

Nghiên cứu chuyển động không gian của vũ khí tự động cầm tay khi bắn

- Tạ Văn Phúc
- Ưông Sỹ Quyền
- Vũ Xuân Long

Học viện kỹ thuật Quân sự, 236 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội

(Bài nhận ngày 30 tháng 10 năm 2015, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 11 năm 2015)

TÓM TẮT

Bài báo trình bày mô hình hóa cơ hệ “vũ khí – xạ thủ” khi bắn. Áp dụng phương trình Lagrange II để thiết lập hệ phương trình vi phân mô tả chuyển động không gian của cơ hệ. Tiến hành giải hệ phương trình bằng phương pháp số trên phần mềm Matlab. So sánh kết quả tính toán và thực nghiệm để

đánh giá phương pháp nghiên cứu. Đây là cơ sở để tiến hành nghiên cứu các ảnh hưởng của tham số kết cấu cũng như ảnh hưởng của yếu tố cơ sinh đến ổn định của súng khi bắn. Kết quả làm cơ sở cho thiết kế mới và cải tiến các loại vũ khí tự động cầm tay.

Từ khóa: vũ khí, dao động, mô hình, súng tự động, cơ sinh

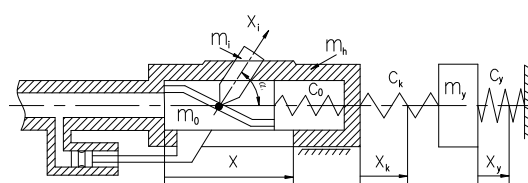
1. MỞ ĐẦU

Bài toán phân tích động lực học của các cơ cấu máy tự động của vũ khí tự động cầm tay khi kể đến chuyển động thực của nó trong không gian là bài toán tổng quát của việc nghiên cứu động lực học của súng tự động cầm tay. Do đặc điểm làm việc của súng tự động là tải trọng của phát bắn tác dụng lên vũ khí thay đổi theo thời gian với chu kỳ nhất định cho nên chuyển động thực của các cơ cấu của súng tự động trong không gian đều là dao động. Dao động của súng tự động khi bắn loạt là một vấn đề hết sức quan trọng cần được quan tâm đúng mức khi thiết kế mới, cải tiến và khai thác sử dụng. Đã có nhiều tác giả nghiên cứu vấn đề này, tuy nhiên ở mỗi mô hình có những hạn chế nhất định. Vì vậy cần có những đánh giá đối với các mô hình để từ đó đưa ra mô hình phù hợp, sát thực tế.

1.1. Mô hình nghiên cứu ngoài nước

Khi nghiên cứu động lực học máy tự động

của vũ khí tự động khi bắn, các nhà khoa học Oplôp và Anphelôp đã giả thiết rằng khi bắn dưới áp lực khí thuốc làm cho các bộ phận của súng bị biến dạng trong giới hạn đàn hồi và dao động với những tần số nhất định. Vì vậy khi tính toán giá của vũ khí tự động được xem như một khâu đàn hồi có độ cứng C_y có khối lượng m_y . Các tác giả đã đưa ra mô hình vật lý để tính toán súng tự động như hình 1.



Hình 1. Mô hình của Oplôp và Anphelôp

Trong đó: m_0 , m_i , m_b , m_y lần lượt là khối lượng của khóa nòng, khâu làm việc, hộp súng, giá súng; x , x_i , x_k , x_y lần lượt là phương dịch

chuyển của khóa nòng, khâu làm việc, hộp súng, giá súng; c_0, c_k, c_y là độ cứng của lò so đẩy về, giảm giật và giá súng.

Từ mô hình này các tác giả đã thiết lập được hệ phương trình vi phân biểu diễn chuyển động của vũ khí tự động khi có giảm chấn chỉ tính đến chuyển động tịnh tiến của vũ khí [4].

1.2. Mô hình nghiên cứu trong nước

Khi xây dựng mô hình, trên cơ sở phân tích những đặc điểm của hệ xạ thủ-súng tự động cầm tay. Tác giả đã đưa ra mô hình tính toán như trên hình 2. Ở mô hình này có những điểm khác với mô hình trước đó là:

- Tác dụng của xạ thủ lên vũ khí được thay thế bằng liên kết đàn nhót, thay thế tác dụng của vai xạ thủ bằng lò xo có độ cứng C_K và giảm chấn có hệ số cản nhót b_K , còn tác dụng của tay trái xạ thủ được thay thế bằng các lò xo có độ cứng C_{TX}, C_{TY}, C_{TZ} và các giảm chấn có hệ số cản nhót b_{TX}, b_{TY}, b_{TZ} theo các phương X, Y, Z tương ứng.

- Khi bắn coi một phần khối lượng của xạ thủ tham gia chuyển động cùng với vũ khí trong không gian.

- Khi bắn súng được quay quanh tâm điểm tỳ vai 0.

Mô hình cơ hệ xạ thủ-súng tự động cầm tay gồm có: thân súng có khối lượng M_K (khâu 1), khâu cơ sở có khối lượng M_A (khâu 2), các khâu làm việc của máy tự động có khối lượng m_i (khâu 3 là khâu nhận chuyển động từ khâu chủ động như: thân khóa nòng, bộ phận tiếp đạn...) và giảm va có khối lượng M_G (khâu 4) được liên kết với nhau bằng các chi tiết đàn hồi hoặc đàn nhót.

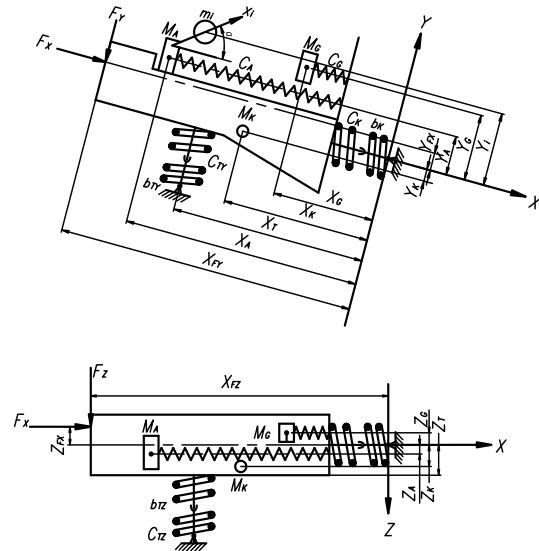
- X_K, Y_K, Z_K là tọa độ khối tâm của khâu 1.
- X_A, Y_A, Z_A là tọa độ khối tâm của khâu 2.
- X_i, Y_i, Z_i là tọa độ khối tâm của khâu 3.
- X_G, Y_G, Z_G là tọa độ khối tâm của khâu 4.
- X_T, Y_T, Z_T là tọa độ điểm tỳ tay trái.

- F_X, F_Y, F_Z là lực tác dụng của khí thuốc do nắp thiết bị đầu nòng.

- X_A, X_K, X_G, X_i là chuyển vị tương đối của các khâu.

- φ là góc quay của súng quanh trục OZ .

- β là góc quay của súng quanh trục OY .



Hình 2. Mô hình của tác giả Lê Văn Thao

Ngoài các mô hình ở trên còn có một số mô hình tính toán nữa như mô hình tính toán của Kirilópva và các tác giả trường cao đẳng kỹ thuật quân sự Penda, mô hình tính toán theo biểu đồ xung lực, mô hình không gian chỉ tính đến tác dụng của tay trái xạ thủ...

Nhận xét:

- Mô hình nghiên cứu ngoài nước đưa ra khá tổng quát và đã kể đến kết cấu thực của cơ cấu máy tự động cũng như toàn cơ hệ vũ khí tự động. Các công thức tính toán đã đưa ra hoàn toàn có thể ứng dụng vào việc thiết kế vũ khí mới. Tuy nhiên ở mô hình này việc vận dụng vào tính toán các loại vũ khí tự động có khả năng chuyển động cả tịnh tiến và quay trong không gian thì còn hạn chế. Đặc biệt tác động của xạ thủ chỉ được coi như một phần từ đàn hồi và chỉ xét trong một mặt

phẳng bắn. Do đó dẫn đến kết quả sai số rất lớn so với kết quả thực nghiệm.

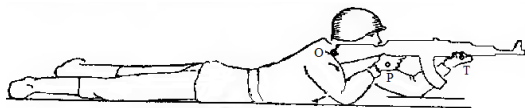
- Mô hình của các tác giả trong nước [4][5] đã giải quyết tương đối chặt chẽ các mối tác động giữa xạ thủ và vũ khí. Đã kể đến các liên kết là liên kết đàn nhớt, và mối quan hệ giữa các khâu trong máy tự động. Đặc biệt các mô hình này đã kể đến chuyển động của vũ khí trong không gian. Tuy nhiên ở các mô hình đều quy tác động của tay phải xạ thủ về điểm tỳ vai làm cho tính sát thực tế bị hạn chế. Kết quả tính toán so với thực nghiệm của các thông số $<10\%$ (ví dụ sai số góc này theo phương ngang là 9%)[6].

Xuất phát từ những nhận xét, đánh giá trên và trên cơ sở nghiên cứu tác động của hệ “xạ thủ - súng” khi bắn cho phép xây dựng một mô hình mới tổng quát và sát với thực tế hơn.

2. CHUYỂN ĐỘNG KHÔNG GIAN CỦA VŨ KHÍ TỰ ĐỘNG CẦM TAY KHI BẮN

2.1. Mô hình nghiên cứu

Khi bắn, xạ thủ có nhiều tư thế bắn khác nhau như: đứng bắn, quỳ bắn, nằm bắn...Tuy nhiên, ở mỗi tư thế thì hai tay của xạ thủ kết hợp với tỳ vai làm các điểm tựa để giữ chắc súng.



Hình 3. Tư thế nằm bắn

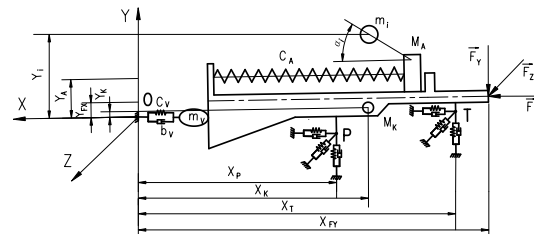
Khi thực hiện phát bắn, dưới tác dụng của năng lượng khí thuốc đẩy đầu đạn chuyển động về trước, đồng thời tác dụng vào đáy nòng làm cho bộ khóa nòng (khâu cơ sở) chuyển động. Bộ khóa nòng chuyển động sẽ làm chuyển động các bộ phận khác như khóa nòng (khâu làm việc), đề rút, hất vỏ đạn và thực hiện nạp đạn cho phát bắn tiếp theo. Do tác dụng của lực phát bắn và chuyển động của các khâu trong máy tự động của súng gây ra các dao động cho súng.

Từ thực tế quá trình bắn và những nhận xét ở trên cho phép xây dựng mô hình nghiên cứu

chuyển động không gian của vũ khí tự động cầm tay như trên hình 4, trong đó:

- Vị trí O, P, T theo thứ tự lần lượt là vị trí của điểm tỳ vai, tay phải và tay trái.

- M_K, M_A, m_i, m_V lần lượt là khối lượng tập trung của thân súng (khâu 1'), khâu cơ sở (khâu 2'), khâu làm việc (khâu 3') và một phần khối lượng của vai xạ thủ chuyển động cùng với súng.



Hình 4. Mô hình cơ hệ “vũ khí – xạ thủ”

- X_P, X_K, X_T, X_{FY} là các khoảng cách tương ứng của các điểm P, M_K , T và đầu nòng đến điểm O theo phương X (là phương của trục nòng súng).

- Y_A, Y_K, Y_i, Y_{FX} là các kích thước tương ứng theo phương Y.

Với mô hình này đã kể đến tác động của tay phải xạ thủ, tay trái và tỳ vai. Tại các vị trí này tác động của xạ thủ được thay thế bằng các liên kết đàn nhớt theo các phương trong không gian, điều này hoàn toàn phù hợp với thực tế khi bắn.

2.2. Hệ phương trình vi phân chuyển động

Khi bắn toàn bộ vũ khí chuyển động phức tạp trong không gian nhưng nó quay quanh điểm tỳ vai O của xạ thủ.

Chọn hệ trục tọa độ OXYZ tại điểm tỳ vai như hình 4. Với các giá trị: X_j, Y_j, Z_j là tọa độ khối tâm tương ứng khâu 1' (khi $j = K$), khâu 2' (khi $j = A$), khâu 3' (khi $j = i$) đến điểm tỳ vai O.

x_A, x_K, x_i là chuyển vị tương đối của các khâu.

φ là góc quay của súng quanh trục OZ.

β là góc quay của súng quanh trục OY.

ψ là góc quay của súng quanh trục OX.

α_i là góc tạo bởi phương chuyển động của khâu i so với hộp súng.

Sử dụng phương trình Lagrange 2 để thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của hệ.

Phương trình Lagrange loại 2 có dạng:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} + \frac{\partial \phi}{\partial \dot{q}_j} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_j} = Q_j \quad (1)$$

Trong đó: T là động năng của hệ.

Π là thế năng của hệ.

ϕ là hàm hao tán.

Q_j là lực suy rộng.

q_j là tọa độ suy rộng.

Với mô hình toán mô tả chuyển động của súng tự động cầm tay ở hình 4 có 5 bậc tự do (q_3 là chuyển động của khâu làm việc 3' và được biểu diễn qua khâu cơ sở 2'), ta chọn tọa độ suy rộng như sau:

$$q_1 = x_A; q_2 = x_K; q_3 = x_i; q_4 = \varphi; q_5 = \beta; q_6 = \psi$$

2.2.1. Động năng của hệ.

Động năng T của hệ bằng tổng động năng của các khâu thành phần, nên:

$$\begin{aligned} T = & \frac{1}{2} M_A (\dot{q}_1^2 + 2\dot{q}_1\dot{q}_2 + \dot{q}_2^2) \\ & + \frac{1}{2} (M_K + m_V) \dot{q}_2^2 + \frac{1}{2} J_{OZ} \dot{q}_4^2 \\ & + \frac{1}{2} J_{OY} \dot{q}_5^2 + \frac{1}{2} J_{OX} \dot{q}_6^2 \\ & + \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{2} (\dot{q}_3^2 + \dot{q}_2^2 + 2\dot{q}_2\dot{q}_3 \cos \alpha_i) \end{aligned} \quad (2)$$

Khai triển các thành phần trong phương trình 2 và thay các giá trị $J_{CX}, J_{CY}, J_{CZ}, m_V$ là các thành phần mô men quán tính của súng với các trục quay OX, OY, OZ và một phần khối lượng của xạ thủ cùng chuyển động với súng được quy về điểm tựa vai ta có:

$$\begin{aligned} T = & \frac{1}{2} M_A \dot{x}_A^2 + \frac{1}{2} (M_A + M_K + m_V + \sum_{n=1}^n m_i) \dot{x}_K^2 \\ & + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^n m_i (\dot{x}_i^2 + 2\dot{x}_i\dot{x}_K \cos \alpha_i) + M_A \dot{x}_A \dot{x}_K \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + \frac{\dot{\phi}^2}{2} \{ J_{CZ} + M_A (X_A - x_A - x_K)^2 + M_K (X_K - x_K)^2 \\ & + \sum_{n=1}^n m_i [(X_i - x_i \cos \alpha_i - x_K)^2 + (Y_i + x_i \sin \alpha_i)^2] \} \\ & + \frac{1}{2} \{ J_{CY} + M_A (X_A - x_A - x_K)^2 + M_K (X_K - x_K)^2 \\ & + \sum_{n=1}^n m_i (X_i - x_i \cos \alpha_i - x_K)^2 \} \dot{\beta}^2 \\ & + \frac{1}{2} \{ J_{CX} + \sum_{n=1}^n m_i (Y_i + x_i \sin \alpha_i)^2 \} \dot{\psi}^2 \end{aligned} \quad (3)$$

2.2.2. Hàm hao tán (công của lực cản nhót):

Công của lực cản nhót trong cơ hệ này là công do giảm chấn của cơ bắp tại điểm tựa vai và hai tay của xạ thủ.

$$\begin{aligned} \phi = & \frac{1}{2} \{ b_K \dot{x}_K^2 + [b_{TY} (X_T - x_K)^2 \\ & + b_{PY} (X_P - x_K)^2] \dot{\phi}^2 \\ & + [b_{TZ} (X_T - x_K) + b_{PZ} (X_P - x_K)] \dot{\beta}^2 \} \end{aligned} \quad (4)$$

Trong đó:

$$b_K = b_{TX} + b_{PX} + b_V$$

ϕ là hàm hao tán.

b_V là hệ số cản nhót tại điểm tựa vai.

b_{TX}, b_{PX} là hệ số cản nhót tại điểm tựa tay trái, phải theo phương X.

b_{TY}, b_{PY} là hệ số cản nhót tại điểm tựa tay trái, phải theo phương Y.

b_{TZ}, b_{PZ} là hệ số cản nhót tại điểm tựa tay trái, phải theo phương Z.

2.2.3. Thế năng của hệ

Thế năng của hệ bằng tổng thế năng của các khâu đàn hồi tức là thế năng của lò xo đẩy về, sự đàn hồi của vai, tay xạ thủ.

Coi góc quay quanh O là nhỏ thế năng này được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} \Pi = & \frac{1}{2} C_A (f_A + x_A)^2 + \frac{1}{2} C_V (f_V + x_K)^2 \\ & + \frac{1}{2} C_{TX} (f_{TX} + x_K)^2 + \frac{1}{2} C_{TY} [f_{TY} + (X_T - x_K)\varphi]^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{1}{2} C_{TZ} [f_{TZ} + (X_T - x_K) \beta]^2 + \frac{1}{2} C_{PX} (f_{PX} + x_K)^2 \\
& + \frac{1}{2} C_{PY} [f_{PY} + (X_P - x_K) \varphi]^2 \\
& + \frac{1}{2} C_{PZ} [f_{PZ} + (X_P - x_K) \beta]^2
\end{aligned} \quad (5)$$

Trong đó:

Π : là thế năng của hệ.

C_A : là độ cứng của lò xo đẩy về.

C_V : là độ cứng của vai xạ thủ.

C_{TX} , C_{TY} , C_{TZ} : là độ cứng của tay trái xạ thủ theo phương X, Y, Z.

C_{PX} , C_{PY} , C_{PZ} : là độ cứng của tay phải xạ thủ theo phương X, Y, Z.

f_A , f_V , f_{TX} , f_{TY} , f_{TZ} , f_{PX} , f_{PY} , f_{PZ} là độ dài nén ban đầu của các lò xo tương ứng.

2.2.4. Lực suy rộng

Để tính được lực suy rộng chúng ta cần tính được tác dụng của lực phát bắn từ bài toán thuật phóng trong [3]. Ở bài báo này tác giả sử dụng kết quả đã được tính toán trong [6] và nhận được kết quả của F_A , F_K , P_φ , P_β , P_ψ .

2.2.5. Hệ phương trình chuyển động

Lấy đạo hàm cho các phương trình: động năng T, hàm hao tán Φ , thế năng Π , theo các tọa độ suy rộng từ các phương trình (3), (4), (5) thay vào phương trình Lagrange II, ta sẽ được hệ phương trình vi phân miêu tả chuyển động không gian của súng tự động cầm tay:

$$\begin{cases}
M'_A \ddot{x}_A + M_\eta \ddot{x}_K + M_\Sigma \dot{x}_A^2 + I_{\varphi A} \dot{\varphi}^2 + I_{\beta A} \dot{\beta}^2 \\
+ I_{\psi A} \dot{\psi}^2 = F_A \\
M_\gamma \ddot{x}_A + M_\sigma \dot{x}_A^2 + M'_K \ddot{x}_K + I_{AK} (\dot{\varphi}^2 + \dot{\beta}^2) = F_K \\
J_{OZ} \ddot{\varphi} - I_{A\varphi} \dot{\varphi} \dot{x}_A - I_{K\varphi} \dot{\varphi} \dot{x}_K = P_\varphi \\
J_{OY} \ddot{\beta} - I_{A\beta} \dot{\beta} \dot{x}_A - I_{K\beta} \dot{\beta} \dot{x}_K = P_\beta \\
J_{OX} \ddot{\psi} - I_{A\psi} \dot{\psi} \dot{x}_A = P_\psi
\end{cases} \quad (6)$$

Ở đây các giá trị:

$$M'_A = M_A + \frac{K_i^2}{\eta_i} \sum_{i=1}^n m_i \quad M'_\eta = M_A + \frac{K_i}{\eta_i} \sum_{i=1}^n m_i \cos \alpha_i$$

$$M_\Sigma = \frac{K_i}{\eta_i} \sum_{i=1}^n m_i \frac{dK_i}{dx_A}; \quad M_\gamma = M_A + \sum_{i=1}^n m_i K_i \cos \alpha_i$$

$$M_\sigma = \sum_{i=1}^n m_i \frac{dK_i}{dx_A} \cos \alpha_i; \quad M'_K = M_A + m_V + M_K + \sum_{i=1}^n m_i$$

$$I_{\varphi A} = \frac{K_i}{\eta_i} \sum_{i=1}^n m_i [(X_i - x_i \cos \alpha_i - x_K) \cos \alpha_i - (Y_i + x_i \sin \alpha_i) \sin \alpha_i] + M_A (X_A - x_A - x_K)$$

$$I_{\beta A} = I_{\varphi A} + \frac{K_i}{\eta_i} \sum_{i=1}^n m_i (Y_i + x_i \sin \alpha_i) \sin \alpha_i$$

$$I_{\psi A} = -\frac{K_i}{\eta_i} \sum_{i=1}^n m_i (Y_i + x_i \sin \alpha_i) \sin \alpha_i$$

$$I_{A\varphi} = M_A (X_A - x_A - x_K) + \sum_{i=1}^n m_i K_i [\sin \alpha_i (Y_i + x_i \sin \alpha_i) - \cos \alpha_i (X_i - x_i \cos \alpha_i - x_K)]$$

$$I_{K\varphi} = M_A (X_A - x_A - x_K) + M_K (X_K - x_K) - \sum_{i=1}^n m_i (X_i - x_i \cos \alpha_i - x_K)$$

$$I_{A\beta} = M_A (X_A - x_A - x_K) + \sum_{i=1}^n m_i K_i \cos \alpha_i (X_i - x_i \cos \alpha_i - x_K)$$

$$I_{K\beta} = M_A (X_A - x_A - x_K) + M_K (X_K - x_K) - \sum_{i=1}^n m_i (X_i - x_i \cos \alpha_i - x_K)$$

$$I_{A\psi} = \sum_{i=1}^n m_i K_i \sin \alpha_i (Y_i + x_i \sin \alpha_i)$$

$$I_{AK} = M_A (X_A - x_A - x_K) + M_K (X_K - x_K) + \sum_{i=1}^n m_i (X_i - x_i \cos \alpha_i - x_K)$$

Trong đó: K_i , η_i lần lượt là tỷ số truyền và hiệu suất truyền động giữa khâu cơ sở và khâu làm việc thứ i.

Phương trình 6 có thể viết dưới dạng:

$$\begin{cases} M'_A \ddot{x}_A + M_\eta \ddot{x}_K = F_1 \\ M_\gamma \ddot{x}_A + M'_K \ddot{x}_K = F_2 \\ J_{OZ} \ddot{\phi} = F_3 \\ J_{OY} \ddot{\beta} = F_4 \\ J_{OX} \ddot{\psi} = F_5 \end{cases} \quad (7)$$

Trong đó:

$$F_1 = F_A - M_\Sigma \dot{x}_A^2 - I_{\phi A} \dot{\phi}^2 - I_{\beta A} \dot{\beta}^2 - I_{\psi A} \dot{\psi}^2$$

$$F_2 = F_K - M_\sigma \dot{x}_A^2 - I_{AK} (\dot{\phi}^2 + \dot{\beta}^2)$$

$$F_3 = P_\phi + I_{A\phi} \dot{\phi} \cdot \dot{x}_A + I_{K\phi} \dot{\phi} \cdot \dot{x}_K$$

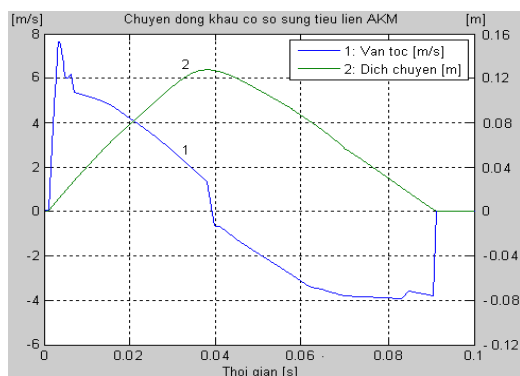
$$F_4 = P_\beta + I_{A\beta} \dot{\beta} \cdot \dot{x}_A + I_{K\beta} \dot{\beta} \cdot \dot{x}_K$$

$$F_5 = P_\psi + I_{A\psi} \dot{\psi} \cdot \dot{x}_A$$

2.3. Phương pháp giải và kết quả tính toán

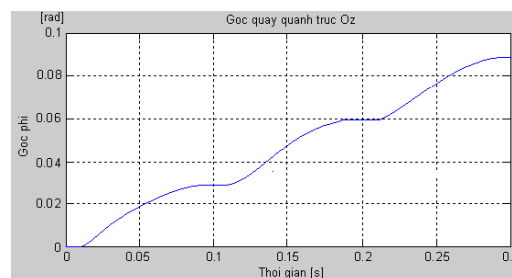
Tiến hành tính toán với bộ số liệu đầu vào là súng tiểu liên AKM được trang bị trong quân đội do Liên Xô cũ sản xuất. Chương trình tính bằng phần mềm Matlab R2008a. Để giảm bớt khối lượng tính toán mà vẫn đảm bảo được độ chính xác cho một bài toán kỹ thuật sử dụng thuật toán Runge-Kutta loại 4 khi giải hệ các phương trình vi phân phức tạp này.

Chạy chương trình được kết quả chuyển động của khâu cơ sở (khóa nòng) của súng tiểu liên AKM như sau:

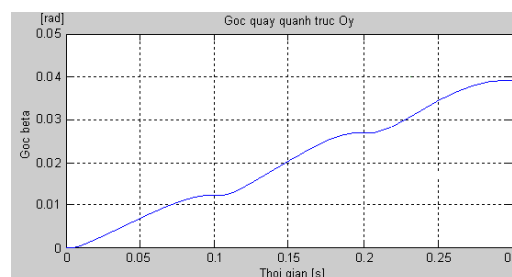


Hình 5. Đồ thị chuyển động của khâu cơ sở

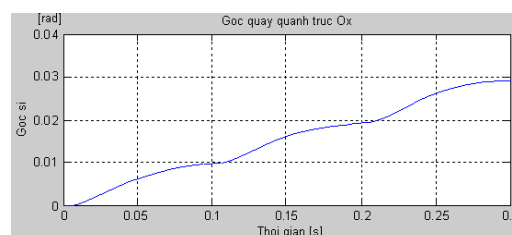
Khi chạy chương trình bắn loạt liên thành 3 viên cho kết quả dao động của súng như sau:



Hình 6. Đồ thị góc nảy thân súng trong mặt phẳng đứng



Hình 7. Đồ thị góc nảy thân súng trong mặt phẳng ngang



Hình 8. Đồ thị góc quay thân súng quanh trục OX

Nhận xét:

- Các thông số thuật phóng trong và chuyển động của máy tự động tương đối chính xác so với các số liệu cho trong tài liệu thiết kế của súng (sai số < 3%).

- Với các số liệu đầu vào là súng tiểu liên AKM được xác định qua các tài liệu tham khảo và đo đạc bằng phần mềm Solidwork trên mô hình 3D ta nhận được kết quả tương đối phù hợp

với kết quả đo động lực học của hệ khi bắn [3], [4]. Điều này cho phép kết luận phương pháp xây dựng mô hình và cách tiến hành giải bài toán là hoàn toàn phù hợp với thực tế của súng khi bắn.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng mô hình nghiên cứu chuyển động không gian của vũ khí tự động cầm tay. Áp dụng phương trình Lagrange II thiết lập hệ phương trình vi phân chuyển động của súng trong không gian khi kể đến tay phải của xạ thủ. Đã lập được chương trình để giải hệ phương trình tính toán hệ súng-xạ thủ bằng ngôn ngữ Matlab. Tiến hành giải đồng thời hệ phương trình phi tuyến thuật phóng trong và nhiệt động buồng khí với hệ phương trình chuyển động của máy tự động, phương trình dao động của hệ có tính đến sự biến thiên của tỉ số truyền của các cơ cấu khi

máy tự động làm việc cũng như đã đưa các va chạm vào bài toán dao động. Từ đó đã nâng cao được độ chính xác của lời giải.

Bài báo đã sử dụng số liệu đầu vào là súng tiểu liên AKM được trang bị trong Quân đội. Kết quả tính toán các thông số áp suất có độ chính xác cao so với tài liệu của súng. Đã tính được các dao động cơ bản của súng khi bắn loạt ngắn 3 viên.

Kết quả tính toán còn dừng lại ở mặt lý thuyết chưa đánh giá được hết các tác động của xạ thủ (hệ cơ sinh) nhất là các tác động của hai tay xạ thủ khi bắn. Tuy nhiên với kết quả tính toán này làm cơ sở tiền đề cho phép có những nghiên cứu đầy đủ về cơ hệ “vũ khí – xạ thủ” theo quan điểm cơ sinh, để từ đó có những số liệu phục vụ nghiên cứu thiết kế mới và cải tiến vũ khí tự động cầm tay.

Research on movement in space of automatic handheld weapons when shooting

- Ta Van Phuc
- Uong Sy Quyen
- Vu Xuan Long

Military Technical Academy, 236 Hoang Quoc Viet, Ha Noi, Viet Nam

ABSTRACT

This paper modelizes the “weapon-gunner” movement system when shots are fired. The Lagrange II equation is applied to establish a system of equations to describe this movement. The numerical method on Matlab software is used to solve the system of equations. The results of calculations and of experiments are compared to evaluate

Keywords: weapons, oscillation, models, automatic rifles, biomechanical

research method. This forms the basis of research on the effects of structural parameters and biomechanical factors on the stability of the gun when firing. The results serve as the basis for the improvement of existing automatic handheld weapons, as well as the design of new ones.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Đông Anh, *Động lực học hệ vật rắn*, Tài liệu dịch, Nhà xuất bản xây dựng (2000).
- [2]. Trịnh Văn Bảo, *Các nguyên lý sinh học*, Nhà xuất bản Y học, Hà nội (2002).
- [3]. Nguyễn Ngọc Du, Đỗ Văn Thọ, *Thuật phóng trong của súng pháo*, Học viện Kỹ thuật quân sự (1976).
- [4]. Lê Văn Thao, *Nghiên cứu dao động của súng tự động cầm tay khi bắn loạt ngắn. Các yếu tố ảnh hưởng và biện pháp nâng cao độ chính xác bắn*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Học viện Kỹ thuật quân sự (1994).
- [5]. Uông Sỹ Quyền, *Nghiên cứu một số biện pháp nâng cao độ chính xác khi bắn của súng tự động cầm tay*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Học viện Kỹ thuật quân sự (2010).
- [6]. Tạ Văn Phúc, *Đánh giá các mô hình nghiên cứu chuyển động không gian của súng tự động cầm tay khi bắn*, Luận văn thạc sỹ, Học viện kỹ thuật quân sự (2010).
- [7]. Donald R. Peterson, Joseph D. Bronzino, *Biomechanics principles and applications*, Press Taylor & Francis Group (2008).
- [8]. Karol Miller - Poul M.F. Nielsen, *Computational Biomechanics for Medicine*, Springer New York Dordrecht Heidelberg London (2010).
- [9]. Ronald L. Huston, *Principles of Biomechanics*, Press Taylor & Francis Group (2009).
- [10]. П.И. Берун, П.Н. Афонин, *Моделирование в биомеханике*, Москва (2004).