

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC PHÁO 73mm KIỂU 2A28 TRÊN XE CHIẾN ĐẤU BỘ BINH

STUDYING AND CALCULATING THE DYNAMICS OF THE 73mm CANNON TYPE
2A28 ON THE INFANTRY FIGHTING VEHICLE

ThS. **Mai Văn An**, ThS. **Bùi Sĩ Giang**, ThS. **Vũ Huy Khôi**, ThS. **Tạ Bá Dũng**
Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng

TÓM TẮT

Pháo 73mm kiểu 2A28 trên xe chiến đấu bộ binh là loại pháo nòng trơn được thiết kế để bắn đạn chống tăng kiểu OG-15V và PG-15V, đáy nòng được bịt kín khi bắn. Hệ thống hãm lùi thủy lực – lò xo giúp hấp thụ toàn bộ lực phát bắn khi lùi và đẩy cụm nòng lên vị trí ban đầu trong quá trình làm việc. Để đảm bảo hành trình lùi – đẩy lên đạt được yêu cầu cần xây dựng, tính toán bài toán động lực học (DLH) của pháo khi bắn nhằm xác định các thông số kết cấu hợp lý phục vụ quá trình xây dựng tài liệu thiết kế. Bài báo trình bày các bước thành lập hệ phương trình vi phân tính toán động lực học của pháo khi bắn, kết quả tính toán về thuật phóng trong, lực, vận tốc và hành trình của quá trình hãm lùi – đẩy lên của cụm nòng pháo khi bắn.

Từ khóa: Pháo 73mm; Động lực học; Xe chiến đấu bộ binh.

ABSTRACT

The 73mm gun type 2A28 on the infantry fighting vehicle is a smoothbore gun designed to fire OG-15V and PG-15V anti-tank shells, the barrel bottom is sealed when firing. The spring-hydraulic reverse brake system helps absorb the entire force of the shot when reversing and pushing it to the original position during work. In order to ensure the backward – push-up journey to meet the requirements, it is necessary to build and calculate the dynamics problem of the cannon when firing to determine the reasonable structural parameters for the construction process design material. The article presents the steps to establish a system of differential equations to calculate the dynamics problem of the cannon when firing, the results of the calculation of the internal launch, force, velocity and travel of the reverse-push-up process of the cannon. cannon cluster when firing.

Keywords: 73mm cannon; Dynamics; Infantry fighting vehicle.

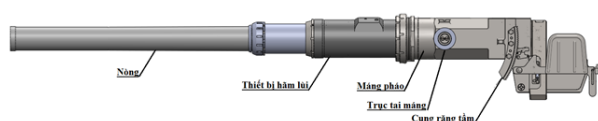
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Pháo nòng trơn cỡ 73mm kiểu 2A28 (Hình 1) lắp trên xe chiến đấu bộ binh là loại pháo bán tự động bắn đạn PG-15V và OG-15V (sử dụng đầu đạn PG-9 và OG-9) có tầm bắn hiệu quả đến 1300m (với đạn PG-15V) và đến 4500m (đạn OG-15V, bắn ở góc tầm 30°). Đây là loại vũ khí có các tính năng hỏa lực mạnh, bắn đạn PG-15V, OG-15V với phần liều phóng được chứa trong ống liều (tương tự đạn pháo thông thường) không có luồng phụt khi bắn. Pháo có cơ số đạn là 40 viên, tất cả được bố trí trên băng tải của cơ cấu nạp đạn; pháo được nạp đạn bằng một cơ cấu nạp đạn riêng đặt ở khoang chiến đấu xe bộ binh.

Để có cơ sở khoa học cho việc xây dựng tài liệu thiết kế đảm bảo pháo sau khi chế tạo luôn hoạt động tin cậy, cần thiết phải xây dựng bài toán ĐLH 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 thân pháo 73mm kiểu 2A28



Hình 1. Cấu tạo thân pháo 73mm kiểu 2A28

Pháo nòng trơn cỡ 73mm (hình 1) bao gồm các bộ phận chính: Nòng, thiết bị hãm lùi, máng pháo, trục tai máng, cung răng tằm. Khi bắn, dưới tác dụng của áp suất khí thuốc, đạn chuyển động về phía trước, cụm nòng chuyển động lùi về phía sau. Toàn bộ hợp lực đẩy nòng bị hấp thụ bởi thiết bị hãm lùi thủy lực kết hợp lò xo được lắp đồng trục với nòng pháo. Hành trình lùi nằm trong khoảng từ 120÷140mm

nhằm đảm bảo khoảng không gian hợp lý bên trong tháp pháo. Thiết bị hãm lùi vừa có chức năng hãm lùi vừa có chức năng đẩy cụm nòng pháo lên vị trí ban đầu sau khi bắn.

Để tính toán các thông số động lực học khi bắn của pháo, cần xây dựng hệ phương vi phân động lực học của máy tự động. Trong đó bao gồm sáu phương trình vi phân thuật phóng trong của pháo kết hợp hai phương trình động lực học khi lùi và hai phương trình động lực học khi đẩy lên.

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 pháo, hệ phương trình bài toán động lực học của pháo như sau [1], [2]:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dz}{dt} &= s_1 \frac{p}{I_k} \\ \frac{d\psi}{dt} &= \chi (1 + 2\lambda z + 3\mu z^2) \frac{dz}{dt} \\ \frac{dv}{dt} &= s_2 \frac{gpS}{\phi q} \\ \frac{dl}{dt} &= s_2 \cdot v \\ \frac{dw}{dt} &= \frac{1 - \alpha \delta}{\delta} \chi \omega (1 + 2\lambda z + 3\mu z^2) \frac{dz}{dt} + S \frac{dl}{dt} \\ \frac{dp}{dt} &= \frac{1}{w} \left[f \chi \omega (1 + 2\lambda z + 3\mu z^2) \frac{dz}{dt} - p \frac{dw}{dt} - \frac{\theta \phi q v}{g} \frac{dv}{dt} \right] \\ \frac{dV_l}{dt} &= \frac{P_{lg} - (\Pi + \Phi_e + R_f - Q_0 \sin \varphi)}{M_0} \\ \frac{dX_l}{dt} &= V_l \\ \frac{dV_{dl}}{dt} &= \frac{\Pi - \Phi_e' - R_f' - Q_0 \sin \varphi}{M_0} \\ \frac{dX_{dl}}{dt} &= V_{dl} \end{aligned} \right. \quad (1.1)$$

Trong đó:

- z : Bề dày cháy thuốc phóng;
- ψ : Tốc độ cháy của thuốc phóng;
- v : Vận tốc đầu đạn;
- l : Quãng đường đạn chạy trong nòng;
- w : Thể tích buồng đốt;
- Φ_e : Lực hãm thủy lực khi lùi;



- Φ'_e : Lực hãm thủy lực khi đẩy lên;
- p : Áp suất khí thuốc trong lòng nòng;
- V_l : Vận tốc khối lùn khi lùi;
- X_l : Quãng đường lùi;
- V_{dl} : Vận tốc khối lùn khi đẩy lên;
- X_{dl} : Quãng đường đẩy lên;
- R_f : Lực cản lùi;
- R'_f : Lực cản đẩy lên.

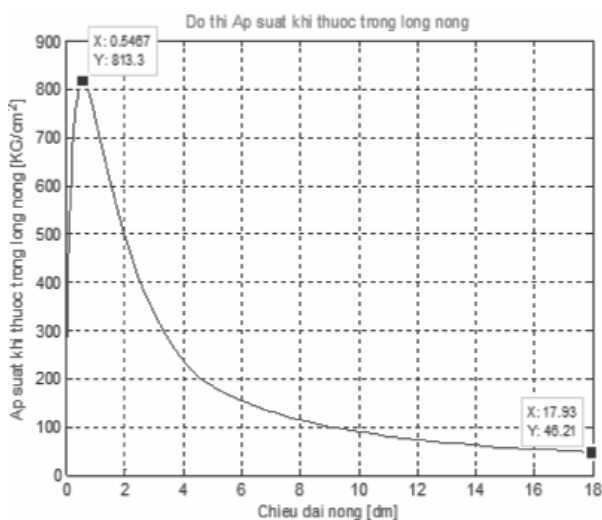
3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

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 OG-15V [3], thông số kết cấu của nòng pháo, thiết bị hãm lùn [4] và tham khảo [1], [2] thu được các kết quả như sau:

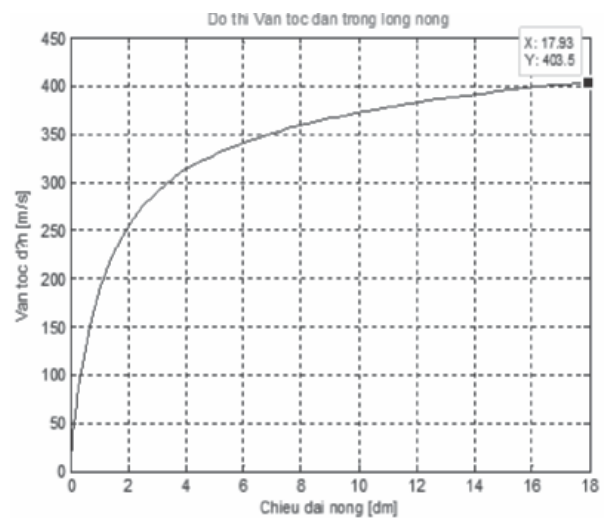
3.1. Kết quả giải bài toán TPT

a. Kết quả thuật phóng trong

- Áp suất lớn nhất: 813,3 kG/cm²;
- Áp suất tại miệng nòng: 46,21 kG/cm²;
- Vận tốc đầu đạn tại miệng nòng: 403,5 m/s.



Hình 2. Đồ thị Áp suất khí thuốc trong lòng nòng

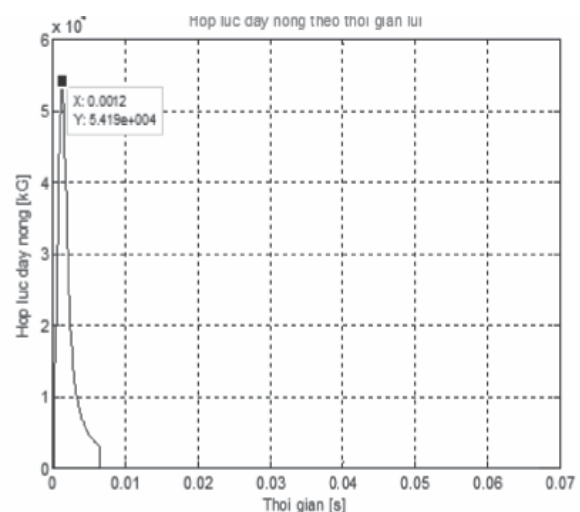


Hình 3. Đồ thị Vận tốc đầu đạn trong lòng nòng

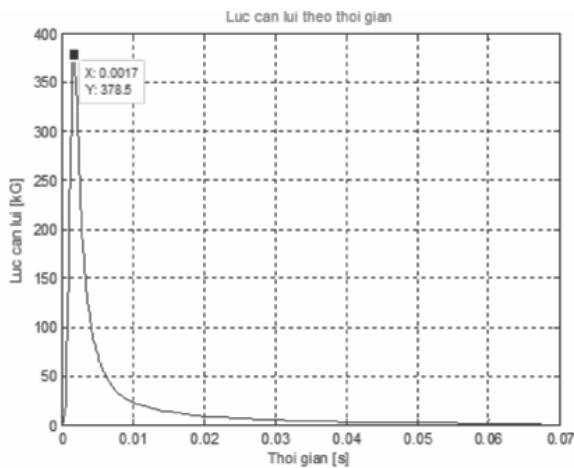
3.2. Kết quả bài toán ĐLH máy tự động

a. Quá trình lùi

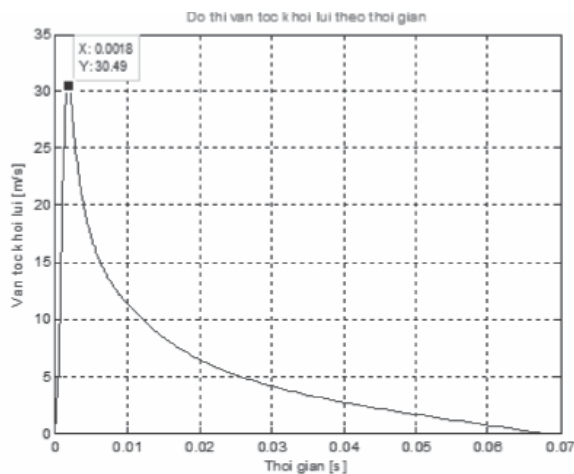
- Lực cản lùn lớn nhất: 378,5 kG;
- Vận tốc khối lùn lớn nhất: 30,49 m/s;
- Hành trình lùn: 132,9 mm.



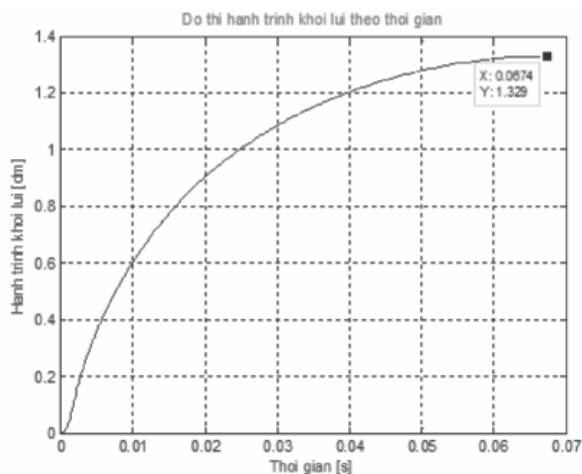
Hình 4. Đồ thị Hợp lực đẩy nòng theo thời gian



Hình 5. Đồ thị Lực cản lùi theo thời gian



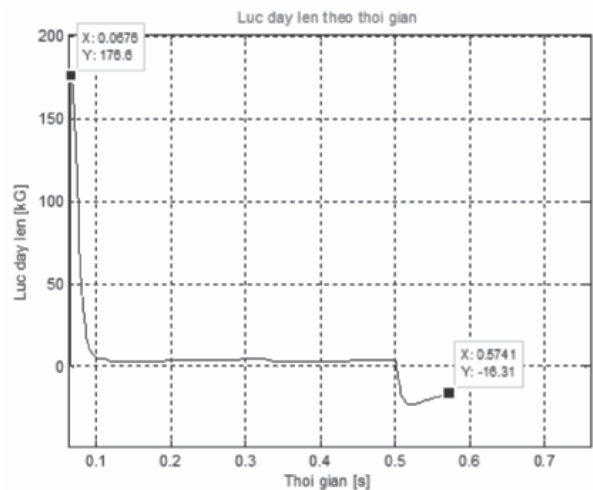
Hình 6. Đồ thị Vận tốc khối lùi theo thời gian



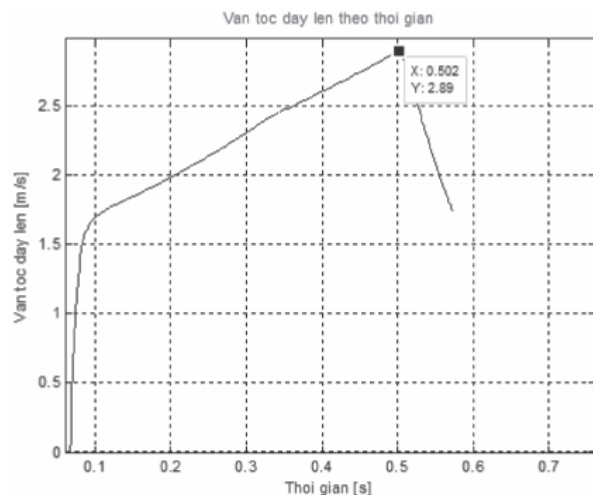
Hình 7. Đồ thị Quỹ đạo lùi theo thời gian

b. Quá trình đẩy lên

- Lực đẩy lên lớn nhất: 176,6 kG;
- Vận tốc đẩy lên lớn nhất: 2,89 m/s;



Hình 8. Đồ thị Lực đẩy lên theo thời gian



Hình 9. Đồ thị Vận tốc đẩy lên theo thời gian

Nhận xét kết quả tính toán:

Kết quả tính toán cho thấy các giá trị áp suất lớn nhất, lực hãm lùi, khoảng dịch chuyển lùi lớn nhất, lực đẩy lên và vận tốc đẩy lên của cụm nòng pháo là phù hợp. Khoảng dịch chuyển

lùi là 132,9mm nằm trong giới hạn cho phép. Kết thúc quá trình đẩy lên, thiết bị hãm lùi vẫn quay về đúng vị trí ban đầu thể hiện bằng việc Hợp lực đẩy lên còn tích trữ một lượng có giá trị 16,31[KG] bằng lực nén ban đầu của lò xo. 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.

4. KẾT LUẬN

Pháo 73mm kiểu 2A28 trên xe chiến đấu bộ binh là loại pháo lần đầu được lấy mẫu, tính toán thiết kế trong nước nên cần tính toán kỹ lưỡng để đạt được yêu cầu khi lắp đặt trên xe. Qua các kết quả tính toán bài toán thuật phóng trong và động lực học máy tự động ở

trên có thể khẳng định hệ phương trình động lực học được xây dựng hợp lý. Lực hãm lùi, đẩy lên và hành trình lùi đạt được các yêu cầu đề ra, khẳng định các thông số kết cấu thiết kế phù hợp. ❖

Ngày nhận bài: **22/6/2023**

Ngày phản biện: **12/7/2023**

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.