

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN ĐỘ CỨNG QUY ĐỔI CỦA CƠ CẤU TẦM, HƯỚNG PHÁO PHÒNG KHÔNG HAI NÒNG 37MM K65

STUDY ON CALCULATING STIFFNESS CONVERSION OF ELEVATING AND TRAVERSING MECHANISMS 37MM TWIN ANTI-AIRCRAFT GUN TYPE 1965

ThS. Mai Anh Quang¹, ThS. Mai Quốc Chiên², KS. Nguyễn Đình Lưu², Khuất Hoàng Anh²

¹Học viện Kỹ thuật Quân sự

²Học viện Phòng không Không quân

TÓM TẮT

Cơ cấu tầm, hướng đóng vai trò rất quan trọng để bám và bắt mục tiêu di chuyển với vận tốc lớn. Bài báo trình bày phương pháp tính toán quy đổi độ cứng của cơ cấu tầm và cơ cấu hướng của pháo phòng không hai nòng 37mm K65. Kết quả tính toán xác định được giá trị độ cứng của cơ cấu tầm và cơ cấu hướng, làm cơ sở cho việc nghiên cứu tính toán ổn định cho pháo và dao động của cơ cấu tầm và cơ cấu hướng của pháo khi bắn.

Từ khóa: Pháo phòng không hai nòng 37mmK65; Cơ cấu tầm; Cơ cấu hướng.

ABSTRACT

In terms of trasing and tracking high speed targets, elevating and traversing mechanisms are played an important role. This paper is intended to present a method for calculating stiffness conversion of those mechanisms. The result of this will be used to define the stiffness values of elevating and traversing mechanism, which is further applied to research on the stability and the oscillation of firing guns.

Keywords: 37mm twin antiaircraft gun type 1965, elevating mechanism, traversing mechanism.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Pháo phòng không (PPK) hai nòng 37mmK65 ở nước ta hiện nay đóng vai trò quan trọng và được qui hoạch sử dụng lâu dài trong quân đội. Khi bắn, lực tác dụng lên giá pháo là rất lớn sẽ làm quay vành răng tâm và bánh răng hướng của giá pháo.

Vì vậy, nghiên cứu tính toán quy đổi độ cứng của cơ cấu tâm và cơ cấu hướng của pháo để tính toán momen quán tính khối lượng quy đổi, từ đó đưa vào mô hình cơ hệ xác định các yếu tố ảnh hưởng đến từng phát bắn, góp phần nghiên cứu nâng cao độ ổn định cho pháo khi bắn, đồng thời đưa ra những giải pháp trong tính toán thiết kế chế tạo nhằm đảm bảo độ chính xác cho phát bắn cao hơn.

2. XÁC ĐỊNH ĐỘ CỨNG QUY ĐỔI CƠ CẤU TÂM VÀ CƠ CẤU HƯỚNG

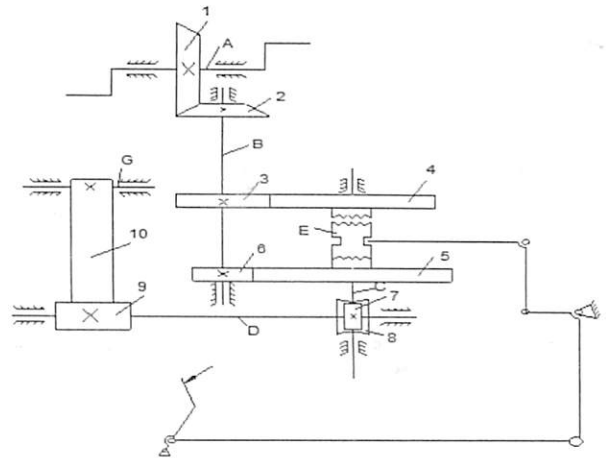
2.1. Mô hình nguyên lý cấu tạo của cơ cấu tâm và cơ cấu hướng

2.1.1. Cơ cấu tâm

Cơ cấu tâm dùng để điều khiển khối lên xuống chuyển động trong mặt phẳng thẳng đứng, ngắm bắt mục tiêu trong xạ giới tâm ($-5^{\circ} - 85^{\circ}$). Cấu tạo cụ thể của cơ cấu tâm (hình 1).

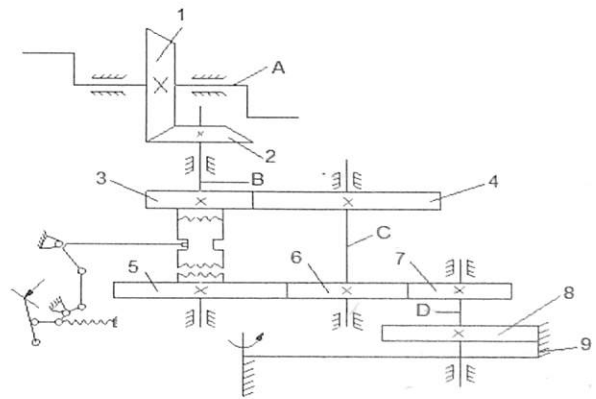
2.1.2. Cơ cấu hướng

Cơ cấu hướng dùng để điều khiển khối quay chuyển động trong mặt phẳng ngang ngắm bắt mục tiêu trong xạ giới hướng $n.360^{\circ}$. Cấu tạo cụ thể của cơ cấu hướng (hình 2).



Hình 1. Cấu tạo của cơ cấu tâm:

- 1) Bánh răng côn lớn;
- 2) Bánh răng côn nhỏ;
- 3,4,5,6) Bánh răng;
- 7) Trục vít;
- 8) Bánh vít;
- 9) Bánh răng tâm;
- 10) Vành răng tâm; A) Trục vòng tay quay; B) Trục chủ động;
- C) Trục bị động; D) Trục bánh vít; E) Bộ phận ly hợp.



Hình 2. Cấu tạo của cơ cấu hướng:

- 1) Bánh răng côn lớn;
- 2) Bánh răng côn nhỏ;
- 3,4,5,6,7) Bánh răng;
- 8) Bánh răng hướng;
- 9) Vành răng hướng; A) Trục vòng tay quay;
- B) Trục đứng; C) Trục lệch tâm; D) Trục bánh răng hướng

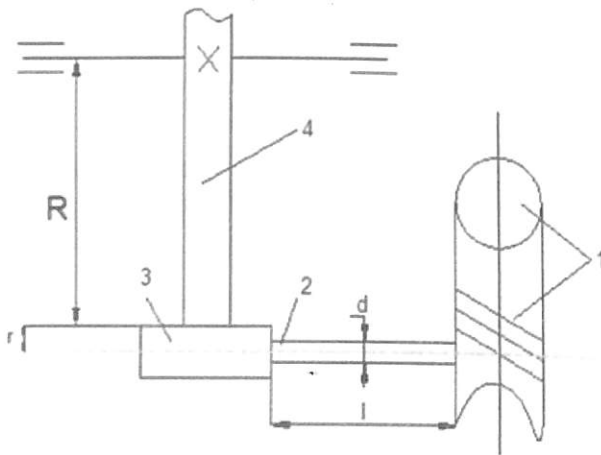
2.2. Tính toán quy đổi độ cứng cơ cấu tâm và cơ cấu hướng

2.2.1. Quy đổi độ cứng cơ cấu tâm

Khi bắn, hệ thống truyền động bánh răng làm trục vít quay, bánh vít quay sẽ làm

vành răng tâm quay. Tuy nhiên, hệ thống trục vít, bánh vít được thiết kế tự hãm do đó bánh vít sẽ không truyền chuyển động ngược lại trục vít. Vì vậy, khi tính toán quy đổi cơ cấu tâm ta có thể xem như trục vít này khóa cứng. Khi đó cơ cấu tâm có thể được mô hình hóa như hình 3.

Độ cứng xoắn của cơ cấu tâm có thể xem như tổng độ cứng xoắn của các chi tiết mắc nối tiếp: cặp trục vít-bánh vít, trục 2, cặp bánh răng 3-4.



Hình 3. Mô hình tính toán cơ cấu tâm:
1) Cặp trục vít – bánh vít; 2) Trục; 3) Bánh răng tâm; 4) Vành răng tâm.

Theo các tài liệu [1, 3], độ cứng quy đổi của cơ cấu tâm xác định theo công thức sau:

$$\frac{1}{c_{ek}} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} \quad (1)$$

Trong đó: c_{ek} – Độ cứng quy đổi của cơ cấu tâm, c_1 – Độ cứng của cặp trục vít – bánh vít, c_2 – Độ cứng của trục 2, c_3 – Độ cứng của cặp bánh răng 3-4.

- Độ cứng c_1 của cặp trục vít – bánh

vít được tính theo công thức:

$$\frac{1}{c_1} = \frac{1}{c_1'} + \frac{1}{c_1''} \quad (2)$$

Với c_1' , c_1'' lần lượt là độ cứng của trục vít, bánh vít.

Độ cứng của trục vít có thể được lấy theo cách xác định độ cứng của ren vít, còn độ cứng của bánh vít được lấy giống như độ cứng răng của bánh răng. Cũng theo [1], ta có:

$c_1' = [1,5 - 2,0] \cdot 10^5 d$ (d – Đường kính danh nghĩa của ren vít, mm);

$c_1'' = [1,0 - 2,0] \cdot 10^4 b$ (b – Chiều rộng bánh vít, mm).

Cặp trục vít – Bánh vít của cơ hệ khảo sát có $d = 63,5\text{mm}$, $b = 50\text{mm}$, ta tính được

$$c_1' = [95,25 - 127] \cdot 10^5 \text{ (N/mm)}; c_1'' = [50 - 100] \cdot 10^4 \text{ (N/mm)}.$$

Chọn $c_1' = 1,11 \cdot 10^6 \text{ (N/m)}$; $c_1'' = 7,5 \cdot 10^6 \text{ (N/m)}$.

Thay c_1' , c_1'' vào (2) ta có $c_1 = 9,669 \cdot 10^5 \text{ (N/m)}$.

- Độ cứng xoắn của trục 2 được tính theo công thức:

$$c_2 = \frac{G \cdot I_p}{l} \quad (3)$$

Trong đó, G – Modun đàn hồi trượt của vật liệu trục, với thép $G = 8 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$.

I_p – Momen quán tính độc cực mặt cắt ngang của trục:

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{\pi \cdot 30^4 \cdot 10^{-12}}{32} = 7.948 \cdot 10^{-8} (m^4); \quad (d = 30mm$$

là đường kính của trục).

$l = 610mm$ – Chiều dài trục;

Thay các số liệu trên vào (3) ta tính được $c_2 = 0,104 \cdot 10^5$ (N/m).

• Độ cứng xoắn c_4 của cặp bánh răng 3-4 được tính theo công thức [1].

$$c_3 = 0,8 \cdot b \cdot (0,04723 + 0,15551/z_1 + 0,25791/z_2)^{-1} \quad (N/\mu m \cdot mm). \quad (4)$$

Trong đó, $b = 52$ mm là chiều rộng bánh răng, $z_1 = 22$, $z_2 = 69$ là số răng của các bánh răng 3,4.

Thay vào (4) ta tính được $c_3 = 7170 \cdot 10^5$ (N/m), do đó áp dụng (1) ta tính được độ cứng quy đổi của cơ cấu tâm $c_{ek} = 0,103 \cdot 10^5$ (N/m).

2.2.2. Quy đổi độ cứng cơ cấu hướng

Để tính độ cứng quy đổi của cơ cấu hướng ta có thể mô hình hóa các phần tử trục và cặp bánh răng của cơ cấu hướng theo hình 4.

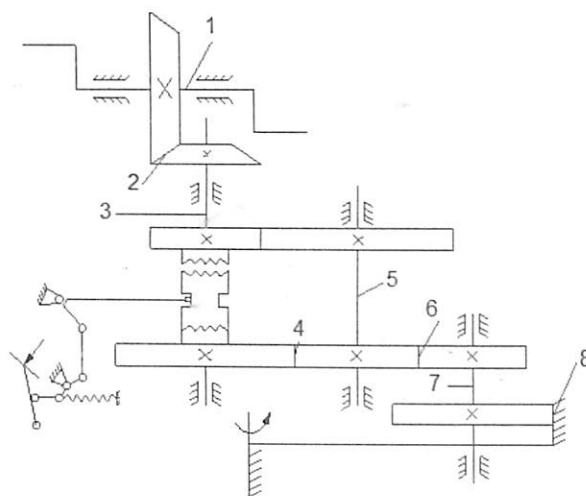
Do pháo bắn mục tiêu di chuyển với tốc độ lớn nên khi bắn cơ cấu hướng luôn ở chế độ quay nhanh. Vì vậy, khi tính độ cứng quy đổi chỉ tính độ cứng cặp bánh răng 5-6 (hình 4).

Theo [1, 3] độ cứng quy đổi của cơ cấu hướng được xác định theo công thức (5):

$$\frac{1}{c_{eq}} = \sum_{i=1}^8 \frac{1}{c_i} \quad (5)$$

Trong đó, c_{eq} – Độ cứng quy đổi của cơ cấu hướng, c_1 – Độ cứng của trục tay quay 1,

c_2 – Độ cứng của cặp bánh răng côn, c_3 – Độ cứng của trục 3, c_4 – Độ cứng của cặp bánh răng quay nhanh, c_5 – Độ cứng trục 5, c_6 – Độ cứng của cặp bánh răng, c_7 – Độ cứng của trục 7, c_8 – Độ cứng cặp bánh răng hướng và vòng răng hướng.



Hình 4. Mô hình tính toán cơ cấu hướng

Áp dụng công thức (2) đối với trục và công thức (4) đối với cặp bánh răng ta có:

• Độ cứng $c_1 = 0,058 \cdot 10^5$ (N/m) với $G = 8 \cdot 10^{10}$ (N/m²); $d = 20mm$; $l = 216mm$;

• Độ cứng $c_2 = 2021,7 \cdot 10^5$ (N/m) với $z_1 = 36$, $z_2 = 30$, $b = 15,2$ (mm);

• Độ cứng $c_3 = 0,0605 \cdot 10^5$ (N/m) với $G = 8 \cdot 10^{10}$ (N/m²); $d = 25$ (mm); $l = 507$ (mm);

• Độ cứng $c_4 = 2470,5 \cdot 10^5$ (N/m) với $z_1 = 17$, $z_2 = 50$, $b = 19$ mm ;

• Độ cứng $c_5 = 1,454 \cdot 10^5$ (N/m) với $G = 8 \cdot 10^{10}$ (N/m²); $d = 35$ (mm); $l = 81$ (mm);

• Độ cứng $c_6 = 2852 \cdot 10^5$ (N/m) với $z_6 = 50$, $z_7 = 42$, $b = 20$ mm;

• Độ cứng $c_7 = 1,106.10^5(N/m)$ với $G = 8.10^{10}(N/m^2)$; $d = 30(mm)$; $l = 57,5(mm)$;

• Độ cứng $c_8 = 4953.10^5(N/m)$ với $z_8 = 18$, $z_9 = 216$, $b = 36mm$;

Áp dụng công thức (5) ta có độ cứng quy đổi của cơ cấu hướng: $c_{eq} = 0,028.10^5(N/m)$.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã tính được độ cứng quy đổi của cơ cấu tâm, hướng của pháo phòng không hai nòng 37mmK65 $c_{ek} = 0,103.10^5(N/m)$, $c_{eq} = 0,028.10^5(N/m)$, làm cơ sở cho việc nghiên cứu tính toán ổn định cho pháo và dao động của giá khi bắn. Qua đó đưa ra những giải pháp trong tính toán thiết kế chế tạo nhằm đảm bảo độ chính xác cho phát bắn cao hơn. ❖

Ngày nhận bài: **10/7/2018**

Ngày phản biện: **20/7/2018**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Vũ Liêm Chính, Phan Nguyên Di; *Động lực học máy*, NXB. Giáo dục, 2001.
- [2]. Phạm Huy Chương; *Giáo trình cơ sở kết cấu và tính toán thiết kế máy tự động*. NXB. Học viện Kỹ thuật Quân sự, 1998.
- [3]. Vũ Công Hàm, Trần Quang Dũng; *Dao động cơ học*, NXB. Học viện Kỹ thuật Quân sự, 2007.
- [4]. Lê Quang Minh, Nguyễn Văn Vượng; *Sức bền vật liệu*, NXB. Giáo dục, 1999.