

# NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC MÁY TỰ ĐỘNG SÚNG TIỂU LIÊN STV-022

STUDYING ON CALCULATOR DYNAMIC OF AUTOMATIC FIRING SYSTEM OF  
STV-022 MACHINE GUN

Lương Văn Thuận<sup>1,\*</sup>, Trần Trung Tá<sup>1</sup>, Ngô Văn Trọng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Vũ khí, Trường Sĩ quan Kỹ thuật quân sự

<sup>2</sup>Phòng Hậu cần – Kỹ thuật, Sư đoàn 8, Quân khu 9

\*Email: luongthuan0288@gmail.com

## TÓM TẮT

Trong bối cảnh hiện đại hóa quân đội, việc tự chủ thiết kế và sản xuất vũ khí bộ binh thế hệ mới là một chiến lược trọng yếu của ngành công nghiệp quốc phòng Việt Nam. Dòng súng STV (Súng Trường Việt Nam), đặc biệt là mẫu tiểu liên STV-022, đại diện cho sự kết hợp giữa nguyên lý trích khí tin cậy của hệ súng AK và tính công thái học hiện đại của các dòng súng phương Tây. Tuy nhiên, do đặc thù thiết kế nòng cực ngắn (chỉ 215mm), quá trình trích khí và chu trình chuyển động của bộ phận khóa nòng trong STV-022 có những đặc điểm động lực học rất khác biệt so với các phiên bản tiêu chuẩn (như STV-380). Việc nghiên cứu động lực học cho mẫu súng này không chỉ giúp tối ưu hóa độ tin cậy của cơ cấu nạp đạn mà còn là cơ sở để cải thiện độ chụm, độ ổn định khi bắn liên thanh trong điều kiện tác chiến không gian hẹp. Trên cơ sở phân tích mô hình thực tế máy tự động súng tiểu liên STV-022, bài báo lựa chọn mô hình vật lý thay thế, xây dựng mô hình bài toán động lực học, thiết lập hệ phương trình và giải bài toán để xây dựng đồ thị quy luật tuần hoàn của máy tự động súng tiểu liên STV-022. Phương pháp nghiên cứu dựa trên lý thuyết tính toán đảm bảo phù hợp với tài liệu thiết kế, sử dụng súng của nhà sản xuất.

**Từ khóa:** Máy tự động; Súng tiểu liên STV-022.

## ABSTRACT

In the framework of military modernization, achieving autonomy in the design and manufacture of next-generation infantry weapons is a pivotal strategy for Vietnam's defense industry. The STV (Vietnam Assault Rifle) series, notably the STV-022 submachine gun, embodies a sophisticated integration of the battle-proven gas-operated principle from the AK platform and the advanced ergonomics characteristic of modern Western firearms. However, owing to its distinct ultra-short barrel configuration (215 mm), the gas-porting process and the cycling dynamics of the bolt carrier group in the STV-022 exhibit kinetic characteristics significantly different from standard variants such as the STV-380. Investigating the dynamics of this specific model not only facilitates the optimization of cycle reliability but also establishes a technical foundation for enhancing shot dispersion and stability during cyclic fire in close-quarters combat (CQB) environments. Drawing from an analysis of the STV-022's actual automatic action, this paper proposes an equivalent physical model, constructs a dynamic mathematical framework, and establishes a system of governing equations. By solving this system, the cycle of operation laws for the STV-022's automatic mechanism are quantitatively established. The research methodology, grounded in computational ballistics, ensures rigorous alignment with the manufacturer's design specifications and technical documentation.

**Keywords:** Automatic firing system; STV-022 machine gun.



## 1. TỔNG QUAN

Súng tiểu liên STV-022 được cải tiến từ nguyên bản Galil ACE 31 do Israel sản xuất, với những đặc điểm phù hợp hơn với thể trạng quân đội ta. So với súng tiểu liên AK, súng có những điểm vượt trội hơn như sau: Súng được thiết kế gọn nhẹ hơn, khối lượng phân bố khá đồng đều, cầm khá chắc tay; Khi bắn loạt dài, súng có độ giật thấp hơn nhờ đệm ở báng và lò xo đẩy về, nòng súng giữ được ổn định hơn nhờ thiết bị bù giật kiêm giảm lửa đầu nòng; Súng được trang bị các thanh ray Picatinny, điều này hỗ trợ việc tích hợp được với các đồng bộ, khí tài khác, tăng tính năng trong quá trình chiến đấu. Trong các loại vũ khí tự động kiểu trích khí, khi đầu đạn chuyển động qua lỗ trích khí trên thành nòng thì một phần khí thuốc qua lỗ trích khí đi vào buồng khí, tác dụng lên bề mặt piston, đẩy piston và bộ khóa lùi về sau cung cấp năng lượng cho máy tự động làm việc. Mặt khác, khi khâu cơ sở lùi, lò xo đẩy về bị nén lại dự trữ năng lượng cho quá trình đẩy lên. Như vậy, năng lượng cung cấp cho máy tự động làm việc chính là năng lượng khí thuốc được truyền tải qua khâu trung gian là thiết bị trích khí. Quy luật biến đổi áp suất buồng khí phụ thuộc vào quy luật biến đổi áp suất trong nòng và kết cấu buồng khí.

Có nhiều thông số bao gồm vị trí, hình dạng, diện tích lỗ trích khí, diện tích mặt piston, khe hở giữa piston và thành buồng khí, thể tích ban đầu buồng khí, khối lượng phần chuyển động (piston và các chi tiết liên kết với nó), điều kiện tỏa nhiệt của buồng khí. Tuy nhiên, bài báo chỉ nghiên cứu ảnh hưởng một số thông số kết cấu của bộ khóa và piston đến hoạt động máy tự động súng tiểu liên STV-022. Kết quả nghiên cứu đưa ra làm cơ sở để tính toán lực tác dụng lên súng và đưa ra các khuyến cáo về việc sử dụng, chế tạo và sử dụng súng cho phù hợp.

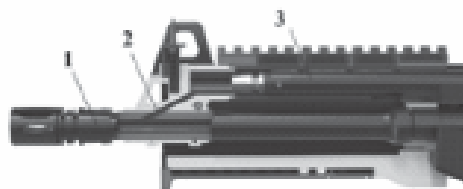


Hình 1. Súng tiểu liên STV-022.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1. Nguyên lý hoạt động của súng tiểu liên STV-022

Súng tiểu liên STV-022 hoạt động theo nguyên lý trích khí thuốc, buồng khí hở, piston lùi dài. Khi bắn, đầu đạn chuyển động qua vị trí lỗ trích khí thuốc, khí thuốc truyền qua lỗ trích khí và lỗ dẫn khí vào buồng khí, đẩy piston và bộ khóa nòng chuyển động lùi về sau.



Hình 2. Cấu tạo chính của bộ phận trích khí.

Hình 2, mô tả cấu tạo chính của bộ phận trích khí súng tiểu liên STV-022: 1. Nòng súng; 2. Lỗ trích khí; 3. Piston và bộ khóa nòng.

### 2.2. Các thông số cơ bản của hệ thống truyền động



Hình 3. Cấu tạo bộ khóa và piston

Hình 3, mô phỏng cấu tạo chính của bộ khóa và piston: 1. Bộ khóa; 2. Piston; 3. Khóa nòng; a. Ổ đóng mở; b. Lỗ chứa thân khóa nòng; c. Tay kéo khóa nòng.

Piston: Trực tiếp nhận áp suất khí thuốc truyền lực cho bộ khóa nòng khi bắn. Mặt piston phẳng mạ crôm, piston liên kết với bộ khóa nòng bằng chốt piston.

Thân bộ khóa nòng: Phía trước có lỗ lắp piston và chốt piston. Phía dưới có ổ đóng mở, chứa chân của thân khóa (có mặt đóng, mặt mở, mặt đẩy, mặt kéo). Có lỗ chứa đuôi thân khóa. Bên phải có mấu tỳ vào đầu lẫy bảo hiểm khi bộ khóa tiến lên hết phía trước. Phía sau có lỗ lắp lò xo đẩy về, có mấu để gạt búa, gương búa khi bộ khóa lùi. Hai bên có rãnh trượt chuyển động trong hộp khóa nòng; Bên phải có tay kéo khóa nòng để kéo khóa nòng về sau.

### 2.3. Giả thiết bài toán thuật phóng trong và máy tự động

#### a) Giả thiết thuật phóng trong [4]

Thuốc phóng cháy theo quy luật cháy hình học.

Các công thức yếu của khí thuốc đều tỷ lệ với công chủ yếu làm đạn chuyển động tịnh tiến và được tính đến bởi hệ số tăng nặng  $\varphi$ ; Toàn bộ liều phóng cháy trong điều kiện áp suất như nhau và bằng áp suất trung bình  $p$ ; Thành phần sản phẩm cháy không đổi; Tại thời điểm áp suất khí thuốc đạt đến áp suất tổng đạn  $p_0$ , đai đạn được cắt và đạn bắt đầu chuyển động; Số mũ đoạn nhiệt  $k = 1 + \theta$  không đổi và bằng giá trị trung bình của nó trong khoảng nhiệt độ từ nhiệt độ cháy của thuốc đến nhiệt độ của thuốc ở thời điểm đạn ra khỏi nòng.

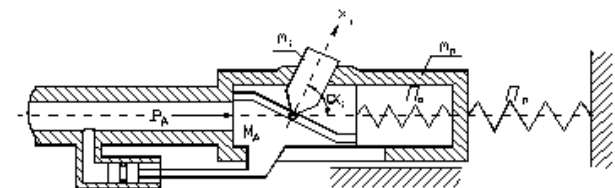
#### b) Các giả thiết trong xây dựng hệ phương trình vi phân chuyển động [2]

Trừ lò xo là một chi tiết đàn hồi, các khâu trong máy tự động đều được coi là vật rắn tuyệt đối, liên kết động với nhau, có tỷ số truyền biến thiên hoặc không đổi.

Các khâu trong máy tự động đều chuyển động song phẳng.

Dùng khối lượng thu gọn thay cho khối lượng phân bố. Điểm đặt khối lượng thu gọn có thể chọn tùy ý, thường là điểm tiếp xúc của hai khâu hoặc điểm đặt của ngoại lực tác dụng. Với các khâu chuyển động tịnh tiến, khối lượng thu gọn ( $m$ ) bằng chính khối lượng bản thân nó ( $M$ ):  $m = M$ .

Đối với khâu chuyển động quay quanh một trục cố định, khi dùng khối lượng thu gọn phải đảm bảo điều kiện mô men quán tính của khối lượng thu gọn đối với trục quay phải bằng mô men quán tính của khâu đó với trục quay của nó. Từ các giả thiết nêu trên và đặc điểm cấu tạo của pháo, ta đưa ra sơ đồ nguyên lý làm việc của máy tự động súng tiểu liên STV-022 như sau:



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý máy tự động súng tiểu liên STV-022.

### 2.4. Hệ phương trình thuật phóng trong, phương trình trích khí và máy tự động

#### a) Hệ phương trình vi phân thuật phóng [1, 2, 4]

$$\begin{cases} \dot{I} = \xi_1 \cdot v \\ \dot{v} = \xi_1 \cdot \frac{p \cdot s}{\phi \cdot m} \\ \dot{z} = \frac{p}{I_k} \cdot \xi_2 \\ \dot{\omega}_k = \chi \cdot \omega (1 + 2 \cdot \lambda \cdot z) \cdot \dot{\xi}_2 - G(1 - \xi_3) - G_b \cdot \xi_4 \\ \dot{W} = \frac{1 - \alpha \cdot \delta}{\delta} \cdot \chi \cdot \omega (1 + 2 \cdot \lambda \cdot z) \cdot \dot{\xi}_2 + s \cdot v \cdot \xi_3 + s \cdot \dot{x} \cdot \xi_x \\ \dot{p} = \frac{1}{W} [f \cdot \chi \cdot \omega (1 + 2 \cdot \lambda \cdot z) \cdot \dot{\xi}_2 - K_T \cdot p - k \cdot p \cdot \dot{W} - K_p \cdot G(1 - \xi_3) - K_p \cdot G_b \cdot \xi_4] \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó:

$K_T$  - Hàm tổn thất nhiệt;

$$K_T = \frac{(k-1) \cdot A \cdot v_1 \cdot \sigma_T \cdot (F_k + \Pi \cdot d \cdot l)}{R}$$

$K_p$  - Hàm tính lưu lượng:

$$K_p = \frac{k \cdot p \cdot W}{\omega_k}$$

$W$  - Thể tích khoảng không sau đáy đạn [ $m^3$ ];

$L$  - Quỹ đường chuyển động tương đối của đầu đạn trong lòng nòng [ $m$ ];

$v$  - Vận tốc chuyển động tương đối của đầu đạn trong nòng [ $m/s$ ];

$z$  - Bề dày cháy tương đối của hạt thuốc;

$p$  - Áp suất khí thuốc trong nòng [ $Pa$ ];

$\omega$  - Trọng lượng thuốc phóng [ $kg$ ];

$\omega_k$  - Trọng lượng khí thuốc (lượng tạo khí);

$s$  - Diện tích tiết diện ngang lòng nòng [ $m^2$ ];

$m$  - Khối lượng đầu đạn [ $kg$ ];

$\phi$  - Hệ số tăng nặng;

$I_k$  - Xung lượng của áp suất khí thuốc [ $Pa \cdot s$ ];

$G$  - Lưu lượng khí chảy qua miệng nòng [ $kg/s$ ];

$G_b$  - Lưu lượng khí chảy qua lỗ trích khí [ $kg/s$ ];

$\alpha$  - Cộng tích của khí thuốc [ $m^3/kg$ ];

$\delta$  - Trọng lượng riêng của thuốc phóng [ $kg/m^3$ ];

$k$  - Chỉ số đoạn nhiệt;

$\chi, \lambda$  - Các đặc trưng hình dạng của thuốc phóng;

$A$  - Đường lượng công của nhiệt;

$F_k$  - Diện tích bề mặt trong ban đầu của buồng đạn [ $m^2$ ];

$d$  - Cỡ nòng [ $m$ ];

$R$  - Hằng số khí;

$\sigma_T$  - Hệ số truyền nhiệt không đổi [ $kcal/dm(KG \cdot độ \cdot s)$ ];

$v_1 = 1 - T_{tb}/T$  - Hệ số truyền nhiệt; với

$T_{tb}$  - Nhiệt độ bề mặt trong của nòng [ $^{\circ}K$ ];

$T$  - Nhiệt độ khí thuốc [ $^{\circ}K$ ];

$\xi_1$  - Hệ số điều khiển.

## b) Hệ phương trình trích khí [1, 3]

Hệ phương trình nhiệt động lực học trong buồng khí được xây dựng tương tự hệ phương trình thuật phóng trong và được thể hiện như sau:

$$\begin{cases} \dot{\omega}_b = (G_b - G_{\Delta}) \cdot \xi_4 \\ \dot{W}_b = S_p \cdot V_b \\ \dot{p}_b = \frac{1}{W_b} [k \cdot G_b \cdot R \cdot T - k \cdot G_{\Delta} \cdot R \cdot T_b - k \cdot p_b \cdot \dot{W}_b] \cdot \xi_4 \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó:

$$k_{tb} = \frac{(k-1) \cdot A \cdot v_1 \cdot \sigma_T \cdot (F_{ob} + \Pi \cdot d \cdot p \cdot X_b)}{R}; W_b = W_{ob} + S_p \cdot X_p$$

$$G_b = A_n \cdot \mu_n \cdot S_{\phi} \cdot \frac{p_n}{\sqrt{RT_n}}; G_{\Delta} = A_n \cdot \mu_{\Delta} \cdot S_{\Delta} \cdot \frac{p_b}{\sqrt{RT_b}}$$

Với:  $G_b$  - Lưu lượng khí đi vào trong xi lanh qua lỗ trích khí;  $G_{\Delta}$  - Lưu lượng khí qua khe hở giữa piston và xi lanh;  $F_{ob}$  - Diện tích bề mặt ban đầu của buồng khí;  $S_p$  - Diện tích bề mặt piston;  $p_n, T_n$  - Áp suất và nhiệt độ khí thuốc trong nòng;  $p_b, T_b$  - Áp suất và nhiệt độ khí thuốc trong buồng khí;  $\omega_b$  - Trọng lượng khí thuốc trong buồng khí;  $d_p$  - Đường kính piston;  $A_n$  - Đường lượng công của nhiệt;  $\mu_n$  - Hệ số lưu lượng khí chảy qua lỗ trích khí;  $\mu_{\Delta}$  - Hệ số lưu lượng khí chảy qua khe hở;  $S_{\phi}$  - Diện tích tiết diện ngang nhỏ nhất của lỗ trích khí;  $S_{\Delta}$  - Diện tích khe hở hướng kính;  $X$  - Hành trình bộ khóa;  $V$  - Tốc độ bộ khóa.

### c) Hệ phương trình vi phân chuyển động của máy tự động [1, 3]

Sử dụng phương trình Lagrange loại 2 nhận được phương trình vi phân của máy tự động [3]:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_j} = Q_j \quad (3)$$

Trong đó:  $T$ ,  $\Pi$  - Động năng, thế năng của hệ;  $\dot{q}_j$  và  $q_j$  tương ứng là tốc độ và tọa độ suy rộng;  $Q_j$  - Lực suy rộng;  $t$  - Thời gian;  $j$  - Chỉ số tương ứng với bậc tự do của hệ thống. Theo [1], ta có thể biến đổi phương trình (3) dưới dạng sau:

$$\begin{cases} \ddot{x} = \frac{1}{M_A} \left[ P_A' - C_A \dot{x} - M_{qt} V^2 - M_\eta \dot{V}_k \right] \\ \dot{x} = V \\ \dot{V}_h = \frac{1}{M_h} \left[ P_h' - C_h \dot{x}_h - M_K \dot{V} - M_{K_x} V^2 \right] \\ \dot{x}_h = V_h \end{cases} \quad (4)$$

Trong đó:

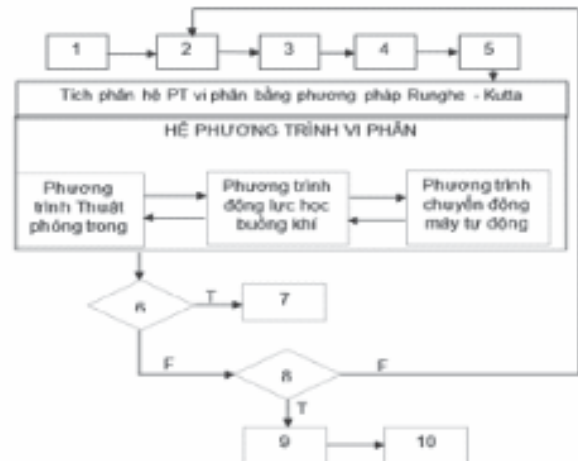
$$\begin{aligned} M_A' &= M_A + \sum_{i=1}^n \frac{K_i^2}{\eta_i} m_i ; & M_{qt} &= \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{\eta_i} m_i \frac{\partial K_i}{\partial x} ; \\ M_h &= M_A + m_h + \sum_{i=1}^n m_i ; & M_\eta &= M_A + \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{\eta_i} m_i \cos \alpha_i ; \\ M_K &= M_A + \sum_{i=1}^n K_i m_i \cos \alpha_i ; & P_A' &= P_A - \Pi_{A0} + \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{\eta_i} P_i ; \\ M_i &= \sum_{i=1}^n K_i m_i \cos \alpha_i \frac{dK_i}{dx} ; \end{aligned}$$

Với:  $M_A$  - Khối lượng khâu cơ sở;  $m_h$  - Khối lượng của khâu cơ sở;  $F$  - Lực ma sát thu gọn giữa thân súng pháo trên đường trượt và ma sát tạo ra do cơ cấu dập tắt dao động của giảm giạt;  $P_A$  - Ngoại lực tác dụng lên khâu cơ

sở;  $P_i$  - Ngoại lực tác dụng lên khâu thứ  $i$ ;  $\Pi_A$  - Lực nén ban đầu của lò xo đẩy về;  $F_{Ai}$  - Lực ma sát của hộp súng đặt lên khâu cơ sở;  $F_i$  - Lực ma sát của hộp súng đặt lên khâu làm việc;  $P_h$  - Ngoại lực tác dụng lên hộp súng;  $\Pi_{ho}$  - Lực nén ban đầu của lò xo giảm giạt;  $K_i$  - Tỷ số truyền từ khâu  $i$  đến khâu cơ sở;  $R_i$  - Hình chiếu của phản lực liên kết tác dụng lên khâu làm việc;  $R$  - Hình chiếu của phản lực liên kết tác dụng lên khâu cơ sở.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sử dụng chương trình Maple giải đồng thời các hệ phương trình (1), (2) với sơ đồ thuật toán như sau:



Hình 5. Sơ đồ khối giải bài toán MTD

Trong đó: 1 - Đưa vào các điều kiện ban đầu; 2 - Xác định lực tác dụng lên khâu cơ sở; 3 - Xác định giá trị các lực cản; 4 - Xác định giá trị  $k_i$  và  $\eta_i$ ; 5 - Xác định các hệ số  $\xi_i$ ; 6 - Có xảy ra va chạm hay không; 7 - Tính biến thiên tốc độ do va chạm; 8 - Phân tích điều kiện kết thúc tính toán; 9 - Ghi kết quả; 10 - Dừng máy.

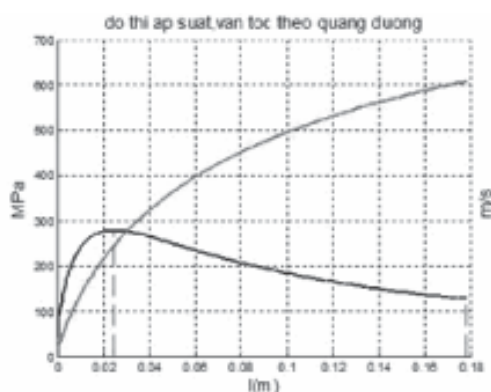




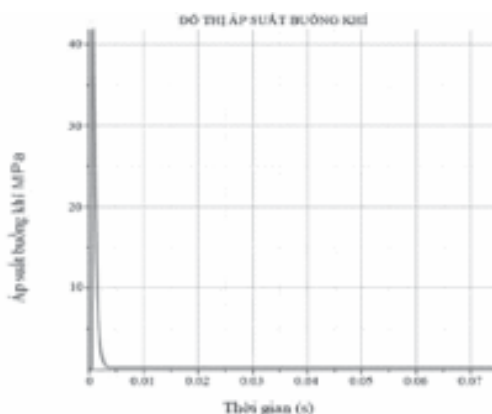
Bảng 1. Thông số tính toán ĐLH của súng.

| TT | Tên gọi                                      | Ký hiệu      | Giá trị               | Đơn vị          |
|----|----------------------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------|
| 1  | Khối lượng piston và bộ khóa                 | $q_p$        | 0,338                 | kg              |
| 2  | Khối lượng khóa nòng và kim hỏa              | $q_{kn}$     | 0,079                 | kg              |
| 3  | Đường kính piston                            | $d_p$        | 0,138                 | dm              |
| 4  | Diện tích khe hở piston và buồng khí         | $\Delta S_p$ | $0,437 \cdot 10^{-3}$ | dm <sup>2</sup> |
| 5  | Chiều dài từ đầu rãnh xoắn đến lỗ truyền khí | $l_\phi$     | 1,403                 | dm              |
| 6  | Thể tích ban đầu của buồng khí               | $W_\phi$     | 0,00142               | dm <sup>3</sup> |
| 7  | Đường kính lỗ truyền khí                     | $d_\phi$     | 0,037                 | dm              |
| 8  | Đường kính tiết diện ngang buồng khí         | $d_{bk}$     | 0,14                  | dm              |
| 9  | Độ dài hành trình tự do                      | $X$          | 0,09                  | dm              |
| 10 | Độ cứng lò xo đẩy lên                        | $C$          | 21                    | N/dm            |
| 11 | Lực nén ban đầu lò xo đẩy lên                | $\Pi_0$      | 62,37                 | N               |
| 12 | Hệ số ma sát                                 | $f$          | 0,125                 |                 |

## 3.1. Kết quả bài toán thuật phóng trong



Hình 6. Đồ thị quy luật áp suất và vận tốc

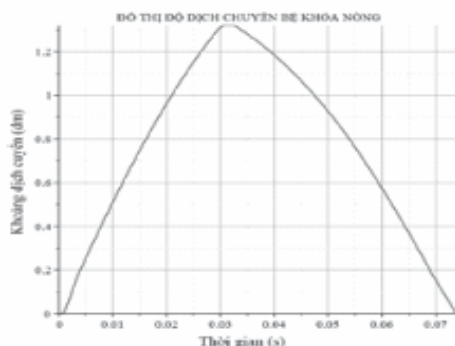


Hình 7. Đồ thị quy luật áp suất buồng khí

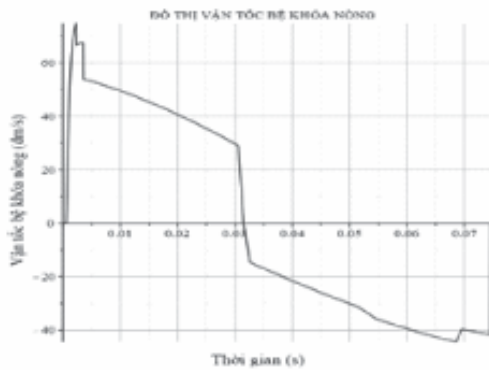
\* Nhận xét: Đồ thị quy luật áp suất và vận tốc của đầu đạn ở trong nòng theo thời gian được thể hiện trên Hình 5, 6. Kết quả áp suất lớn nhất trong nòng là  $p_{\max} = 279,31 \text{ MPa}$ , vận tốc lớn nhất của đạn là  $v_{\max} = 600,5 \text{ m/s}$ , áp suất buồng khí lớn nhất  $p_{bk\max} = 41,65 \text{ MPa}$ , qua đó tính toán giá trị lực của áp suất khí thuộc tác dụng lên khóa nòng làm cơ sở tính toán bài toán động lực học.

## 3.2. Kết quả bài toán máy tự động

Kết quả bài toán máy tự động được thể hiện ở Hình 7, 8.



Hình 8. Đồ thị dịch chuyển bộ khóa nòng súng tiểu liên STV-022.



Hình 9. Đồ thị vận tốc hệ khóa nòng súng tiểu liên STV-022.

\* Nhận xét: Đồ thị thể hiện quy luật chuyển động các cơ cấu của súng khí bắn, xác định được chu kỳ của một phát bắn  $t = 0,0745s$ . Tốc độ bắn đạt: 805 phát/phút, phù hợp so với thông số lý thuyết là  $750 \div 900$  phát/phút. Kết quả khảo sát thuận lợi cho việc thay đổi các tham số của súng góp phần nâng cao tốc độ bắn và nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến một phát bắn của súng tiểu liên STV-022.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo có ý nghĩa lý luận và thực tiễn là đã đưa ra cơ sở lý thuyết, kết quả bài toán động lực học của máy tự động của súng tiểu liên STV-022. Phương pháp khảo sát đảm bảo độ tin cậy phù hợp với tài liệu sản xuất, chế tạo. Kết quả đưa ra giúp cho việc nghiên cứu xây dựng mô hình tính toán đảm bảo độ ổn định cho súng khí bắn. ❖

Ngày nhận bài: 12/3/2026

Ngày phản biện: 23/3/2026

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Võ Ngọc Anh, “Động lực học vũ khí tự động”. NXB. Học viện Kỹ thuật quân sự (1995).
- [2]. Vũ Liêm Chính, Phan Nguyên Di, “Động lực học máy”. NXB. Giáo dục (2001).
- [3]. Phạm Huy Chương, “Cơ sở kết cấu và tính toán thiết kế máy tự động”. NXB. Học viện Kỹ thuật quân sự (1998).
- [4]. Nguyễn Ngọc Du, Đỗ Văn Thọ, “Thuật phóng của súng pháo; Bài tập thuật phóng trong”. Đại học Kỹ thuật quân sự (1976).