

## **Nghiên cứu ảnh hưởng của một số tham số kết cấu hãm lùi - đẩy lên đến hoạt động máy tự động pháo hai nòng 37mm K65**

A study on the effect of parameters of recoil brake - recuperator on the automatic firing system anti-aircraft gun 37mm K65

Mai Anh Quang\*, Đào Văn Đoàn, Phạm Huy Chương

*Học viện Kỹ thuật Quân Sự*

*\*Email: quangvhp2008@gmail.com*

*Mobile: 0983106514*

---

### **Tóm tắt**

---

#### *Từ khóa:*

Đẩy lên; Hãm lùi; Máy tự động; pháo hai nòng 37mm

Mục đích của bài báo là dựa trên mô hình thực pháo phòng không 37mm K65, 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, thay đổi một số tham số cơ cấu hãm lùi - đẩy lên và nghiên cứu ảnh hưởng của nó đến quá trình làm việc của máy tự động. Phương pháp nghiên cứu dựa trên lý thuyết tính toán đảm bảo phù hợp với tài liệu thiết kế.

---

### **Abstract**

---

#### *Keywords:*

Recuperator ; Recoil brake ; automatic firing system ; anti-aircraft gun 37mm K65

Based on a real model anti-aircraft gun 37mm K65, the purpose of the article is to illustrate the selection of the alternative physical models, building the model of dynamical mathematic, setting the equation system and solving the mathematical problems to produce the graph circulation laws of motion, to change some parameters of recoil brake - recuperator and to study on its affect on automatic firing system. Research methods based on the theory of calculation for ensuring the consistency with designing documents.

---

Ngày nhận bài: 29/06/2018

Ngày nhận bài sửa: 13/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

---

## **1. GIỚI THIỆU**

Chuyển động của khối lùi có thể được dùng để phục vụ cho một số chức năng cần thiết như tự động hóa quá trình nạp đạn, tổng đạn và tiến hành phát bắn. Pháo 37mm hai nòng bắn tự động liên thanh với tốc độ bắn lớn sẽ gây ra các tác dụng bất lợi cho súng pháo như làm mất ổn định khi bắn, phá hỏng các chi tiết, gây khó khăn cho sự làm việc của các cơ cấu... Khi đó, cơ cấu hãm lùi và đẩy lên đóng vai trò quan trọng làm hãm chuyển động của khối lùi đảm bảo cho pháo đẩy lên được êm và ổn định.

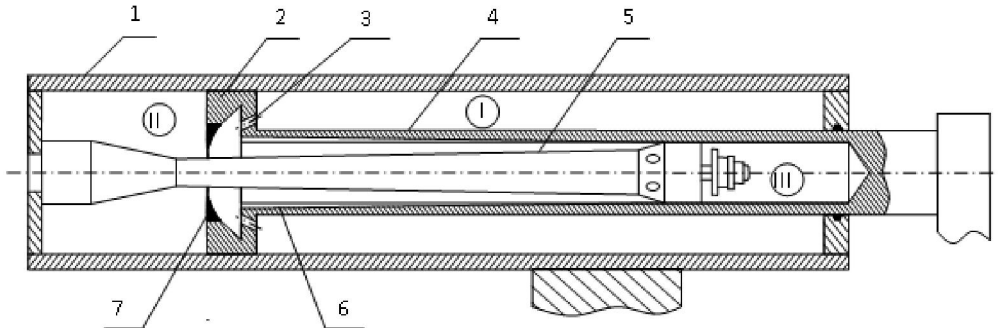
Vì vậy, nghiên cứu ảnh hưởng của một số tham số cơ cấu hãm lùi - đẩy lên đến hoạt động máy tự động của pháo làm cơ sở để tính toán lực tác dụng lên giá pháo và đưa ra các khuyến cáo về việc sử dụng, chế tạo cơ cấu hãm lùi cho phù hợp.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT/PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của máy hãm lùi

#### 2.1.1. Cấu tạo [2, 5]

Máy hãm lùi pháo phòng không 37mm K65 kiểu thủy lực vòng điều tiết - cán điều tiết có cấu tạo như hình 1. Áp lực của dầu trên bề mặt làm việc của piston khi lùi (mặt sau piston) tạo nên lực hãm lùi thủy lực  $\Phi_e$  tác dụng lên khối lùi, đây là thành phần chính của lực cản lùi.



**Hình 1.** Sơ đồ nguyên lý máy hãm lùi

1. Ống hãm lùi; 2. Piston; 3. Lỗ chảy dầu; 4. Cán piston; 5. Cán điều tiết; 6. Rãnh điều tiết; 7. Vòng điều tiết

#### 2.1.2. Hoạt động của máy hãm lùi [2, 5]

\* Khi thân pháo lùi:

Khi bắn dưới tác dụng của áp suất khí thuốc đẩy thân pháo lùi về sau, cán piston cũng lùi theo, ống hãm lùi cố định trên máng pháo. Lúc này dầu ở khoang sau piston (khoang I) sẽ chảy theo 2 đường:

Phần lớn dầu chảy qua 8 lỗ xiên trên thân piston, qua khe hở giữa cán điều tiết và vòng điều tiết về khoang trước piston (khoang II). Do đường kính của cán điều tiết thay đổi theo quy luật cản lùi nên dầu chảy càng ngày càng khó khăn, áp suất ở khoang sau piston tăng lên, sinh ra áp lực tác dụng vào mặt sau piston tạo lực cản lùi cho thân pháo.

Dầu qua 8 lỗ xiên trên thân piston, chảy vào trong lòng cán piston qua khe hở giữa thân hãm đẩy lên và hai rãnh nông sâu, qua 8 lỗ xuyên trên thân hãm đẩy lên đẩy van một chiều mở ra, qua lỗ chính tâm. Cả 3 đường dầu này cùng chảy vào trong lòng cán piston (khoang III) chuẩn bị cho hãm đẩy lên.

\* Khi thân pháo đẩy lên:

Hết năng lượng lùi, dưới tác dụng của lò xo đẩy lên đẩy thân pháo đi lên, cán piston chuyển động lên theo, dầu ở khoang trước piston (khoang II) chảy qua vòng điều tiết, qua 8 lỗ xiên trên thân piston chảy về khoang sau piston (khoang I), do khe hở chảy dầu ngày càng lớn nên áp lực sinh ra ở khoang trước piston (khoang II) không đáng kể.

Dầu ở trong lòng cán piston (khoang III) bị dồn nén, van một chiều đóng lại, dầu chảy qua khe hở giữa thân hãm đẩy lên và hai rãnh nông sâu, chảy qua lỗ chính tâm về lòng cán piston qua 8 lỗ xiên trên thân piston về khoang sau piston (khoang I).

Do 2 rãnh trong lòng cán piston trước sâu sau nông nên khe hở chảy dầu ngày càng hẹp dần, áp suất ở trong lòng cán piston (khoang III) tăng lên, áp lực tác dụng vào mặt sau lòng cán piston gây cản trở chuyển động đẩy lên của thân pháo, đảm bảo cho thân pháo đẩy lên được êm và ổn định.

## 2.2. Bài toán thuật phóng trong và máy tự động

### 2.2.1. Giả thiết thuật phóng trong [4]

Thuốc phóng cháy theo qui 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.

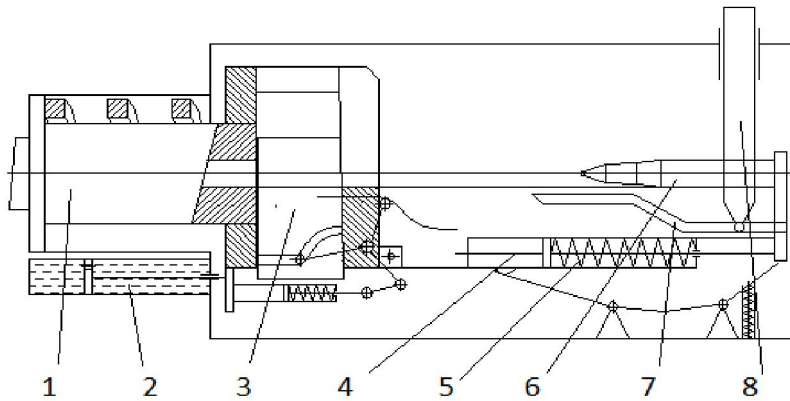
### 2.2.2. Các giả thiết trong xây dựng hệ phương trình vi phân chuyển động [3, 4]

Để xây dựng hệ phương trình vi phân chuyển động có sơ đồ nguyên lý máy tự động như hình 2 với các giả thiết như sau:

Trừ lò xo là chi tiết đàn hồi ra, các khâu trong máy tự động coi là rắn tuyệt đối, liên kết động với nhau, có tỷ số truyền biến thiên.

Các khâu trong máy tự động chuyển động song phẳng.

Dùng khối lượng thu gọn thay cho phân bố. Điểm đặt khối lượng thu gọn có thể thay đổi, thường là điểm tiếp xúc giữa hai khâu hoặc điểm đặt của ngoại lực tác dụng.



**Hình 2.** Sơ đồ nguyên lý máy tự động pháo 37mmK65

1. Khối lùn, 2. Máy hãm lùn, 3. Khóa nòng, 4. Cơ cấu tổng đạn, 5. Lò xo tổng đạn, 6. Viên đạn trên đường tổng đạn, 7. Thoi ấn đạn, 8. Máng tổng đạn

### 2.2.3. Hệ phương trình vi phân thuật phóng [4,5]

$$\begin{cases} \frac{dv}{dt} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \frac{p \cdot S}{\varphi \cdot m_d} \\ \frac{dl}{dt} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot v \\ \frac{d\psi}{dt} = \xi_2 \cdot \frac{\chi \cdot \sigma}{I_k} p \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó:

- p - Áp suất khí thuốc
- S - Diện tích tiết diện ngang của lòng nòng
- $m_d$  - Khối lượng đầu đạn
- $\psi$  - Lượng thuốc phóng cháy tương đối
- $I_k$  - Xung lượng của áp suất khí thuốc trong thời gian cháy
- $\chi$  - Đặc trưng hình dạng của thuốc phóng
- $\xi_1, \xi_2$  - Biến điều khiển

#### 2.2.4. Hệ phương trình vi phân chuyển động của máy tự động [1,2,3]

\* Khi thân pháo lùi

$$(M_0 + \sum_{i=1}^n m_i \frac{K_i^2}{\eta_i}) \cdot \dot{V}_{kl} + M_{qt} \cdot V_{kl}^2 = P_{KN} + \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{\eta_i} \cdot P_i - \Pi - R_F - \phi_{HL} \quad (2)$$

\* Khi thân pháo đẩy lên

$$(M_0 + \sum_{i=1}^n \frac{K_i^2}{\eta_i} m_i) \frac{dV_{kl}}{dt} + M_{qt} V_{kl}^2 = \Pi - R \quad (3)$$

Trong đó:

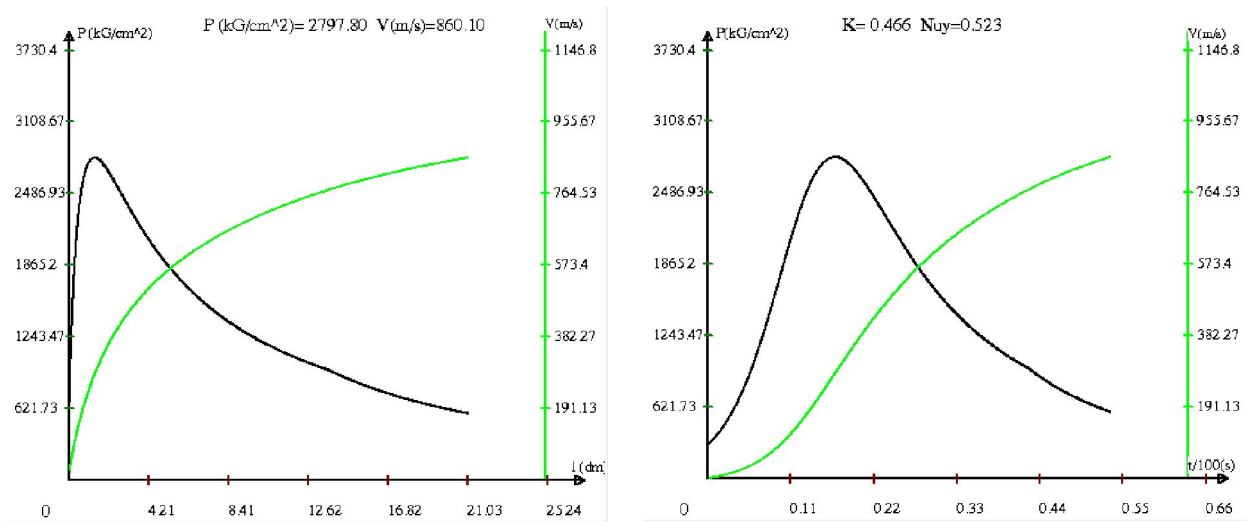
- $M_0$  - Khối lượng khối lù.
- $P_{KN}$  - Lực khí thuốc tác dụng lên khoá nòng.
- $\Pi$  - Lực cản của máy đẩy lên.
- $R_F$  - Lực ma sát giữa khối lù với máng pháo và bộ phận bịt kín.
- $\phi_{HL}$  - Lực cản thuỷ lực của máy hãm lù.
- $V$  - Vận tốc khối lù.
- $M_{qt}$  - Lực quán tính phụ
- $m_i, K_i, \eta_i$  - Khối lượng thu gọn, tỷ số truyền và hiệu suất của khâu thu gọn thứ i.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sử dụng chương trình Maple giải đồng thời hệ phương trình thuật phóng trong, hệ phương trình vi phân chuyển động của thân pháo và hệ phương trình dao động của giá pháo.

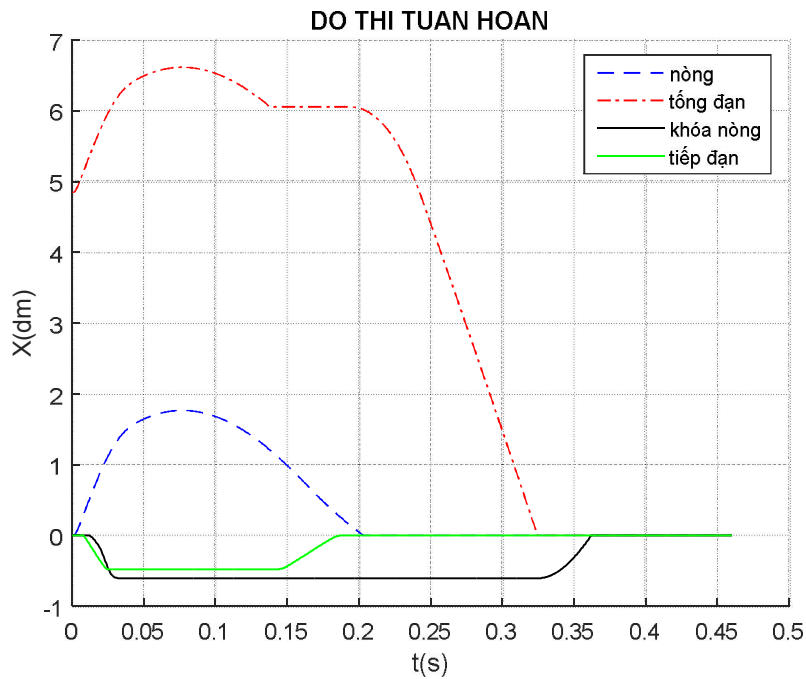
#### 3.1. Đồ thị thuật phóng trong

Đồ thị quy luật áp suất và vận tốc của đầu đạn ở trong nòng theo thời gian và chiều dài nòng như hình 3 có được kết quả  $P_{max} = 2880$  (kG/cm<sup>2</sup>), qua đó tính toán giá trị lực của áp suất khí thuốc tác dụng lên khoá nòng làm cơ sở tính toán bài toán động lực học.



Hình 3. Quy luật áp suất và vận tốc theo chiều dài nòng và thời gian

### 3.2. Đồ thị tuần hoàn



Hình 4. Đồ thị tuần hoàn của máy tự động pháo cao xạ 37mm

Đồ thị tuần hoàn của máy tự động thể hiện ở hình 4 đưa ra được quy luật chuyển động các cơ cấu của pháo khi nòng lùi xác định được chu kỳ của 1 phát bắn  $t = 0,345$ (s). Kết quả khảo sát thuận lợi cho việc thay đổi các tham số của pháo góp phần nâng cao tốc độ bắn và nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến một phát bắn của pháo 37mm K65. Từ kết quả tính toán động lực học của pháo ta xác định quy luật lực cản lùi tác dụng lên giá pháo.

### 3.3. Khảo sát ảnh hưởng của tham số kết cấu hãm lùi - đẩy lên đến làm việc của máy tự động

#### 3.3.1. Ảnh hưởng của đường kính lỗ vòng điều tiết

Máy hãm lùi của pháo 37mmK65 kết cấu theo kiểu vòng điều tiết cán điều tiết. Vòng điều tiết là 1 chi tiết bằng thép có đường kính không thay đổi, lắp với piston nhờ mối liên kết ren, phía trong có mặt côn. Vòng điều tiết và cán điều tiết kết hợp với nhau tạo ra khe hở chảy dầu có diện tích thay đổi, sinh ra lực hãm lùi theo ý muốn cho thân pháo.

Lực hãm lùi tính theo công thức:

$$\Phi_{HL} = \frac{K_1 \gamma}{20g} \left[ \left( \frac{A_h - A_v}{a_x} + 1 \right)^2 (A_h - A_v) + \frac{K_3 A_{hd}^3}{K_1 \Omega_1^2} \right] V^2 = f(a_x) \cdot v^2 \quad (4)$$

Diện tích lỗ chảy dòng dầu chính ( $a_x$ ) :

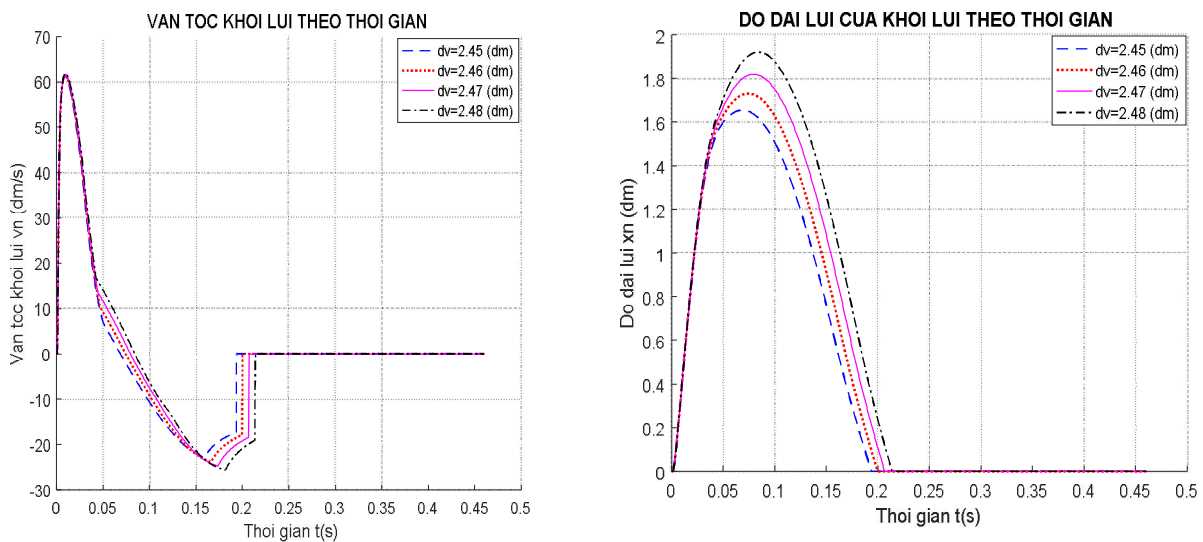
$$a_x = \frac{\pi}{4} (d_v^2 - \delta_{cd}^2) \quad (5)$$

Khi  $a_x$  tăng làm lực hãm lùi giảm dẫn đến nòng lùi dài.

Cố định các thông số khác thay đổi đường kính trong vòng điều tiết.

Giả thiết đường kính trong vòng điều tiết thay đổi mỗi bước là 1 mm.

Ta có đồ thị tuần hoàn và vận tốc khối lùi của pháo như hình 5.



**Hình 5.** Đồ thị vận tốc và chiều dài lùi của khối lùi khi thay đổi đường kính trong vòng điều tiết

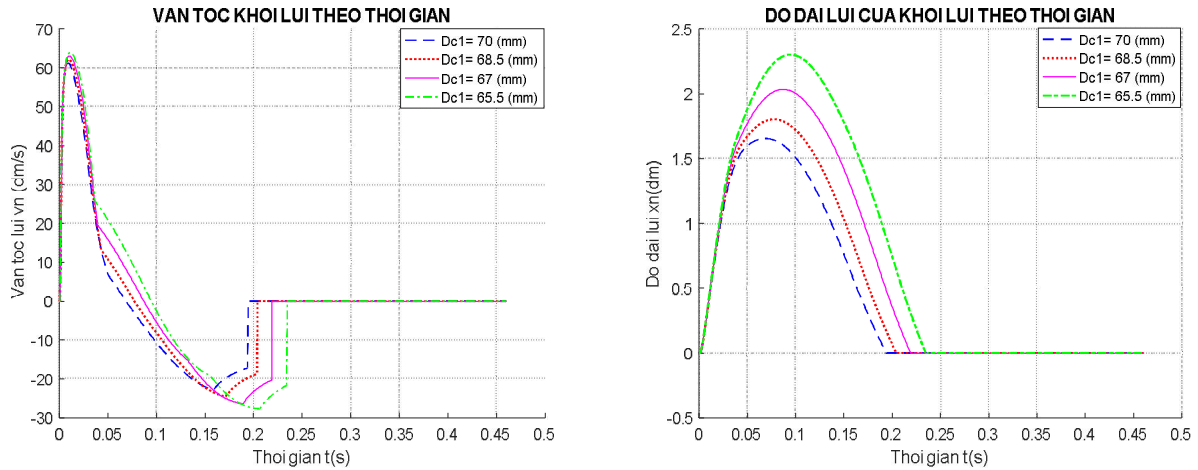
Qua đồ thị ta nhận thấy:

Tốc độ bắn của pháo khi đường kính trong vòng điều tiết thay đổi giảm dần do khối lùi lùi dài hơn nhưng sự ảnh hưởng là không nhiều. Đồ thị tuần hoàn thay đổi, chu trình một phát bắn tăng lên. Chiều dài lùi của nòng cũng ứng với chiều dài lùi của khối lùi tăng dần. Chiều dài lùi của khối lùi tăng nhanh từ 165,49 đến 192,6mm. Chiều dài lùi vượt quá 185 mm đây là giới hạn lùi của khối lùi, gây va chạm mạnh với máng pháo có thể gây hỏng pháo khi sử dụng.

### 3.3.2. Ảnh hưởng của đường kính cán piston

Cán piston rỗng bên trong chứa cán điều tiết và thân hãm đẩy lên, bên trong cán có hai rãnh trước sau nông kết hợp với thân hãm đẩy lên tạo lực hãm đẩy lên cho thân pháo. Giả thiết đường kính ngoài cán piston bị mòn đều ở trên tất cả các tiết diện và bước mòn là 1,5mm.

Hình 6 thể hiện đồ thị tuần hoàn và đồ thị vận tốc khối lùn.



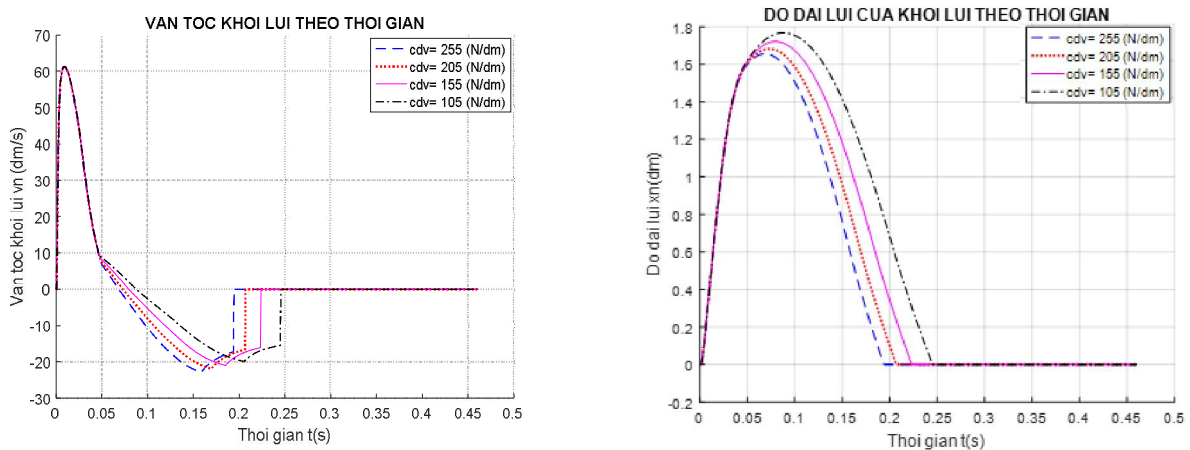
Hình 6. Đồ thị vận tốc và chiều dài lùn của khối lùn khi thay đổi đường kính ngoài cán piston

*Nhận xét:*

Sự thay đổi đường kính ngoài cán piston trong máy hãm lùn của pháo kéo theo sự hoạt động của máy tự động thay đổi khá lớn. Đặc biệt là sự thay đổi về độ dài lùn của pháo trong trường hợp này thậm chí vượt qua cả giới hạn cho phép về độ dài lùn của khối lùn.

### 3.3.3. Ảnh hưởng của độ cứng lò xo đẩy lên

Pháo dùng đẩy lên kiểu lò xo có độ nén ban đầu. Ta xét pháo đang ở góc tầm  $45^0$  giả thiết độ cứng của lò xo thay đổi. Các thông số khác của máy tự động giữ nguyên không đổi.



Hình 7. Đồ thị vận tốc và chiều dài lùn của khối lùn khi độ cứng lò xo đẩy lên thay đổi

Hình 7 là kết quả đồ thị tuần hoàn, và đồ thị vận tốc cuối thời kì đẩy lên của pháo mỗi lần ta thay đổi thông số độ cứng của lò xo đẩy lên (Cdv).

*Nhận xét:*

Khi ta tăng Cdv tốc độ bắn tăng lên quãng đường lùi của khối lùi giảm đi. Vận tốc lớn nhất của khối lùi khi lùi không thay đổi nhiều. Nhưng vận tốc khi đẩy lên tăng lên. Chu trình thực hiện một phát bắn hẹp dần. Thể hiện bằng các đường trong cùng trên đồ thị tuần hoàn. Ngược lại là khi giảm Cdv tốc độ bắn giảm nhanh. Chiều dài lùi của khối lùi tăng. Vận tốc lớn nhất của khối lùi khi đẩy lên giảm thể hiện bằng các đường ngoài cùng trên đồ thị đồ thị vận tốc khối lùi.

**Kết luận:** Sự thay đổi Cdv ảnh hưởng lớn đến chu trình thực hiện một phát bắn của pháo. Muốn tăng tốc độ bắn ta cần tăng Cdv. Nhưng cũng cần chú ý đến sự thay đổi vận tốc đẩy lên của pháo.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo có ý nghĩa lý luận và thực tiễn là đã đưa ra cơ sở lý thuyết và kết quả khảo sát ảnh hưởng của một số tham số kết cấu hãm lùi - đẩy lên của pháo phòng không 37mm K65. Kết quả nghiên cứu thuận lợi cho việc thay đổi các tham số của pháo góp phần nâng cao tốc độ bắn và nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến một phát bắn của pháo 37mmK65.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Võ Ngọc Anh, 1995. *Động lực học vũ khí tự động*. Học viện Kỹ thuật quân sự.
- [2]. Phạm Huy Chương, 2002. *Động lực học vũ khí tự động*. Học viện Kỹ thuật quân sự.
- [3]. Phạm Huy Chương, 1998. *Giáo trình cơ sở kết cấu và tính toán thiết kế máy tự động*. Học viện Kỹ thuật quân sự.
- [4]. Nguyễn Ngọc Du, Đỗ Văn Thọ, 1976. *Thuật phóng của súng pháo; Bài tập thuật phóng trong*. ĐHKQTQS.
- [5]. Khoa Pháo phòng không, 1999. *Giáo trình Binh khí pháo phòng không 37<sup>mm</sup> K65*. Học viện Phòng không không quân.