

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG VÀ GIẢI HỆ PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC MÁY TỰ ĐỘNG TRÊN SÚNG TRƯỜNG STR508

RESEARCH ON ESTABLISHING AND SOLVING THE SYSTEM OF DYNAMIC EQUATIONS FOR THE AUTOMATIC MECHANISM OF THE STR508 RIFLE

TS. Nguyễn Văn Tính, ThS. Mai Văn An, ThS. Tạ Bá Dũng
Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng

TÓM TẮT

Súng trường STR508 được thiết kế theo nguyên lý trích khí, piston lùi ngắn, khóa nòng xoay. Trong đó, piston không liên kết cứng với khóa nòng, dưới tác dụng của áp suất khí thuốc trong buồng khí đẩy piston cùng khóa nòng về sau trong một khoảng nhất định sau đó piston dừng lại, khóa nòng tiếp tục chuyển động về sau. Nghiên cứu này trình bày về việc thành lập các phương trình tính toán động lực học cho hệ vũ khí hoạt động theo nguyên lý trích khí, piston lùi ngắn, khóa nòng xoay nói chung, từ đó áp dụng trong giải bài toán động lực học cho từng loại vũ khí cụ thể hoạt động theo nguyên lý nói trên.

Từ khóa: Súng trường; Động lực học.

ABSTRACT

The STR508 rifle is designed based on the gas-operated principle, utilizing a short-stroke piston and rotating bolt mechanism. In this design, the piston is not rigidly connected to the bolt. Under the effect of propellant gas pressure in the gas chamber, the piston and bolt initially move rearward together over a certain distance, after which the piston stops, and the bolt continues its rearward motion independently. This study focuses on establishing general dynamic equations for weapon systems operating under the gas-operated principle with a short-stroke piston and rotating bolt mechanism. These equations are then applicable to solving specific dynamic problems for various types of weapons utilizing the aforementioned operating principle.

Keywords: Submachine gun; Dynamic.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Súng trường STR508 là loại súng trang bị cho cá nhân dùng để tiêu diệt sinh lực địch trong cự ly 300m trở lại. Súng dùng đạn 5,56x45mm NATO, có hai chế độ bắn, phát một và liên thanh. Súng hoạt động theo nguyên lý

trích khí, piston lùi ngắn, khóa nòng xoay. Khi bắn, cụm khóa nòng là khâu cơ sở nhận năng lượng từ áp suất khí thuốc qua piston truyền chuyển động cho toàn bộ cơ cấu của súng hoạt động. Để có cơ sở khoa học cho việc xây dựng tài liệu thiết kế, đảm bảo súng sau khi chế tạo luôn hoạt động tin cậy, cần thiết phải xây dựng



bài toán động lực học máy tự động để nghiên cứu ảnh hưởng của các số thông số kết cấu đến hoạt động của súng.

2. BÀI TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC MÁY TỰ ĐỘNG

2.1. Cấu tạo máy tự động súng trường STR508



Hình 1. Một số bộ phận chính của súng trường STR508

Súng STR508 (hình 1) bao gồm các bộ phận chính: Nòng súng, Thân súng, Cụm khóa nòng (Thân khóa nòng, Khóa nòng), Cụm lò xo đẩy về (Cốt lò xo đẩy về, Lò xo đẩy về), Khâu truyền khí, Piston đẩy về... Đối với súng

hoạt động theo nguyên lý trích khí, xây dựng bài toán động lực học máy tự động phải kết hợp đồng thời với bài toán nhiệt động buồng khí. Đây là bài toán phức tạp liên quan đến nhiều thông số về kết cấu và thông số của khí thuốc, vì vậy cần có những giả thiết nhằm đơn giản hóa quá trình tính toán mà vẫn đảm bảo sai số là chấp nhận được đối với kết quả tính toán.

Việc thành lập và giải bài toán động lực học máy tự động giúp tính toán được tốc độ bắn lý thuyết, đồng thời xây dựng được phương án điều chỉnh các thông số kết cấu phù hợp với thực tế sản xuất mà không làm thay đổi tính năng chiến kỹ thuật của súng.

2.2. Bài toán động lực học máy tự động

Trên cơ sở các giả thiết cơ bản, kết hợp với kết cấu thực tế của súng và đạn xây dựng hệ phương trình giải bài toán động lực học của súng như sau [1], [2]:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dv}{dt} &= \xi_1 \xi_2 \frac{p \cdot S}{\varphi \cdot m} \\ \frac{dl}{dt} &= \xi_1 \xi_3 \cdot v \\ \frac{dz}{dt} &= \xi_2 \frac{p}{I_k} \\ \frac{d\omega_c}{dt} &= \xi_2 \chi \cdot \omega (1 + 2\lambda z) \frac{p}{I_k} - \sum_{i=1}^n \xi_i G_{bi} - (1 - \xi_3) G_d \\ \frac{dw}{dt} &= \xi_2 \frac{1 - \alpha \delta}{\delta} \chi \cdot \omega (1 + 2\lambda z) \frac{p}{I_k} + \xi_3 s v \\ \frac{dp}{dt} &= \frac{1}{w} \left\{ \left[\xi_2 \frac{p \chi \cdot \omega}{I_k} \left(f - K_p \frac{1 - \alpha \delta}{\delta} \right) (1 + 2\lambda z) - \xi_3 K_p s v \right] - K_p \left[\sum_{i=1}^n \xi_i G_{bi} + (1 - \xi_3) G_d \right] - K_t p \right\} \\ \frac{dX}{dt} &= V_{Kh} \\ \frac{dV}{dt} &= \frac{\xi_4 p S - \xi_5 \Pi - \xi_6 R_v - \xi_7 P_b}{M_{Kh}} \end{aligned} \right. \quad (1.1)$$

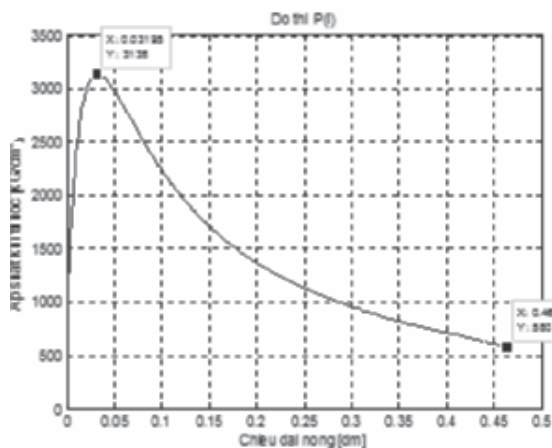
3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Sử dụng phương pháp tích phân số trên phần mềm MATLAB 2011b giải hệ phương trình 1.1. Với các thông số đầu vào của đạn 5,56x45mm NATO, thông số kết cấu của súng trường STR508 và tham khảo [1], [2], ta thu được các kết quả như sau:

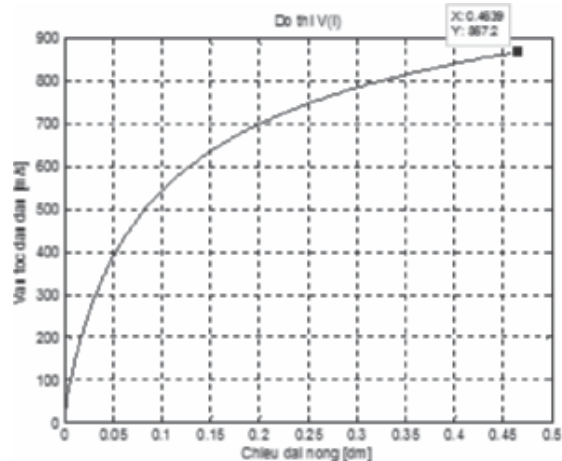
Bảng 1. Các thông số cơ bản tính toán động lực học máy tự động

TT	Tên thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1	Chiều dài nòng súng	L_0	dm	5,08
2	Chiều khương tuyến	L_{kt}	dm	4,652
3	Khối lượng của cụm khóa nòng	m_{KN}	kg	0,585
4	Khối lượng của lò xo đẩy về	m_{lxdv}	kg	0,001
5	Khối lượng của vỏ đạn	m_{VD}	kg	$7,14 \cdot 10^{-3}$
6	Khối lượng của viên đạn	m_D	kg	0,012
7	Độ cứng của lò xo đẩy về	C_{DV}	kG/m	4,5
8	Lực nén sơ bộ của lò xo đẩy về	Π_{DV0}	kG	4,45
9	Lực tách viên đạn ra khỏi hộp tiếp đạn	F_b	kG	1,35
10	Diện tích bề mặt trong ban đầu của buồng đạn	F_{bm}	dm ²	0,06
11	Hệ số ma sát giữa vỏ đạn và thành buồng đạn	K_{ms}		0,15
12	Hệ số tăng nặng của đầu đạn	φ		1,16

3.1. Kết quả giải bài toán TPT



Hình 2. Đồ thị biến thiên áp suất khí thuốc



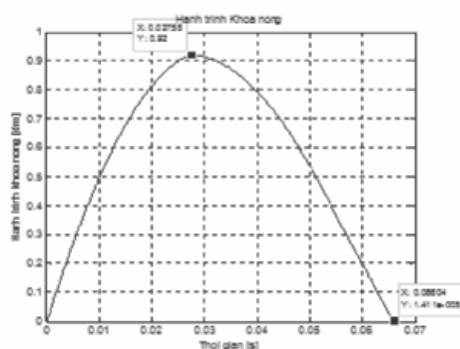
Hình 3. Đồ thị thay đổi vận tốc đầu đạn



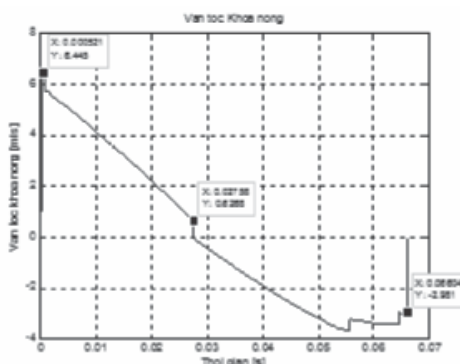
- Sơ tốc đầu đạn: $V_0 = 867,2 \text{ m/s}$;
- Áp suất lớn nhất: $P_{\max} = 3138 \text{ kG/cm}^2$;
- Áp suất khí thuốc tại miệng nòng:
 $P_{\text{dn}} = 580,1 \text{ kG/cm}^2$.

3.2. Kết quả bài toán động lực học máy tự động

- Hành trình lùi lớn nhất của khóa nòng:
 $l_{\text{kn}} = 0,92 \text{ dm}$;
- Thời gian lùi: $t_k = 0,02858 \text{ s}$;
- Tổng thời gian lùi và đẩy lên: $0,06604 \text{ s}$;
- Vận tốc lớn nhất của khóa nòng:
 $V_{\max} = 6,445 \text{ m/s}$;
- Vận tốc va chạm sau cùng:
 $V_{\text{vc}} = 0,6268 \text{ m/s}$;
- Vận tốc của cụm khóa nòng đẩy lên và chạm với hộp nòng: $V_{\text{dl}} = 2,981 \text{ m/s}$.



Hình 4. Đồ thị dịch chuyển cụm khóa nòng theo thời gian



Hình 5. Đồ thị vận tốc của cụm khóa nòng theo thời gian

* Nhận xét kết quả tính toán:

Kết quả tính toán cho thấy quy luật thay đổi áp suất khí thuốc và vận tốc đầu đạn phù hợp với đạn 5,56x45mm NATO. Đồ thị hành trình và vận tốc khóa nòng (khâu cơ sở) là hợp lý. Như vậy, việc xây dựng các phương trình tính toán và xác định các thông số đầu vào để giải bài toán là sát với thực tế.

Vận tốc chuyển động của cụm bộ khóa nòng khi va chạm sau cùng là $0,6268 \text{ m/s}$. Giá trị này là tương đối nhỏ, giúp giảm xung va chạm sau cùng cũng là giảm lực giật lên xạ thủ.

4. KẾT LUẬN

Qua các kết quả tính toán bài toán thuật phóng trong và động lực học máy tự động ở trên có thể khẳng định các thông số kết cấu của súng là hợp lý. Hệ phương trình động lực học máy tự động xây dựng là đầy đủ và tin cậy. Bài toán này có thể làm cơ sở cho việc nghiên cứu khảo sát thay đổi các thông số của máy tự động phù hợp với quá trình sản xuất cũng như phù hợp với điều kiện con người và khí hậu nước ta. ❖

Ngày nhận bài: **06/3/2025**

Ngày phản biện: **24/3/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Ngọc Du, Đỗ Văn Thọ, “*Thuật phóng trong của súng pháo*”. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, 1976.
- [2]. Phạm Huy Chương, “*Động lực học vũ khí tự động*”. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, 2002.