

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ

NGUYỄN QUANG VĨNH

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG VÀ CHẠM GIỮA
KHÂU CƠ SỞ CỦA MÁY TỰ ĐỘNG VỚI HỘP
SÚNG ĐẾN ỔN ĐỊNH CỦA SÚNG KHI BẮN**

**Chuyên ngành: CƠ HỌC KỸ THUẬT
Mã số: 62.52.02.01**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2010

Công trình được hoàn thành tại Học viện Kỹ thuật Quân sự

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. PGS.TS Nguyễn Hồng Lĩnh**
- 2. PGS.TS Phạm Huy Chương**

Phản biện 1: GS.TSKH Phạm Văn Lang

Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch

Phản biện 2: PGS.TS Đinh Văn Phong

Đại học Bách khoa Hà nội

Phản biện 3: PGS.TS Bùi Ngọc Hồi

Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Học viện họp tại Học viện Kỹ thuật Quân sự.

Vào hồi ngày tháng năm 2010

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Quốc gia Việt nam
- Thư viện Học viện KTQS

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

1. Nguyễn Hồng Lanh, Nguyễn Quang Vĩnh (2005), “*Khảo sát ổn định của súng tiểu liên có kể đến ảnh hưởng của loa bù khí*”, Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật, Học viện Kỹ thuật quân sự, số 110 (I-2005) tr 84-89.
2. Nguyễn Hồng Lanh, Nguyễn Quang Vĩnh (2007), “*Ảnh hưởng của xung va chạm đến ổn định của súng tự động khi bắn*”, Tạp chí Nghiên cứu khoa học kỹ thuật và Công nghệ quân sự, Trung tâm khoa học kỹ thuật và Công nghệ Quân sự, số 19 (6-2007) tr 24-27.
3. Phạm Huy Chương, Nguyễn Hồng Lanh, Nguyễn Quang Vĩnh (2008), “*Nghiên cứu ảnh hưởng của giảm va đến ổn định của súng tự động có giá khi bắn*”, Tạp chí Nghiên cứu khoa học kỹ thuật và Công nghệ quân sự, Trung tâm khoa học kỹ thuật và Công nghệ Quân sự, số 23 (6-2008) tr 67-71.
4. Phạm Huy Chương, Nguyễn Hồng Lanh, Nguyễn Quang Vĩnh, Nguyễn Văn Dũng (2009), “*Ổn định của thiết bị xung nhiệt khi kể tới ảnh hưởng va chạm không đối xứng và có khe hở động giữa khâu cơ sở và thân hộp*”, Tuyển tập công trình hội nghị Cơ học toàn quốc kỷ niệm 30 năm Viện Cơ học và 30 năm Tạp chí Cơ học, Hà nội, (8-9/4/2009), tr 213-221.
5. Nguyễn Quang Vĩnh, Nguyễn Văn Dũng, Vũ Xuân Long (2009), “*Nghiên cứu ổn định của súng tự động khi có ảnh hưởng va chạm không đối xứng giữa khâu cơ sở và hộp súng*”, Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ quân sự, Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự, số 1(6-2009) tr 92-97.
6. Nguyễn Hồng Lanh, Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Quang Vĩnh (2009), “*Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số khối lượng tới quá trình làm việc của máy tự động theo nguyên lý trích khí*”, Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ quân sự, Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự, số 1(6-2009) tr 98-103.
7. Nguyễn Quang Vĩnh (2009), “*Bài toán va chạm có khe hở liên kết động giữa khâu cơ sở và hộp súng trong súng tự động khi bắn*”, Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học Các nhà nghiên cứu trẻ năm 2009, Học viện Kỹ thuật quân sự, Nhà xuất bản Quân đội Nhân dân, Tr 110-117.

MỞ ĐẦU

Súng tự động khi bắn chuyển động trong không gian. Khâu cơ sở va chạm với hộp súng với xung va chạm lớn, đặc biệt khi va chạm đầu và cuối hành trình, điễm va chạm thường không nằm trên trục đối xứng và giữa các khâu luôn tồn tại khe hở làm ảnh hưởng tới chuyển động của súng đồng thời ảnh hưởng tới quá trình làm việc của máy tự động theo tần xuất của phát bắn. Đề tài: "*Nghiên cứu ảnh hưởng va chạm giữa khâu cơ sở của máy tự động với hộp súng đến ổn định của súng khi bắn*" góp phần hoàn thiện bài toán động lực học súng tự động, làm cơ sở khoa học nâng cao độ chính xác bắn cho các loại súng bộ binh được sản xuất trong nước.

Mục đích nghiên cứu của luận án: Nghiên cứu cơ sở khoa học xác định một số thông số về khe hở va chạm và điễm va chạm giữa khâu cơ sở với hộp súng, có ảnh hưởng đến chuyển động của các loại súng tự động, nhằm nâng cao độ chính xác bắn, định hướng cho quá trình thiết kế, chế tạo cũng như khai thác sử dụng súng.

Ý nghĩa khoa học: Hoàn thiện hơn việc xây dựng mô hình tính chuyển động của súng. Bổ sung việc xác định các đại lượng về phải hệ phương trình chuyển động khi kể tới ảnh hưởng khe hở và vị trí điễm va chạm. Giảm bớt các giả thiết của mô hình đã có, nâng cao tính sát thực của tính toán lý thuyết, xây dựng cơ sở khoa học lựa chọn biện pháp nâng cao độ chính xác bắn của súng tự động.

Ý nghĩa thực tiễn: Bổ sung và hoàn chỉnh cho việc khảo sát, đánh giá chất lượng khi thiết kế vũ khí, góp phần định hướng và giảm chi phí khi thiết kế mới. Bước đầu cung cấp luận cứ khoa học để đánh giá chất lượng của vũ khí chủ yếu là độ chính xác bắn sau một thời gian sử dụng liên quan điễm va chạm và khe hở va chạm do mòn.

Chương I: Tổng quan về chuyển động của súng tự động khi bắn

1.1. Một số vấn đề chung về ổn định của súng tự động

1.1.1. Tiêu chí đánh giá ổn định của súng

Ổn định của súng là khả năng súng giữ được vị trí ban đầu khi bắn với độ chính xác nhất định trong điều kiện bắn tự nhiên [9]. Ổn định của súng khi bắn ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác bắn. Độ chính xác bắn biểu thị khả năng bắn trúng mục tiêu, nó bao gồm độ chụm và độ trúng.

Khi bắn loạt, góc bắn của phát bắn tiếp theo không giống phát bắn trước, dẫn đến vị trí các vết chạm của đạn trên bia thay đổi, nghĩa là độ chính xác bắn của súng thay đổi.

Ổn định của súng tự động khi bắn, nhất là bắn loạt được đánh giá thông qua độ chính xác bắn, chủ yếu là độ chụm khi bắn. Súng được coi là ổn định nếu trong loạt bắn các vết đạn trên bia nằm trong giới hạn tản mát cho phép đối với từng loại súng.

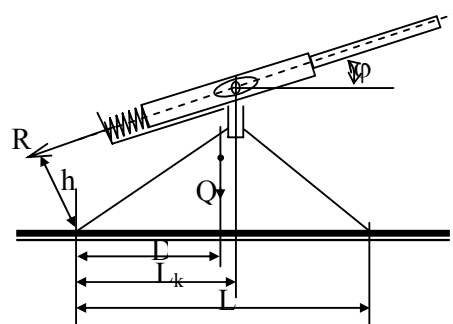
1.1.2. Đặc trưng ổn định của súng tự động

Nghiên cứu ổn định của súng thường chia ra ổn định tĩnh và ổn định động. Ổn định tĩnh của súng là ổn định khi súng không dịch chuyển trong không gian, nghĩa là điểm tựa của giá không bị tách khỏi nền đất. Ổn định động của súng là ổn định khi súng chuyển động trong từng phát bắn của loạt bắn, nhưng điểm chạm của đạn trên bia vẫn nằm trong một giới hạn nhất định, bảo đảm độ chính xác bắn.

a. Ổn định tĩnh của súng có giá

Mô hình khảo sát (hình 1.3):

Q- Trọng lượng súng; R- Lực phát bắn tác dụng lên súng; H- Chiều cao trục tầm; h, D- Khoảng cách điểm tựa sau đến



Hình 1.3. Mô hình khảo sát ổn định tĩnh súng tự động có giá

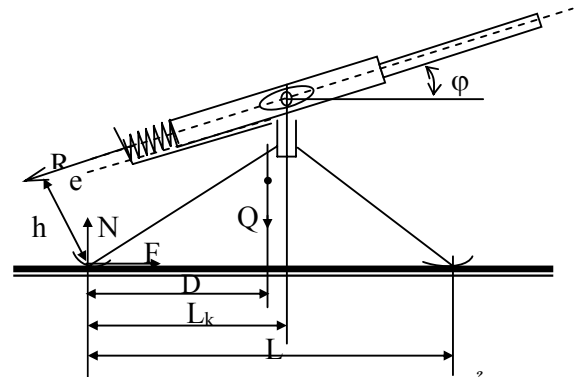
phương chuyển động và trọng tâm; L , L_k - Khoảng cách hai chân súng và từ điểm tựa sau đến trục tâm; φ - Góc tâm.

$$\text{Điều kiện ổn định đứng phương dọc: } QD \geq Rh \quad (1.3)$$

Các loại súng đại liên được thiết kế theo điều kiện ổn định tĩnh thường khá nặng nề và dễ mất ổn định khi bắn.

b. Ổn định động của súng có giá

Mô hình khảo sát (hình 1.4):
 Các súng thiết kế theo điều kiện ổn định động hầu hết đều có liên kết với người bắn qua điểm tựa vai và là điểm tựa cho hệ quay [3]. Khi bắn các điểm tựa của giá có khả năng bị tách khỏi nền đất.



Hình 1.4: Mô hình khảo sát ổn định động của súng tự động có giá

$$\text{Phương trình chuyển động: } j \frac{d\omega}{dt} = Rh - Q[D - (h - e)\text{tg}\varphi] \sin \varphi \quad (1.7)$$

Trong đó: Q , J - Trọng lượng và mô men quán tính hệ; R - lực tác dụng của phát bắn; ω - vận tốc góc; D , h - Các kích thước trên hình vẽ; e - Khoảng cách từ quỹ đạo trọng tâm khối lùn đến trục nòng.

Súng đại liên thiết kế theo điều kiện ổn định động, không cần thiết tăng trọng lượng để bảo đảm điều kiện ổn định của hệ. Điển hình cho mẫu thiết kế này là đại liên PKMC.

1.2. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước

1.2.1. Ngoài nước

- Mô hình chuyển động của máy tự động khi hộp súng cố định.
- Mô hình chuyển động của hệ súng-giá khi có giảm giật.
- Mô hình súng có giá của E.A.Gorop.
- Mô hình của các tác giả trường cao đẳng kỹ thuật quân sự Penza.

1.2.2. Trong nước

- a. Mô hình dao động của hệ khí có liên kết đàn hồi, cản nhớt với nền.
- b. Mô hình khảo sát máy tự động có khe hở khớp động.
- c. Mô hình dao động của súng tự động cầm tay.
- d. Mô hình ổn định khi kể tới ảnh hưởng của nền và vai người bắn.

Toàn bộ các mô hình này chưa kể đến ảnh hưởng của điểm va chạm không đối xứng và khe hở giữa khâu cơ sở và hộp súng.

Kết luận chương 1

1. Ổn định của súng tự động khi bắn được đánh giá thông qua độ chính xác bắn. Súng được coi là ổn định nếu sau phát bắn hoặc loạt bắn súng dịch chuyển trong một phạm vi nhất định, các vết đạn trên bia nằm trong giới hạn tản mát cho phép đối với từng loại súng.

2. Các mô hình đã công bố tập trung vào nghiên cứu chuyển động của máy tự động trong hộp súng và chuyển động của súng theo hướng từ đơn giản đến hoàn thiện từng bước. Khi xét ổn định súng, các mô hình này đều coi va chạm giữa khâu cơ sở và hộp súng là đối xứng và không có khe hở liên kết, khâu cơ sở chỉ chuyển động tịnh tiến trong hộp súng. Như vậy sẽ làm cho yếu tố sai số tăng lên khi xét bài toán chuyển động của súng.

3. Thực tế, khi chế tạo súng cũng như sau một quá trình khai thác sử dụng các chi tiết bị mòn và biến dạng dẫn đến điểm va chạm không nằm trên trục đối xứng của kết cấu, giữa khâu cơ sở và hộp súng tồn tại khe hở làm cho khâu cơ sở vừa chuyển động tịnh tiến vừa chuyển động quay. Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố trên đến ổn định của súng cần phải xây dựng mô hình và khảo sát chuyển động của súng khi bắn có kể đến ảnh hưởng của va chạm không đối xứng và có khe hở giữa khâu cơ sở và hộp súng.

Chương 2: Va chạm giữa khâu cơ sở với hộp súng khi tính đến khe hở và điểm va chạm không đối xứng

2.1. Va chạm giữa khâu cơ sở và hộp súng khi không có khe hở và điểm va chạm không nằm trên trục đối xứng

2.1.1. Va chạm khâu cơ sở vào hộp súng ở vị trí sau cùng và trên cùng

Giả thiết: bỏ qua tác dụng của ngoại lực khi va chạm vì thời gian va chạm nhỏ, không có khe hở giữa bộ khóa và hộp súng. Xung lượng va chạm có phương pháp tuyến với bề mặt va chạm.

Tốc độ chuyển động của hộp súng và khâu cơ sở sau khi va chạm:

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{x}_a = \dot{x}_{ao} - (1+e) \frac{A}{B} \frac{M_h}{M_a + M_h} (\dot{x}_{ao} - \dot{x}_{ho} + b\dot{\varphi}_{ho}); \quad \dot{x}_h = \dot{x}_{ho} + (1+e) \frac{A}{B} \frac{M_a}{M_a + M_h} (\dot{x}_{ao} - \dot{x}_{ho} + b\dot{\varphi}_{ho}) \\ \dot{y}_a = \dot{y}_{ao} - (1+e) \frac{C}{B} \frac{M_h}{M_a + M_h} (\dot{x}_{ao} - \dot{x}_{ho} + b\dot{\varphi}_{ho}); \quad \dot{y}_h = \dot{y}_{ho} + (1+e) \frac{C}{B} \frac{M_a}{M_a + M_h} (\dot{x}_{ao} - \dot{x}_{ho} + b\dot{\varphi}_{ho}) \\ \dot{z}_a = \dot{z}_{ao} - (1+e) \frac{D}{E} \frac{M_h}{M_a + M_h} (\dot{x}_{ao} - \dot{x}_{ho} + c\dot{\beta}_{ho}); \quad \dot{z}_h = \dot{z}_{ho} + (1+e) \frac{D}{E} \frac{M_a}{M_a + M_h} (\dot{x}_{ao} - \dot{x}_{ho} + c\dot{\beta}_{ho}) \\ \dot{\varphi}_h = \dot{\varphi}_{ho} + (1+e) \frac{F}{B} (\dot{x}_{ao} - \dot{x}_{ho} + b\dot{\varphi}_{ho}); \quad \dot{\beta}_h = \dot{\beta}_{ho} + (1+e) \frac{G}{E} (\dot{x}_{ao} - \dot{x}_{ho} + c\dot{\beta}_{ho}) \end{array} \right. \quad (2.7)$$

Trong đó: $A = j_{oz}(M_a + M_h) + a^2 M_a M_h$; $B = j_{oz}(M_a + M_h) + (a^2 + b^2) M_a M_h$;

$C = ab M_a M_h$; $D = ac M_a M_h$; $E = j_{oy}(M_a + M_h) + (a^2 + c^2) M_a M_h$; $F = b M_a M_h$; $G = c M_a M_h$

2.1.2. Va chạm khâu cơ sở với hộp súng qua các khâu trung gian

Tốc độ sau va chạm khâu cơ sở và hộp súng qua các khâu trung gian:

$$\dot{x}_a = \dot{x}_{ao} - \frac{\sum_{i=1}^n m_i (1+e) \left(m_{h1} \frac{k_i}{\eta_i} - m_{h2} \cos \alpha_i \right) (k_i \dot{x}_{ao} - \dot{x}_{io})}{m_{h1} m_{a2} - m_{a1} m_{h2}}; \quad \dot{x}_h = \dot{x}_{ho} + \frac{\sum_{i=1}^n m_i (1+e) \left(m_{a1} \frac{k_i}{\eta_i} - m_{a2} \cos \alpha_i \right) (k_i \dot{x}_{ao} - \dot{x}_{io})}{m_{h1} m_{a2} - m_{a1} m_{h2}} \quad (2.8)$$

Trong đó: $m_{a1} = M_a + \sum_{i=1}^n k_i m_i \cos \alpha_i$; $m_{a2} = M_a + \sum_{i=1}^n k_i^2 m_i$; $m_{h1} = M_a + M_h + \sum_{i=1}^n m_i$; $m_{h2} = M_a + \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{\eta_i} m_i \cos \alpha_i$;

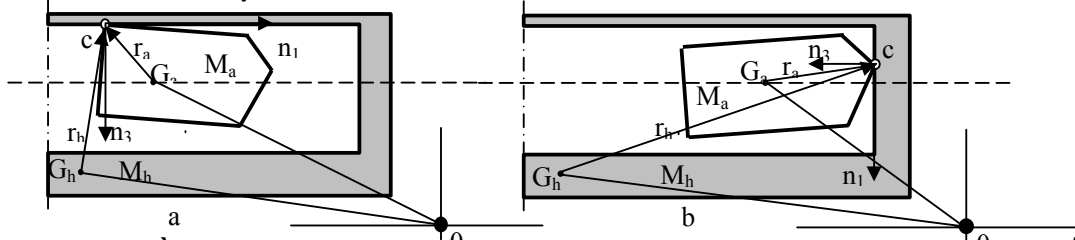
k_i, η_i là tỷ số truyền và hiệu suất truyền động từ khâu cơ sở đến khâu thứ i .

2.2. Va chạm giữa khâu cơ sở và hộp súng khi có khe hở liên kết

2.2.1. Mô hình tính toán và phương trình chuyển động khi va chạm

Với giả thiết chỉ có khe hở theo phương dọc (khe hở trong mặt phẳng bắn), bỏ qua khe hở ngang (khe hở vuông góc với mặt phẳng bắn).

Mô hình va chạm:



Hình 2.3: Sơ đồ và chạm giữa bộ khóa và hộp súng khi có khe hở liên kết

a. Va chạm trên đường trượt b. Va chạm sau cùng

Trên mô hình (hình 2.3), hai vật va chạm tại C; phương chuyển động n_i ($i=1,2,3$); khối lượng khâu cơ sở M_a , hộp súng M_h ; Vận tốc khối tâm khâu cơ sở và hộp súng $\hat{v}_{ai}, \hat{v}_{hi}$; Vận tốc tại điểm va chạm V_{ai}, V_{hi} ; vận tốc góc ω_{ai}, ω_{hi} ; Véc tơ xác định vị trí điểm va chạm đối với trọng tâm là r_a, r_h , bán kính quán tính k_a, k_h .

$$\text{Hệ phương trình bảo toàn động lượng [53]: } \begin{cases} dv_1 \\ dv_3 \end{cases} = m^{-1} \begin{bmatrix} \beta_1 & -\beta_2 \\ -\beta_2 & \beta_3 \end{bmatrix} \begin{cases} dp_1 \\ dp_3 \end{cases} \quad (2.19)$$

$$\text{Các hệ số ma trận quán tính: } \beta_1 = 1 + \frac{m r_{a3}^2}{M_a k_a^2} + \frac{m r_{h3}^2}{M_h k_h^2}; \beta_2 = \frac{m r_{a1} r_{a3}}{M_a k_a^2} + \frac{m r_{h1} r_{h3}}{M_h k_h^2}; \beta_3 = 1 + \frac{m r_{a1}^2}{M_a k_a^2} + \frac{m r_{h1}^2}{M_h k_h^2};$$

m là khối lượng thu gọn của hệ $m = \frac{M_a M_h}{M_a + M_h}$; $dV = dV_{ai} - dV_{hi}$.

Phương trình liên hệ giữa các thành phần xung lượng trên cơ sở định

$$\text{lượng ma sát khô của Amotons-Coulomb [53]: } \begin{cases} dp_1 = \bar{\mu} dp_3 & \text{khi } v_1 = 0 \\ dp_1 = -\hat{\mu} \hat{s} dp_3 & \text{khi } v_1 \neq 0 \end{cases} \quad (2.23)$$

với μ là hệ số ma sát giới hạn ở trạng thái tĩnh; $\hat{s} = \text{sign} \frac{v_1}{|v_1|}$; p_1 là xung

lượng phản lực tiếp tuyến tại vị trí va chạm; p_3 là xung lượng phản lực pháp tuyến tại vị trí va chạm. $\bar{\mu} = \frac{\beta_2}{\beta_1}$ là hệ số dính.

$$\text{Phương trình khôi phục năng lượng [53]: } e^2 = -\frac{W_3(p_f) - W_3(p_c)}{W_3(p_c)} \quad (2.24)$$

trong đó e là hệ số khôi phục năng lượng xác định bằng thực nghiệm; $w_3(p_f) - w_3(p_c)$ là thế năng biến dạng đàn hồi giải phóng trong quá trình khôi

phục; $w_3(p_c)$ là năng lượng dịch chuyển pháp tuyến tương đối bị hấp thụ trong quá trình nén (ứng với $v_3=0$).

Phương trình chuyển động khi va chạm:

$$1. \text{ Khi } v_{1p} \neq 0: \begin{cases} dv_1 = m^{-1}[-\beta_2 - \hat{\sigma}\mu\beta_1]dp_3 \\ dv_3 = m^{-1}[\beta_3 + \hat{\sigma}\mu\beta_2]dp_3 \end{cases} \quad (2.25)$$

$$2. \text{ Khi } v_{1p} = 0: \begin{cases} dv_1 = 0 \\ dv_3 = m^{-1}[\beta_3 - \bar{\mu}\beta_2]dp_3 \end{cases} \quad (2.27)$$

2.2.2. Tính toán xác định các quá trình va chạm

v_1 là vận tốc tương đối của 2 vật theo phương tiếp tuyến, v_3 là vận tốc tương đối của 2 vật theo phương pháp tuyến. Giá trị xung lượng tại thời điểm $v_1=0$ là P_s ; xung lượng tại thời điểm $v_3=0$ là P_c ; xung lượng tại thời điểm kết thúc va chạm là P_f .

1. Trượt liên tục trong quá trình va chạm: $v_1 > 0$ trong suốt quá trình va chạm. Điều kiện về xung lượng để hai vật trượt liên tục là: $p_s > p_f > p_c$

2. Dính trong suốt quá trình va chạm: $v_1 = 0$ suốt quá trình va chạm. Theo định luật ma sát khô của Amatons-Coulomb để xảy ra dính $\mu / |\bar{\mu}| > 1$.

3. Trượt dính trong quá trình va chạm: $v_1 > 0$ sau đó $v_1 = 0$ và không đổi. Nếu $v_1 = 0$ trong giai đoạn nén xảy ra trượt dính giai đoạn nén. Nếu $v_1 = 0$ trong giai đoạn khôi phục xảy ra trượt dính giai đoạn khôi phục.

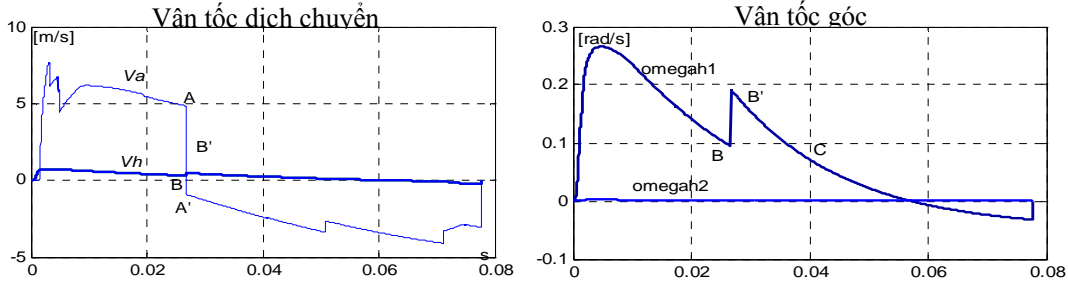
4. Trượt đảo chiều trong quá trình va chạm: $v_1 > 0$ sau đó $v_1 = 0$ và $v_1 < 0$ trong quá trình còn lại. Nếu $v_1 = 0$ và đổi dấu trong giai đoạn nén thì xảy ra trượt đảo chiều giai đoạn nén. Nếu $v_1 = 0$ và đổi dấu trong giai đoạn khôi phục thì xảy ra trượt đảo chiều trong giai đoạn khôi phục.

Xác định vận tốc sau va chạm sử dụng định lý biến thiên động lượng, biến thiên mô men động lượng cho từng vật. Để duy trì sự làm việc liên tục khi hai vật trượt tương đối với nhau khi va chạm, đòi hỏi va chạm giữa hai vật phải rơi vào trường hợp trượt không đổi hướng.

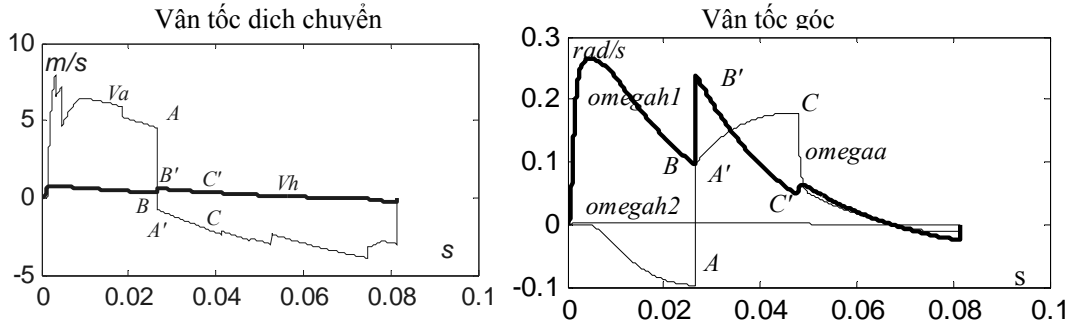
2.3. Tính va chạm cho súng đại liên PKMS

Thời điểm xảy ra va chạm được xác định dựa trên điều kiện biên của dịch chuyển của bộ khóa. Điều kiện xảy ra va chạm $\varphi > \varphi_{\max}$, $\varphi < \varphi_{\min}$, $X = X_{gh}$ ($\varphi_{\max} = 0.0192$ rad, $\varphi_{\min} = -0.0192$ rad, $X_{gh} = 0.143$ m).

Kết quả tính toán trên đồ thị hình 2.11 và 2.12:



Hình 2.11: Vận tốc dịch chuyển và vận tốc góc khi va chạm không khe hở



Hình 2.12: Vận tốc dịch chuyển và vận tốc góc khi va chạm có khe hở

Trong đồ thị, vận tốc tịnh tiến khâu cơ sở và hộp súng là V_a , V_h . Vận tốc quay khâu cơ sở ω_a . Vận tốc quay trong mặt đứng và mặt ngang của súng là ω_{h1} và ω_{h2} . Sự biến thiên không liên tục của vận tốc là do va chạm. Tại điểm va chạm sau cùng vận tốc tịnh tiến của bộ khóa giảm một lượng AA' , đổi dấu, bắt đầu hành trình đẩy lên. Cũng tại vị trí này, do va chạm, vận tốc dịch chuyển và vận tốc quay của thân hộp tăng một lượng BB' . Va chạm bộ khóa với đường thân hộp tại C, C'. Các vị trí khác có bước nhảy về vận tốc là do va chạm giữa khâu cơ sở với các khâu làm việc.

Ảnh hưởng lớn nhất đến ổn định của súng là va chạm sau cùng. Nếu giả thiết bỏ qua va chạm sau cùng, đồ thị vận tốc dịch chuyển và góc quay

không có bước nhảy, không có sự đột biến về vận tốc làm cho tốc độ dịch chuyển và tốc độ quay của súng giảm nhanh chóng, dịch chuyển trong không gian nhỏ, ổn định của súng tăng. Chu kỳ phát bắn tăng lên tới 0,1153s tương đương 520phát/phút, đây là tốc độ bắn quá chậm so với yêu cầu của súng tự động bắn loạt.

Kết luận chương 2

1. Va chạm giữa khâu cơ sở với hộp súng không có khe hở liên kết nhưng điểm va chạm không đối xứng chỉ làm thay đổi vận tốc chuyển động ở đầu và cuối hành trình, không có ảnh hưởng của va chạm trên đường trượt. Va chạm sau cùng gây mất ổn định nhưng có tác dụng làm tăng tốc độ bắn, tăng uy lực của súng, cần làm giảm mà không triệt tiêu va chạm sau cùng.

2. Va chạm khi có khe hở liên kết sẽ xảy ra quá trình trượt, dính. Va chạm trượt xảy ra khi vận tốc tương đối phương tiếp tuyến $v_1 > 0$. Va chạm dính xảy ra khi vận tốc tương đối phương tiếp tuyến $v_1 = 0$. Va chạm dính sẽ gây ra hiện tượng kẹt khâu cơ sở khi chuyển động. Súng tự động khi bắn chỉ xảy ra ra hiện tượng va chạm trượt không đối hướng.

3. Khảo sát va chạm trên súng đại liên PKMS cho thấy khi điểm va chạm không nằm trên trục đối xứng và có khe hở liên kết vận tốc góc nảy tăng 0.0578 Rad/s, chu kỳ làm việc giảm 0,006s. Trường hợp bỏ qua va chạm sau cùng không có sự biến thiên về tốc độ, chu kỳ làm việc giảm tới 0,031s. Va chạm trên biên làm vận tốc góc tăng 0,015rad/s. Như vậy, va chạm khi có khe hở làm súng mất ổn định và giảm tốc độ bắn của súng, làm giảm uy lực của súng. Giải quyết bài toán có va chạm có khe hở sẽ nâng cao độ chính xác lời giải của bài toán chuyển động, và có thể áp dụng để nâng cao độ chính xác bắn, phục vụ cho thiết kế và khai thác súng.

Chương 3: Nghiên cứu ảnh hưởng va chạm giữa khâu cơ sở và hộp súng đến chuyển động của súng và độ chính xác khi bắn

3.1. Chuyển động của súng khi có va chạm không đối xứng, không khe hở giữa khâu cơ sở và hộp súng.

3.1.1. Mô hình tính toán và hệ phương trình vi phân chuyển động

Nội dung phần này trình bày phương pháp xây dựng mô hình và phương trình chuyển động của súng tự động có giá khi không có khe hở liên kết khâu cơ sở và hộp súng. Hệ phương trình vi phân chuyển động được xây dựng trên cơ sở của phương trình Lagrange loại 2 [23]. Hệ có bốn bậc tự do ($j=4$), $q_1=x_a$; $q_2=x_h$; $q_3=\varphi_h$; $q_4=\beta_h$.

Hệ phương trình vi phân chuyển động được xây dựng như sau:

$$\begin{cases} m_{11}\ddot{x}_a + m_{12}\ddot{x}_h = F_A \\ m_{21}\ddot{x}_a + m_{22}\ddot{x}_h = F_H \\ m_{31}\ddot{\varphi}_h = F_\varphi \\ m_{41}\ddot{\beta}_h = F_\beta \end{cases} \quad (3.17)$$

$$m_{11} = M_a + \sum_{i=1}^n \frac{k_i^2}{\eta_i} m_i; \quad m_{12} = M_a + \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{\eta_i} m_i \cos\alpha_i; \quad m_{21} = M_a + \sum_{i=1}^n m_i k_i \cos\alpha_i; \quad m_{22} = M_a + M_h + \sum_{i=1}^n m_i$$

$$m_{31} = J_{cz} + M_a(L_{ax} - x_a - x_h)^2 + M_h(L_{hx} - x_h)^2 + \sum_{i=1}^n m_i [(L_{ix} - x_i \cos\alpha_i)^2 + (L_{iy} + x_i \sin\alpha_i)^2]$$

$$m_{41} = J_{cz} + M_a(L_{ax} - x_a - x_h)^2 + M_h(L_{hx} - x_h)^2 + \sum_{i=1}^n m_i [(L_{ix} - x_i \cos\alpha_i)^2 + (L_{iz} + x_i \sin\alpha_i)^2]$$

$$F_A = P_a - \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{\eta_i} P_i - c_a(f_a + x_a) - \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{\eta_i} m_i \frac{dk_i}{dx_a} - I_{a1}\dot{\varphi}_h^2 - I_{a2}\dot{\beta}_h^2;$$

$$F_H = P_{dn} + Q_h \sin\varphi - \xi_{41} P_a - F_{ms} \text{sign} \dot{x}_h - [M_a(L_{ax} - x_a - x_h) + M_h(L_{hx} - x_h)](\dot{\varphi}_h^2 + \dot{\beta}_h^2) - (C_{vx} + 2C_{nx})x_h - C_{vx}f_v - (b_{vx} + 2b_{nx})\dot{x}_h$$

$$F_\varphi = P_{dn} L_{ny} - \xi_{41} P_a L_{ky} + Q_h \sin\varphi - Q_h \cos\varphi - C_{vy}f_v - L_{hx}^2 (b_{vy} + 2b_{ny})\dot{\varphi}_h - (C_{vy}L_{vy}^2 + 2C_{ny}L_{hx}^2)\varphi_h + I_{\varphi 1}\dot{x}_a\dot{\varphi}_h + I_{\varphi 2}\dot{x}_h\dot{\varphi}_h;$$

$$F_\beta = P_{dn} L_{hz} - 2F_{ms} L_{nz} - 2L_{hx}^2 b_{nz}\dot{\beta}_h - 2C_{nz}L_{hx}^2\beta_h + I_{\beta 1}\dot{x}_a\dot{\beta}_h + I_{\beta 2}\dot{x}_h\dot{\beta}_h$$

3.1.2. Ngoại lực tác dụng lên cơ hệ

Nội dung phần này xác định các ngoại lực tác dụng lên cơ hệ khi bắn gồm:

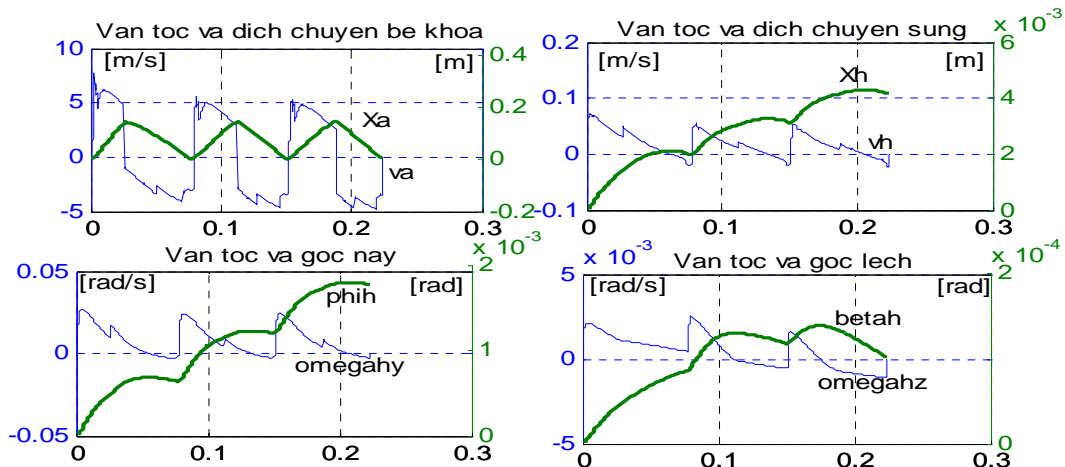
- Lực của áp suất khí thuốc trong nòng;
- Lực tác dụng lên thiết bị trích khí;
- Lực kéo dây băng;
- Lực rút vỏ đạn;
- Tác dụng của nền đặt bắn;
- Lực tác dụng của xạ thủ.

3.1.3. Hệ phương trình vi phân giải bài toán chuyển động của súng khi không có khe hở liên kết khâu cơ sở và hộp súng

Kết hợp hệ phương trình thuật phóng trong (3.19), hệ phương trình mô tả quá trình nhiệt động trong buồng khí (3.27), hệ phương trình vi phân chuyển động của súng (3.17) ta có hệ phương trình giải bài toán chuyển động của súng. Khi nghiên cứu ảnh hưởng của va chạm đến chuyển động của súng ta phân đoạn chuyển động của khâu cơ sở để tính chuyển động êm và chuyển động khi xảy ra va chạm của súng.

3.1.4. Giải bài toán chuyển động súng đại liên PKMS khi có va chạm không đối xứng và không tính đến khe hở liên kết.

Kết quả tính toán khi bắn loạt 3 phát:



Hình 3.9: Kết quả bắn 3 phát khi va chạm không đối xứng, không khe hở

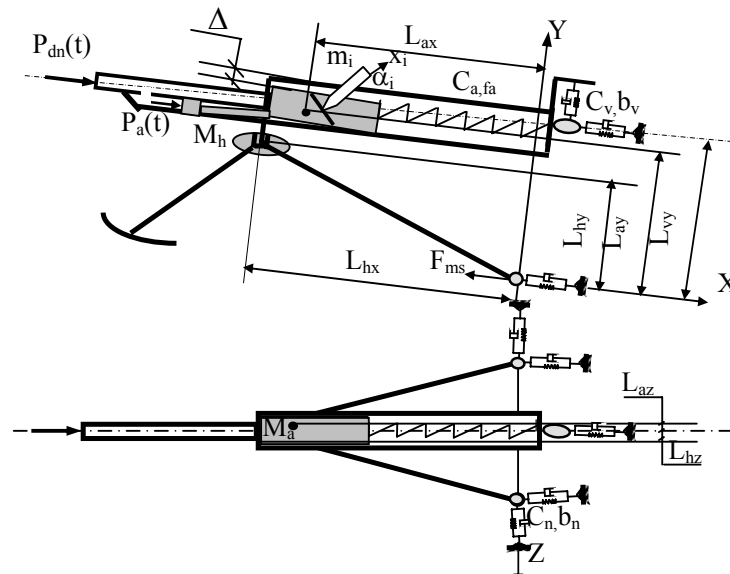
Nhận xét: Khi bắn súng dịch chuyển trong không gian, dịch chuyển lớn nhất là góc nẩy đứng của súng, góc lệch ngang nhỏ. Va chạm giữa khâu cơ sở và hộp súng làm thay đổi vận tốc của súng sau va chạm, do đó làm thay đổi các tham số chuyển động của cả hệ. Va chạm giữa khâu cơ sở và các khâu trung gian thứ i trong quá trình chuyển động có ảnh hưởng nhỏ đến ổn định của súng. Khi bỏ qua khe hở liên kết khâu cơ sở chỉ chuyển động tịnh tiến dọc theo hộp súng.

Khi điểm va chạm không nằm trên trục đối xứng, va chạm sẽ tạo ra mô men làm tăng chuyển động quay tương đối giữa khâu cơ sở và hộp súng. Khi chế tạo súng cũng như sau một quá trình khai thác sử dụng các chi tiết bị mòn và biến dạng, điều này dẫn đến điểm va chạm thường không nằm trên trục đối xứng dẫn đến sự mất ổn định khi bắn.

3.2. Chuyển động của súng khi có ảnh hưởng va chạm không đối xứng và có khe hở giữa khâu cơ sở và hộp súng

3.2.1. Mô hình tính toán và hệ phương trình vi phân chuyển động

Các giả thiết xây dựng mô hình tương tự như các giả thiết đã nêu ở phần 3.1 được bổ sung thêm là liên kết động giữa khâu cơ sở và hộp súng có khe hở dọc, bỏ qua khe hở ngang. Liên kết giữa khâu cơ sở và khâu thứ i là lý tưởng và không có khe hở. Khe hở phụ thuộc giữa piston và buồng khí cố định không có biến dạng đàn hồi, không thay đổi.



Hình 3.10: Mô hình chuyển động khi có khe hở khâu cơ sở và hộp súng

Các ký hiệu trên hình: M_a , M_h , m_i là khối lượng khâu cơ sở, hộp súng và khâu làm việc; $P_{dn}(t)$, $P_a(t)$ là lực tác dụng của khí thuốc trong nòng và trong buồng khí; C_a , f_a là độ cứng và lực nén ban đầu của lò xo đẩy về; C_v , b_v là độ cứng và cản nhớt của vai người bắn; C_n , b_n là độ cứng và hệ số cản

nhót của nển; F_{ms} là lực cản ma sát của nển; α_i góc hợp giữa khâu thứ i với phương chuyển động; $L_{ax}, L_{hx}, L_{ay}, L_{hy}, L_{az}, L_{hz}, L_{vy}$ là khoảng cách từ tâm quay hệ tới khối tâm các vật và điểm tỳ vai; Δ là khe hở dọc khâu cơ sở và hộp súng. Hệ có 5 bậc tự do ($j=5$): $q_1=x_a$; $q_2=x_h$; $q_3=\varphi_a$; $q_4=\varphi_h$; $q_5=\beta_h$.

Xây dựng hệ phương trình vi phân mô tả chuyển động của hệ:

$$\begin{cases} m_{11}\ddot{x}_a + m_{12}\ddot{x}_h = F_A \\ m_{21}\ddot{x}_a + m_{22}\ddot{x}_h = F_H \\ m_{31}\ddot{\varphi}_a + m_{32}\ddot{\varphi}_h = F_{\varphi A} \\ m_{41}\ddot{\varphi}_a + m_{42}\ddot{\varphi}_h = F_{\varphi H} \\ m_{51}\ddot{\beta}_h = F_\beta \end{cases} \quad (3.74)$$

$$m_{11} = M_a + \sum_{i=1}^n m_i \frac{k_{xi}^2}{\eta_{xi}}; \quad m_{12} = M_a + \sum_{i=1}^n m_i \frac{k_{xi}}{\eta_{xi}} \cos \alpha_i; \quad m_{21} = M_a + \sum_{i=1}^n m_i k_{xi} \cos \alpha_i; \quad m_{22} = M_a + M_h + \sum_{i=1}^n m_i;$$

$$m_{31} = j_{oaz} + M_a (L_{ax} - x_a - x_h)^2 + M_a L_{ay}^2 + \sum_{i=1}^n m_i \frac{k_{qi}^2}{\eta_{qi}}; \quad m_{32} = j_{oaz} + M_a (L_{ax} - x_a - x_h)^2 + M_a L_{ay}^2 + \sum_{i=1}^n \frac{k_{qi}}{\eta_{qi}} m_i$$

$$m_{41} = j_{oaz} + M_a (L_{ax} - x_a - x_h)^2 + M_a L_{ay}^2 + \sum_{i=1}^n k_{qi} m_i; \quad m_{42} = j_{az} + 2M_a (L_{ax} - x_a - x_h)^2 + M_h (L_{hx} - x_h)^2 + \sum_{i=1}^n m_i [(L_{ix} - x_i \cos \alpha_i)^2 + (L_{iy} + x_i \sin \alpha_i)^2]$$

$$m_{51} = I_{cy} + M_a (L_{ax} - x_a - x_h)^2 + M_h (L_{hx} - x_h)^2 + \sum_{i=1}^n m_i [(L_{ix} - x_i \cos \alpha_i)^2 + (L_{iz} + x_i \sin \alpha_i)^2]$$

$$F_A = P_a + Q_a \sin(\varphi_a + \varphi_h) - \sum_{i=1}^n \frac{k_{xi}}{\eta_{xi}} P_{xi} - c_a (f_a + x_a) - m_{a1} \dot{x}_a^2 - m_{a2} \dot{x}_a \dot{\varphi}_a - m_{a3} \dot{\varphi}_a^2 - m_{a4} \dot{\varphi}_a \dot{\varphi}_h - m_{a5} \dot{\varphi}_h^2 - m_{a6} \dot{\beta}_h^2$$

$$F_H = P_{dn} + Q_h \sin \varphi - p_a - F_{ms} \text{sign} \dot{x}_h - (C_{vx} + 2C_{nx}) x_h - C_{vx} f_v - (b_{vx} + 2b_{nx}) \dot{x}_h - m_{h1} \dot{\varphi}_h^2 - m_{h2} \dot{\beta}_h^2;$$

$$F_{\varphi A} = P_a L_{ky} - \Pi_a L_{vy} + Q_a \cos(\varphi_a + \varphi_h) L_{ay} - Q_a \sin(\varphi_a + \varphi_h) L_{ax} - \sum_{i=1}^n \frac{k_{qi}}{\eta_{qi}} P_{qi} - m_{q1} \dot{\varphi}_a^2 + m_{q2} \dot{\varphi}_a \dot{x}_a + m_{q3} \dot{x}_a^2 + m_{q4} \dot{x}_a \dot{\varphi}_h + m_{q5} \dot{x}_a \dot{x}_h - m_{q6} \dot{\varphi}_h^2 - m_{q7} \dot{\beta}_h^2$$

$$F_{\varphi H} = P_h L_{vy} - P_a L_{ky} + Q_h \sin \varphi L_{hy} - Q_h \cos \varphi L_{hx} - C_{vy} (f_v + L_{vy}) L_{vy} - L_{hx}^2 b_{vh} \dot{\varphi}_a^2 + m_{h2} \dot{\varphi}_a \dot{x}_a + m_{h3} \dot{\varphi}_a \dot{\varphi}_h + m_{h4} \dot{x}_a \dot{\varphi}_h + m_{h5} \dot{x}_h \dot{\varphi}_h;$$

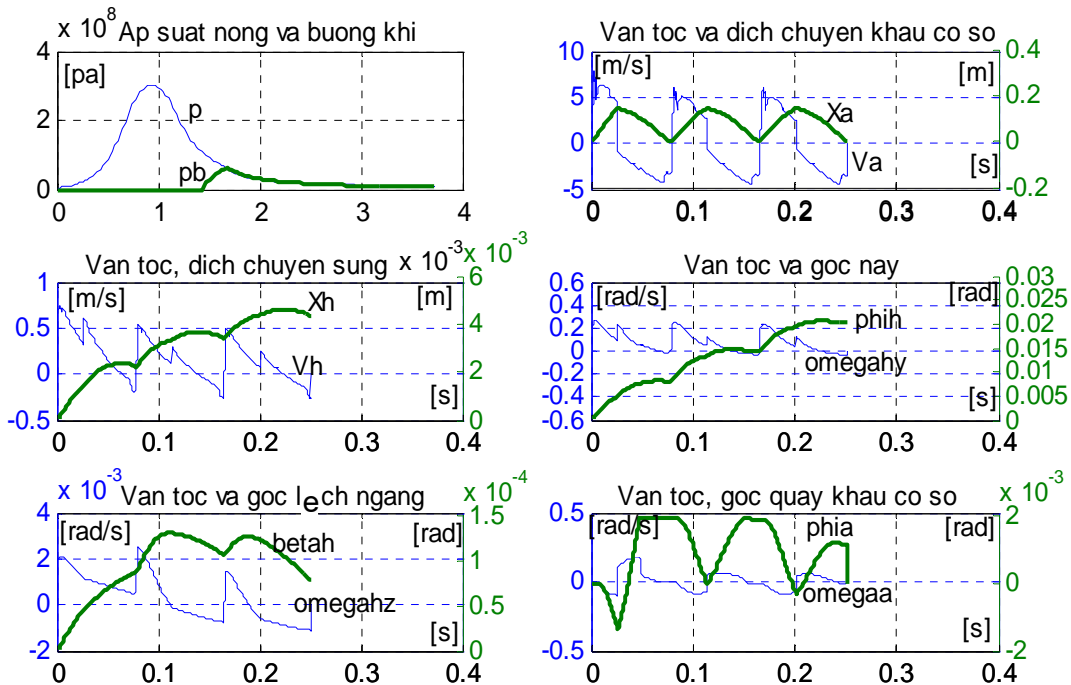
$$F_{\beta H} = P_{dn} L_{hz} - 2F_{ms} L_{nz} - 2L_{hx}^2 b_{nz} \dot{\beta}_h - 2C_{nz} L_{hx}^2 \beta_{hh} + m_{\beta 1} \dot{x}_a \dot{\beta}_h + m_{\beta 2} \dot{x}_h \dot{\beta}_h;$$

3.2.2. Hệ phương trình vi phân chuyển động của súng

Kết hợp hệ phương trình thuật phóng trong (3.19), hệ phương trình mô tả quá trình nhiệt động trong buồng khí (3.27), hệ phương trình vi phân ổn định của súng (3.74) ta có hệ phương trình giải bài toán ổn định của súng khi có khe hở giữa khâu cơ sở và hộp súng .

3.2.3. Giải bài toán ổn định súng đại liên PKMS

Kết quả tính toán:



Hình 3.14: Kết quả bắn loạt 3 phát, va chạm có khe hở, không đối xứng

Nhận xét: Kết quả tính chuyển động của khâu cơ sở tương đối sát với kết quả thử nghiệm [34] và các kết quả trong các tài liệu của nhà sản xuất. $p_{\max} = 3.027 \cdot 10^8$ [pa], theo tài liệu của nhà sản xuất $3.050 \cdot 10^8$ [pa], sai số 0,3%. Vận tốc đầu nòng là 812 [m/s], theo tài liệu của nhà sản xuất là 825 [m/s], sai số 0,9%. Khi có khe hở, đồ thị kết quả có thêm vận tốc quay của khâu cơ sở ω_a và có va chạm trên thành hộp khi quay.

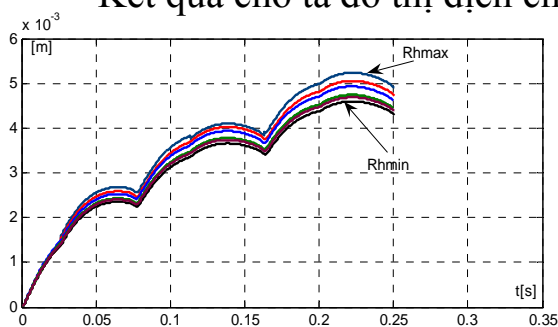
Thời gian chu kỳ phát bắn là 0,084[s] tương đương 722 phát/phút, thời gian chu kỳ phát bắn không có khe hở là 0.078[s] tương đương 770phát/phút. Tốc độ bắn Viện Vũ khí đo 734phát/phút, trong tài liệu của nhà sản xuất 700 ÷ 750phát/phút. Như vậy khi có khe hở chu kỳ phát bắn sát với chu kỳ thực khi bắn. Góc nẩy thay đổi lớn nhất, cuối phát 3 là 0.00201rad, không có khe hở 0.0018rad. Dịch chuyển lùi của súng thay đổi nhỏ, cuối phát 3 là 0.0043m, không có khe hở là 0.0040m. Góc lệch ngang thay đổi nhỏ nhất, cuối phát 3 0.00123rad, không khe hở 0.00118rad. Súng mất ổn định hơn khi có ảnh hưởng va chạm có khe hở.

3.3. Khảo sát ảnh hưởng va chạm không đối xứng và có khe hở giữa khâu cơ sở với hộp súng tới độ chính xác bắn

3.3.1. Ảnh hưởng của va chạm không đối xứng

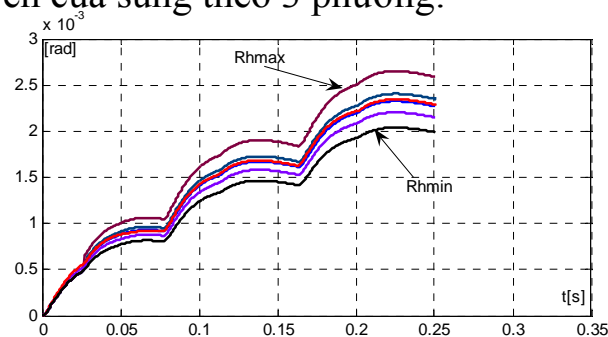
Giữ nguyên các giá trị khác, thay đổi điểm va chạm theo 6 giá trị khác nhau: $r_h = [56 \ 57.5 \ 58 \ 58.5 \ 59.7 \ 60.5] \text{mm}$.

Kết quả cho ta đồ thị dịch chuyển của súng theo 3 phương:

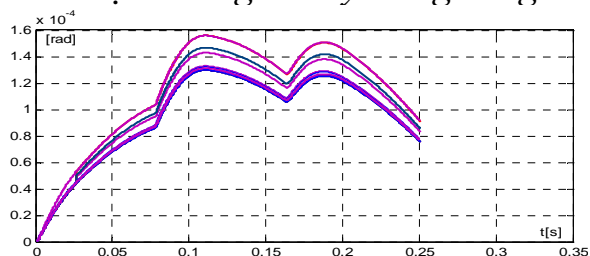


Hình 3.20: Ảnh hưởng của điểm va chạm đến dịch chuyển lùi súng

Dịch chuyển của súng thay đổi từ 0.00438m đến 0.00461m (đến cuối phát bắn thứ 3). Điểm va chạm càng bị đẩy lên phía trên hộp súng càng làm cho thân súng bị dịch chuyển về sau.



Hình 3.21: Ảnh hưởng của điểm va chạm đến góc nẩy đứng súng



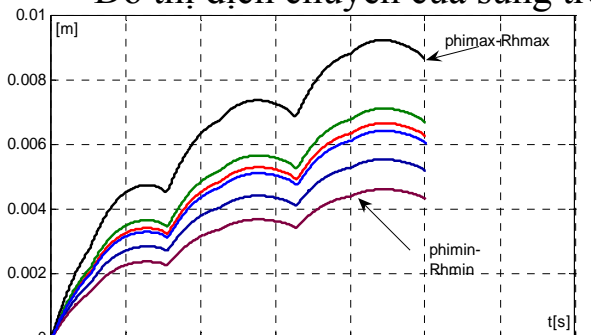
Hình 3.22: Ảnh hưởng của điểm va chạm đến góc lệch ngang súng

Góc nẩy đứng thay đổi rõ rệt từ dịch chuyển nhỏ nhất là 0.00201rad đến 0.00265rad. Góc nẩy lớn nhất với R_{hmax} là 0.00273rad (hình 3.21). Dựa trên cơ sở của lý thuyết bắn, khi điểm va chạm sai lệch ứng với r_{hmax} góc nẩy đứng của súng như đã xét, ta có sai lệch trên bia từ 20-27,3cm theo lý thuyết hiệu chỉnh thì góc nẩy lớn nhất đã làm cho súng lệch khỏi phạm vi của độ trúng cho phép là 5cm. Giá trị này có thể hiệu chỉnh bằng đầu ngắm trên súng hoặc giảm va chạm bằng miếng đệm giảm va đập giữa bộ khóa và hộp súng. Góc lệch ngang thay đổi nhỏ từ 0.00123rad đến 0.00151rad.

3.3.2. Ảnh hưởng của va chạm khi thay đổi khe hở

Giữ nguyên các thông số khác về kết cấu, khảo sát ổn định khi giá trị khe hở đường trượt thay đổi. Chọn sáu giá trị kích thước khe hở để khảo sát là: $\Delta_{dt} = [1.5 \ 1.75 \ 2.0 \ 2.3 \ 2.55 \ 2.75]$ mm. Tương ứng các giá trị góc quay: $\varphi = [0.0192 \ 0.0224 \ 0.0256 \ 0.0295 \ 0.0327 \ 0.0352]$ rad. Đồng thời giá trị sai lệch của điểm va chạm: $r_h = [56 \ 57.5 \ 58 \ 58.5 \ 59.7 \ 60.5]$ mm.

Đồ thị dịch chuyển của súng trên các hình từ 3.26 đến 3.28.

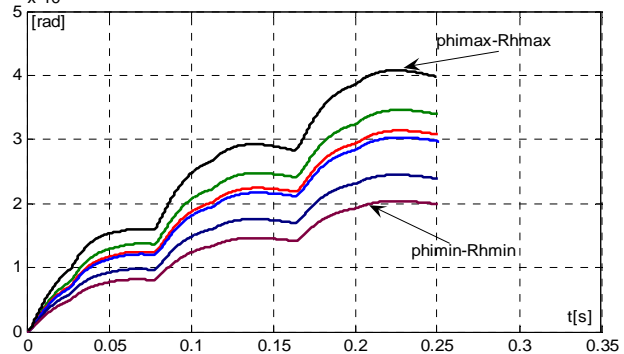


Hình 3.26: Ảnh hưởng khi thay đổi khe hở đến dịch chuyển lùi của súng

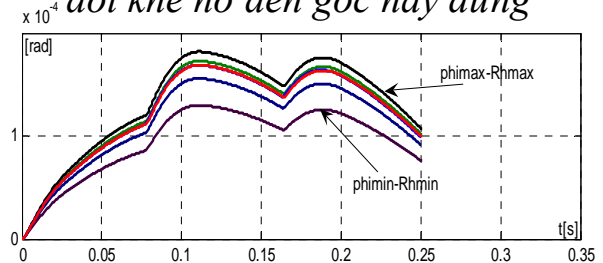
Khi thay đổi khe hở giữa bộ khóa nòng và hộp súng, dịch chuyển lùi của súng thay đổi (hình 3.26). Khe hở càng lớn làm cho góc quay khâu cơ sở càng lớn, kết hợp với điểm va chạm thay đổi làm cho dịch chuyển lùi tăng

lên từ 4.38mm đến 8.34mm. Khi khe hở từ 1.5mm đến 2.55mm dịch chuyển lùi tăng 5.22mm (bằng khoảng 1mm), nhưng khi khe hở đến 2.75mm thì dịch chuyển lùi tăng lên đến 8.34mm (bằng khoảng 3.96mm) làm cho góc bắn của súng thay đổi, ảnh hưởng đến độ chụm khó có thể điều chỉnh được.

Khi khảo sát với khe hở tăng dần, góc nẩy đứng thay đổi rõ rệt (hình 3.27). Khi bắn loạt 3 phát với khe hở nhỏ nhất góc nẩy đứng là 0.00201rad



Hình 3.27: Ảnh hưởng khi thay đổi khe hở đến góc nẩy đứng



Hình 3.28: Ảnh hưởng khi thay đổi khe hở đến góc lệch ngang

còn với khe hở lớn nhất góc nẩy đứng là 0.00402rad . Căn cứ vào bảng hiệu chỉnh và công thức (1.1), (1.2) ta xác định khoảng sai lệch trên bia nhỏ nhất 20.1cm của súng nguyên mẫu và khoảng sai lệch trên bia lớn nhất 40.2cm . Với phạm vi như vậy các phát bắn sau cùng đã nằm ngoài vòng đo độ chụm $\Phi 15\text{cm}$. Khe hở $2,75\text{mm}$ gây va chạm mạnh làm súng không bảo đảm độ chụm khi bắn. Trên đồ thị hình 3.29, góc lệch ngang thay đổi nhỏ từ 0.00123rad đến 0.00179rad , góc lệch ngang ảnh hưởng không đáng kể khi ta thay đổi khe hở giữa bộ khóa và hộp súng.

Kết luận chương 3

1. Chuyển động của súng trên mô hình không có khe hở giữa khâu cơ sở và hộp súng chỉ có 4 bậc tự do, không có chuyển động quay của khâu cơ sở khi bắn. Điểm va chạm không nằm trên trục đối xứng sẽ tạo ra mô men làm tăng chuyển động quay tương đối giữa khâu cơ sở và hộp súng. Chu kỳ phát bắn là $0.078[\text{s}]$ tương đương 770phát/phút .

2. Xây dựng mô hình chuyển động của súng khi có khe hở liên kết khâu cơ sở và hộp súng. Mô hình mới có thêm một bậc tự do là chuyển động quay của khâu cơ sở, chuyển động này tạo các va chạm với hộp súng trên đường chuyển động. Thời gian chu kỳ phát bắn là $0,084[\text{s}]$ tương đương tốc độ bắn lý thuyết là 722phát/phút . Thời gian chu kỳ thực nghiệm do Viện Vũ khí đo là $0,0817[\text{s}]$, tương đương tốc độ bắn 734phát/phút . Tốc độ bắn ghi trong tài liệu của nhà sản xuất là $700 \div 750\text{phát/phút}$. Kết quả tính toán cho thấy, mô hình có khe hở liên kết chu kỳ phát bắn sát với chu kỳ thực và chu kỳ tiêu chuẩn của nhà sản xuất khi bắn.

3. Khác biệt đáng kể khi tính toán theo hai mô hình là thời gian làm việc của một chu trình và va chạm sau cùng ảnh hưởng đến dịch chuyển và góc nẩy của súng. Khi có khe hở va chạm, góc nẩy thay đổi lớn nhất, cuối

loạt bắn 3 phát tăng lên là 0.00021rad so với khi không có khe hở. Dịch chuyển lùi của súng thay đổi nhỏ, cuối loạt bắn 3 phát là 0.0043m , không có khe hở là 0.0003m . Góc lệch ngang thay đổi nhỏ nhất, cuối loạt 3 là 0.00005rad . Kết quả tính toán cho thấy chuyển động của súng khi có ảnh hưởng của va chạm có khe hở và điểm va chạm không đối xứng tăng lên làm cho súng mất ổn định khi bắn..

4. Khe hở liên kết giữa khâu cơ sở và hộp súng thay đổi làm dịch chuyển súng thay đổi. Khe hở trong phạm vi từ 1.0mm đến 2.0mm việc tháo lắp là dễ dàng. Khi tăng tiếp giá trị khe hở đường trượt, sẽ gây ra va chạm mạnh và làm mất ổn định cho súng khi bắn, nhất là khi bắn loạt. Khi khe hở đường trượt tăng đến 2.5mm cần phải hiệu chỉnh lại bộ phận ngắm bắn để đảm bảo chính xác bắn. Khi khe hở vượt quá $2,5\text{mm}$ gây va chạm mạnh súng không đạt độ chụm không thể hiệu chỉnh bằng bộ phận ngắm cần thay thế bộ khóa nòng hoặc giảm va chạm bằng bộ phận giảm va. Đây là một trong những vấn đề cần đặc biệt chú ý khi tiến hành hiệu chỉnh súng cũng như bắn thử nghiệm trong nghiên cứu.

5. Điểm va chạm càng dịch lên trên hộp súng (từ $0.056\text{m} \div 0.0605\text{m}$), súng càng mất ổn định khi bắn (góc nẩy tăng $0.00201\text{rad} \div 0.00273\text{rad}$, dịch chuyển lùi tăng $0.00438\text{m} \div 0.00461\text{m}$). Khi chế tạo cần đưa điểm va chạm xuống dưới nhưng không làm ảnh hưởng đến lò xo đẩy về.

Chương 4: Thực nghiệm đo dịch chuyển súng đại liên PKMS

4.1. Mục đích thực nghiệm

Đo dịch chuyển của súng đại liên PKMS khi thay đổi các điều kiện va chạm là giá trị khe hở đường trượt trên bộ khóa so với hộp súng.

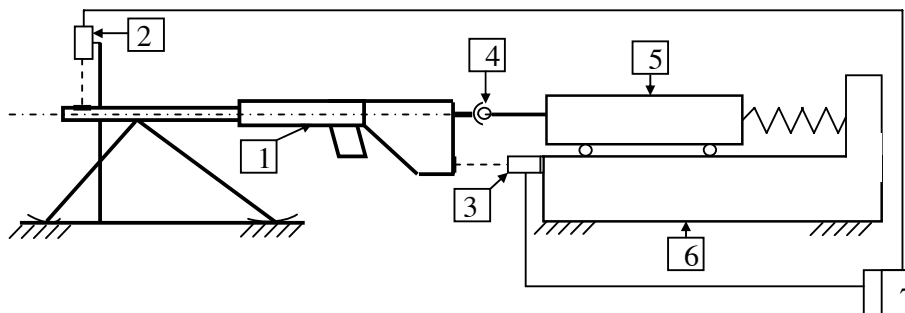
4.2. Nội dung phương pháp tiến hành

4.2.1. Đối tượng và điều kiện thực nghiệm

Thực nghiệm được tiến hành tại hầm thử nghiệm của Trung tâm thử nghiệm Vũ khí-HVKTQS. Súng thử nghiệm là đại liên 7,62mm PKMS đặt trên giá 3 chân. Đạn 7,62x54mm (K53) cùng lô 188-82 do Nga sản xuất.

4.2.2. Hệ thống đo và phương pháp thực nghiệm

1. Hệ thống đo gồm Thiết bị DEWETRON 3000 và Cảm biến H7.
2. Mô hình kết cấu thực nghiệm và bố trí các vị trí đo trên súng.



Hình 4.4: Sơ đồ khối mô tả hệ thống thực nghiệm

1. Đối tượng đo; 2,3. Cảm biến đo dịch chuyển; 4. Khớp cầu; 5. Khối lùn và lò xo; 6. Giá chuyên dùng; 7. Thiết bị Dewetron 3000.

4.2.3. Các phương án đo và quy trình tiến hành thực nghiệm

Bảng 4.1: Giá trị kích thước các mẫu thử nghiệm và thứ tự đo

Phương án đo	Đo dịch chuyển súng	Lần đo	Số lần bắn		Ghi chú
			Phát 1	3 phát	
1	Bộ khóa có khe hở 1.5	10	5	5	nguyên mẫu
2	Bộ khóa có khe hở 1.75	10	5	5	
3	Bộ khóa có khe hở 2.00	10	5	5	
4	Bộ khóa có khe hở 2.30	10	5	5	
5	Bộ khóa có khe hở 2.55	10	5	5	
6	Bộ khóa có khe hở 2.75	10	5	5	
Tổng số			30	30 (90v)	

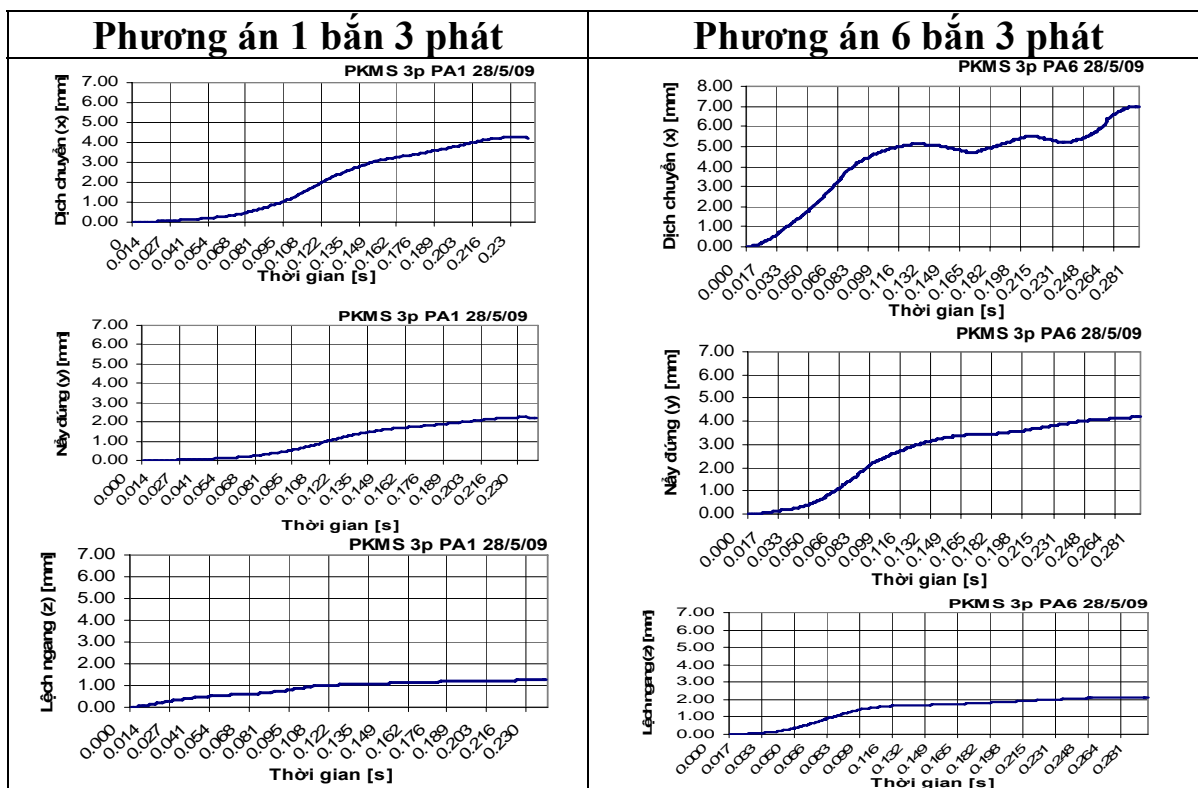
Quá trình đo được thực hiện theo các phương án được trình bày ở bảng 4.1. Mẫu thử nghiệm là bộ khóa nòng của súng đại liên PKMS do nhà máy Z111 gia công theo các kích thước của phương án thử nghiệm.

4.3. Kết quả bắn thử nghiệm.

4.3.1. Đọc file dữ liệu thực nghiệm và xấp xỉ các đoạn chia của đồ thị

Theo phương án thử nghiệm đã trình bày, quá trình thử nghiệm đã

thực hiện sáu phương án với 120 phép đo cho 12 trường hợp. Phương án thứ 6 có 3 loạt bắn bị kẹt lò xo đẩy về do khe hở quá lớn. Do số lượng phép đo lớn nên luận án chỉ đưa vào các kết quả các phương án đặc trưng. Khoảng xấp xỉ lựa chọn là khoảng thời gian của từng phát bắn trong loạt.



Hình 4.8: Kết quả đo phương án 1, phương án 6 bắn loạt 3 phát

4.3.2. Xác định số liệu thực nghiệm đối với các phương án đo

Sau khi xử lý các số liệu thực nghiệm ta nhận được các kết quả đo dịch chuyển của súng trong không gian.

4.4. ĐÁNH GIÁ SAI SỐ

4.4.1. Phương pháp đánh giá sai số

Tính toán sai số ngẫu nhiên, sử dụng các đặc tính số là kỳ vọng toán học và độ lệch bình quân phương. Các đặc trưng thống kê này để đánh giá sai số kết quả đo.

4.4.2. Kết quả đánh giá sai số

a. Đánh giá sai số thực nghiệm của súng nguyên mẫu

Bảng 4.6: Kết quả tính sai số góc nẩy đứng (cuối phát bắn 3, $\Delta=1.5$)

Lần đo	Giá trị [Rad]	Trung bình	V_i	$\sum_1^5 V_i^2$	σ^*	$\sigma_{\bar{x}}^*$	$\Delta'_{1,2}$	$\varepsilon(\%)$
1	2.15e-3	2.32e-3 3	-1.68e-4	5.87e-8	1.21e-4	5.42e-5	1.51e-4	-7.25
2	2.23e-3		-8.80e-5					-3.80
3	2.42e-3		1.02e-4					4.40
4	2.41e-3		9.20e-5					3.97
5	2.38e-3		6.20e-5					2.67
Kết quả tính sai số góc nẩy phương đứng = (0.00232 ± 0.000151) [Rad]								
Sai số bình quân phương tương đối $\gamma_{\bar{x}} = 2.34\%$								

b. Đánh giá sai số trong trường hợp có khe hở thực nghiệm ($\Delta=2.55$)

Thực hiện tương tự như đánh giá cho súng nguyên mẫu với các khe hở thực nghiệm khác nhau. Kết quả sai số tương đối của một phép đo $\varepsilon(\%)$ không quá 10%, sai số bình quân phương tương đối $\gamma_{\bar{x}}$ không quá 5%.

4.4.3. So sánh kết quả tính toán lý thuyết và thực nghiệm

Bảng 4.17: So sánh kết quả lý thuyết và thực nghiệm dịch chuyển lùn [mm]

Phương án	Kết thúc phát 1			Kết thúc phát 3		
	LT	TN	Sai số %	LT	TN	Sai số %
Phương án 1	2.25	2.188	2.83	4.38	4.252	3.01
Phương án 2	2.89	2.41	19.91	5.22	4.72	10.59
Phương án 3	3.22	2.844	13.22	5.97	5.06	17.03
Phương án 4	3.30	2.914	13.25	6.23	5.326	16.97
Phương án 5	3.71	3.182	16.59	6.92	5.928	16.73
Phương án 6	4.73	4.06	16.05	8.34	6.98	19.41

Bảng 4.18: So sánh kết quả lý thuyết và thực nghiệm góc nẩy đứng [rad]

Phương án	Kết thúc phát 1			Kết thúc phát 3		
	LT	TN	Sai số %	LT	TN	Sai số %
Phương án 1	0.00098	0.00121	19.00	0.00201	0.00232	13.36
Phương án 2	0.00104	0.00129	19.37	0.00246	0.00267	7.87
Phương án 3	0.00123	0.00138	12.19	0.00301	0.00317	5.05
Phương án 4	0.00139	0.00146	4.79	0.00312	0.00331	5.74
Phương án 5	0.00175	0.00197	11.16	0.00347	0.00375	7.47
Phương án 6	0.00196	0.00230	14.78	0.00402	0.00423	4.96

Ghi chú: Phương án 6 chỉ thực hiện được hai loạt bắn 3 phát.

Kết luận chương 4

1. Kết quả thử nghiệm đã khẳng định mức độ chính xác của các phương án đo, sai số tương đối của các phương án không quá 10%. Trang thiết bị thử nghiệm có độ chính xác cao, chất lượng ổn định.

2. Biên dạng chung của đồ thị lý thuyết phù hợp với biên dạng của đồ thị thực nghiệm. Sự thay đổi điều kiện va chạm của khâu cơ sở với hộp súng dẫn đến ảnh hưởng khác nhau đến chuyển động của súng. Khi tăng kích thước khe hở đồng thời với việc thay đổi điểm va chạm, dịch chuyển của súng trong không gian tăng (phương X từ $4,3 \div 7,0$ mm, phương Y từ $2,3 \div 4,3$ mm, phương Z từ $1,3 \div 2,1$ mm). Kết quả trên đã phản ánh quá trình dịch chuyển của súng phù hợp với các kết quả tính toán lý thuyết.

3. Kết quả thực nghiệm sai khác không nhiều so với kết quả tính toán lý thuyết (sai lệch góc nẩy trung bình là 7,4% và không quá 14,0%, sai lệch dịch chuyển lùi trung bình 14% và không quá 20%, sai lệch góc lệch ngang trung bình 10,4% và không quá 19%), chứng tỏ mô hình bài toán lý thuyết đúng đắn và có thể sử dụng để khảo sát theo yêu cầu đề tài.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Luận án đã khảo sát các mô hình hiện có, đánh giá ưu nhược điểm và đưa ra mô hình chuyển động súng kết hợp với mô hình va chạm khâu cơ sở và hộp súng sát với thực tế chế tạo và khai thác vũ khí hiện nay.

2. Xây dựng hệ phương trình vi phân chuyển động và giải bài toán chuyển động súng đại liên PKMS trong không gian khi có ảnh hưởng va chạm không đối xứng và có khe hở liên kết giữa khâu cơ sở và hộp súng. Khe hở này tạo thêm một bậc tự do là chuyển động quay của khâu cơ sở và làm sai lệch điểm va chạm so với vị trí ban đầu. Kết quả tính toán cho thấy khi có khe hở liên kết, thời gian làm việc một chu trình phát bắn tiến sát với chu

kỳ thực (chu kỳ phát bắn có khe hở là 0,084 [s], chu kỳ phát bắn không có khe hở là 0.078[s], chu kỳ thực nghiệm là 0,0817 [s]). Mô hình tính toán có khe hở va chạm sẽ nâng cao độ chính xác lời giải bài toán chuyển động súng, phù hợp với thực tế và có thể áp dụng để nâng cao độ chính xác bắn.

3. Khảo sát ảnh hưởng của điểm va chạm và các khe hở va chạm giữa bộ khóa nòng và hộp súng tới ổn định của súng. Kết quả đưa ra giá trị ảnh hưởng của khe hở và điểm va chạm tới ổn định của súng khi bắn. Khe hở trong phạm vi từ 1.0mm đến 2.0mm việc tháo lắp và chuyển động dễ dàng. Khe hở tăng đến 2.5mm cần hiệu chỉnh lại bộ phận ngắm để đảm bảo chính xác bắn. Khi khe hở vượt quá 2,5mm gây va chạm mạnh, súng không đạt độ chụm. Khe hở mòn dẫn đến điểm va chạm thay đổi. Điểm va chạm càng dịch lên trên hộp súng, càng làm súng mất ổn định khi bắn. Kết quả khảo sát là một trong những vấn đề cần chú ý khi tiến hành hiệu chỉnh súng cũng như bắn thử nghiệm trong nghiên cứu.

4. Kết quả thực nghiệm đo các thông số dịch chuyển đã phản ánh quy luật biến thiên các thông số chuyển động của hệ phù hợp với các kết quả tính toán lý thuyết.

Một số điểm đóng góp mới của luận án:

- Xây dựng mô hình tính toán ổn định cho súng tự động có kể đến ảnh hưởng va chạm không đối xứng và có khe hở liên kết giữa khâu cơ sở và hộp súng. Mô hình mới phản ánh sát với thực tế hơn so với các mô hình đã có.

- Xây dựng mới hệ phương trình vi phân chuyển động của súng khi bắn theo nguyên lý ổn định động, đánh giá sai lệch khi có và không kể đến ảnh hưởng điểm va chạm và khe hở liên kết giữa khâu cơ sở và hộp súng.

- Đưa thêm bậc tự do chuyển động quay của bộ khóa khi có khe hở làm thay đổi điểm va chạm giữa khâu cơ sở và hộp súng, phản ánh sát thực quy luật ảnh hưởng của va chạm giữa khâu cơ sở với hộp súng đến ổn định của súng khi bắn.

- Làm sáng tỏ và đưa ra những kết luận đánh giá mức độ ảnh hưởng của va chạm khi có khe hở liên kết và điểm va chạm không đối xứng tới độ chính xác bắn của súng tự động.

Một số kiến nghị:

1. Các loại súng tự động bắn loạt cần khảo sát thêm ảnh hưởng của thiết bị bù khí, đưa ra phương án thay thế thiết bị bù khí phù hợp, nhằm giảm góc nảy đứng cho súng, tăng cường độ chính xác khi bắn.

2. Trong quá trình thiết kế, cải tiến và khai thác sử dụng súng tự động, bài toán tiếp theo đặt ra là tính đến độ cứng của vật liệu khi va chạm, chủ yếu là bộ khóa nòng và hộp súng. Tiếp tục xây dựng mô hình và phương pháp tính toán bài toán thuật phóng ngoài để hoàn thiện phương pháp đánh giá ổn định của hệ một cách toàn diện.

3. Đối với súng thiết kế, chế tạo mới, cần chú ý đặc biệt đến các đặc trưng động lực học ảnh hưởng đến ổn định như vị trí điểm tựa vai, đệm giảm va đập, vị trí trọng tâm cũng như phân bố khối lượng các phần của súng nhằm nâng cao tính đối xứng của điểm va chạm.

4. Đối với súng đang sử dụng, cần có biện pháp giảm mòn khe hở động giữa bộ khóa nòng và hộp súng trong quá trình như kiểm tra lau chùi bôi dầu mỡ theo đúng chế độ bảo quản bảo dưỡng. Khi kiểm tra hiệu chỉnh súng: nòng súng và các bộ phận khác đạt yêu cầu kỹ thuật nhưng súng vẫn không đạt độ chụm do va chạm quá lớn, cần thay thế bộ khóa hoặc thay đổi đệm giảm va đập giảm va chạm giữa khâu cơ sở và hộp súng.