đạn của các ngăn trước sang ngăn sau nhằm nâng cao hiệu suất.

- Diện tích lỗ phụt khí F_c : Diện tích lỗ phụt khí trong các ngăn của loa giảm giật đảm bảo cho dòng khí sau khi va đập vào thành chắn của loa giảm giật được thoát ra và chuyển hướng phụt về phía sau một cách dễ dàng.

- Góc nghiêng lỗ phụt khí ψ : Góc nghiêng lỗ phụt khí ψ là thông số chủ yếu quyết định hướng phụt về sau của dòng khí, đồng thời quyết định động lượng phản tác dụng của dòng khí trên hình chiếu trục nòng. Chính vì vậy, góc nghiêng lỗ phụt khí ảnh hưởng lớn đến hiệu suất của loa giảm giật.

2.2. Bài toán động lực học loa giảm giật đầu nòng

Với giả thiết dòng khí ở trạng thái tới hạn và đẳng entropi, các phương trình tính toán các tham số đặc trưng của loa giảm giật đầu nòng được xác định như sau [2]:

a) Hệ số đặc trưng kết cấu α

Hệ số đặc trưng kết cấu α quan hệ với kích thước và hình dạng của loa theo công thức:

$$\alpha = \overline{K}_B \sigma_1 \sigma_2 \dots \sigma_n + \sum_{i=1}^n \sigma_1 \sigma_2 \dots \sigma_{i-1} (1 - \sigma_i) \overline{K}_i \xi_i \cos \psi_i \quad (1.1)$$

Trong đó:

$$\bar{K}_B = \frac{K_B}{k}, \quad \bar{K}_i = \frac{K_i}{k} \text{ - Các đại lượng tương}$$

đối của hệ số phản lực. $K_B \approx 1$, do lòng loa không mở rộng đột ngột; $K_i = 1$, do lỗ phụt khí thẳng đều, không mở rộng;

n - Số ngăn của loa giảm giạt;

ψ_i - Góc nghiêng của lỗ phụt khí ngăn thứ i ;

ξ_i - Hệ số tính đến hiệu quả dẫn khí trong mặt nghiêng, đại lượng ξ_i , có ảnh hưởng rất nhiều đến giá trị α và ΔE . Theo [1], [2], ξ_i được xác định theo công thức:

$$\xi_i = \frac{\cos(\psi_i^1 + \Delta\psi_i^1)}{\cos\psi_i^1 \cos\Delta\psi_i^1} \quad (1.2)$$

Trong đó:

ψ_i^1 - Góc nghiêng mặt vát của lỗ phụt khí ngăn thứ i ;

$\Delta\psi_i^1$ - Góc giữa pháp tuyến của mặt vát lỗ phụt khí và trục tâm lỗ phụt khí. Giá trị $\Delta\psi_i^1$ phụ thuộc vào ψ_i^1 và được xác định theo bảng (đồ thị) trong [1].

σ_i - Tỷ lệ lượng khí trong dòng chính của ngăn thứ i , σ_i được xác định theo công thức:

$$\sigma_i = \frac{1}{1 + \frac{F_{ci}}{F_{oi}} \frac{1}{1 + k(1 - \cos\psi_i)}} \quad (1.3)$$

Ở đây:

F_{ci} - Diện tích tiết diện ngang lỗ phụt của ngăn thứ i ;

F_{oi} - Diện tích tiết diện ngang lỗ thoát đầu đạn qua ngăn thứ i .

Đối với loa giảm giạt của súng đại liên SĐL-M24, do hình dạng và kích thước của lỗ phụt bên các ngăn của loa giảm giạt như nhau,

nên $\sigma_i = \sigma$; $\psi_i = \psi$; $\bar{K}_i = \bar{K}_G$; $\xi_i = \xi$, nên phương trình xác định α (1.1) được viết lại theo công thức:

$$\alpha = \bar{K}_B \sigma^n + \sum_{i=1}^n \bar{K}_G \xi (1 - \sigma^n) \cos\psi \quad (1.4)$$

b) Hiệu suất năng lượng ΔE

Hiệu suất năng lượng ΔE của loa giảm giạt là hệ số đặc trưng cho độ giảm tương đối động năng do có loa giảm giạt. Nó được xác định bằng công thức [1], [2]:

$$\Delta E = \frac{Q_0}{Q_{0H}} \left(\frac{1 + \alpha \beta \frac{\omega}{q}}{1 + \beta \frac{\omega}{q}} \right)^2 - 1 \quad (1.5)$$

c) Hiệu suất xung lượng ΔJ

Hiệu suất xung lượng ΔJ là hệ số đặc trưng cho độ giảm tương đối của xung lượng khối lùn. Nó được xác định đặc trưng xung lượng ΔJ :

$$\Delta J = (\alpha - 1) \frac{\beta \frac{\omega}{q}}{1 + \beta \frac{\omega}{q}} \quad (1.6)$$

Như vậy, ΔE và ΔJ là các đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên tương đối của động năng lùn tự do của thân súng và xung lượng tăng lùn (tác dụng lên đáy nòng) trong thời gian tác động của thiết bị đầu nòng.

Khi $\alpha < 1$, giá trị ΔE và ΔJ có dấu âm. Dấu âm thể hiện sự giảm động năng của khối lùn hoặc giảm xung lượng của phát bắn, do thiết bị đầu nòng gây ra.



Khi tăng lên ($\alpha \geq 1$), các giá trị ΔE và ΔJ lớn hơn không và đặc trưng cho việc tăng động năng của khối lùn hoặc tăng xung lượng của phát bắn. Thông thường ΔE và ΔJ viết dưới dạng %.

Giữa ΔE và ΔJ có mối quan hệ sau:

$$\Delta J = \sqrt{1 + \frac{Q_{0H}}{Q_0} \Delta E} - 1 \quad (1.7)$$

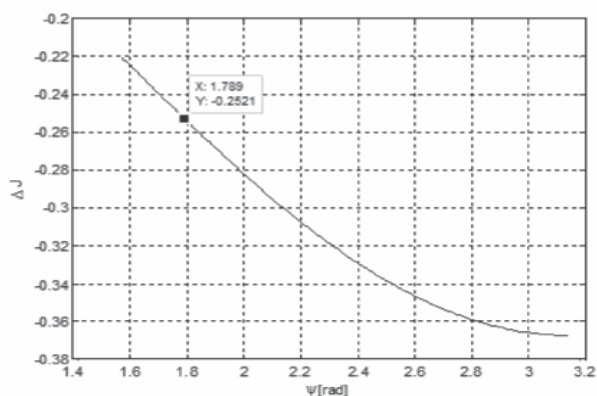
Từ thông số kết cấu loa giảm giật súng đại liên SĐL-M24, ta có bản các số liệu đầu vào cho bài toán tính toán hiệu suất loa như bảng 1:

Bảng 1. Các số liệu đầu vào cho bài toán tính toán hiệu suất loa

STT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Vận tốc đầu nòng của đầu đạn	v_0	842	m/s
2	Trọng lượng thân súng có loa giảm giật	Q_{0H}	12,5	kg
3	Trọng lượng thân súng không có loa giảm giật	Q_0	12,35	kg
4	Trọng lượng thuốc phóng	ω	0,0021	kg
5	Trọng lượng đầu đạn	q	0,0109	kg
6	Đường kính lỗ thoát đạn	d_0	0,0185	m
7	Số ngăn của loa giảm giật	n	4	-
8	Góc nghiêng của lỗ phụt	ψ	80	độ (°)
9	Diện tích lỗ phụt khí	F_{ci}	$0,198 \cdot 10^{-3}$	m^2
10	Diện tích tiết diện ngang lỗ thoát đầu đạn qua ngăn thứ i	F_{oi}	$0,785 \cdot 10^{-4}$	m^2

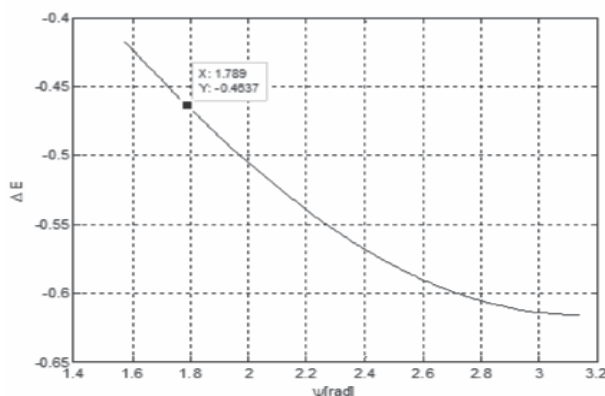
3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

a. Hiệu suất xung lượng ΔJ



Hình 3. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ của hiệu suất xung lượng ΔJ vào góc nghiêng lỗ phụt khí thuộc ψ

b. Hiệu suất năng lượng ΔE



Hình 4. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ của hiệu suất năng lượng ΔE vào góc nghiêng lỗ phụt khí thuộc ψ

Theo các đồ thị từ hình 3 và hình 4:

+ Hiệu suất xung lượng $\Delta J = -25,21\%$, tức là xung lực giạt của súng giảm tới 25,21% khi súng lắp loa giảm giạt so với khi súng không lắp loa giảm giạt;

+ Hiệu suất năng lượng $\Delta E = -46,37\%$, tức là năng lượng lùi của súng giảm tới 46,37% khi súng lắp loa giảm giạt.

4. KẾT LUẬN

Với thiết kế loa giảm giạt bốn ngăn, góc nghiêng lỗ phụt 80° giúp giảm đáng kể lực giạt (25,21%) và năng lượng lùi (46,37%). Thiết kế này góp phần làm tăng độ chính xác khi bắn đồng thời giảm lực tác dụng lên vai xạ thủ.

Nghiên cứu này đã được áp dụng thực tế trong chế tạo súng đại liên SDL-M24 và được đánh giá cao từ đơn vị sử dụng. Vì vậy, các bước nghiên cứu, kết quả này có thể làm tài liệu tham khảo hoặc dẫn chứng cho việc tính toán, thiết kế loa giảm giạt có thiết kế tương tự. ❖

Ngày nhận bài: **06/6/2025**

Ngày phản biện: **16/6/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Phạm Huy Chương, “*Động lực học vũ khí tự động*”. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, 2002.
- [2]. Б.В. Орлов (1974), “*Проектирование ракетных и ствольных систем*”. Москва, Машиностроение.