

# KHẢO SÁT HIỆU SUẤT VÀ TỶ SỐ TRUYỀN TRONG MÁY TỰ ĐỘNG CỦA SÚNG RPD

SURVEY EFFICIENCY AND TRANSMISSION RATE IN AUTOMATIC MACHINE OF THE RPD GUNS

Trần Quốc Trinh<sup>1,\*</sup>, Vũ Thị Huệ<sup>2</sup>

## TÓM TẮT

Bài báo này trình bày một phương pháp tính toán hiệu suất và tỷ số truyền của bộ khóa - khóa nòng và bộ khóa - phiến khóa cũng như trong cơ cấu tiếp đạn ở máy tự động súng trung liên RPD. Kết quả tính được trình bày ở dạng bảng hoặc dạng đồ thị cho phép nhanh chóng xác định được hiệu suất và đặc tính đồ thị của chúng. Kết quả nghiên cứu có thể dùng làm tài liệu tham khảo trong quá trình giảng dạy và nghiên cứu cho học viên, giáo viên.

**Từ khóa:** Hiệu suất, tỷ số truyền, cam loại III, cam loại IV, súng tự động.

## ABSTRACT

This report show a efficiency and transmission rate method of pedestal - bolt of gun, pedestal - a plank in Bullet structure in RPD Automatic firearms. Calculation results are presented in tabular or graphical form allow Quickly identify the performance and graph characteristics. Research results can be used as reference material in the process of teaching and research for students, teachers.

**Keywords:** Performance, transmission ratio, type III border, type IV border, automatic guns.

<sup>1</sup>Học viện Kỹ thuật Quân sự

<sup>2</sup>Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: tranquoctrinh9981@yahoo.com.vn

Ngày nhận bài: 11/01/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 30/03/2018

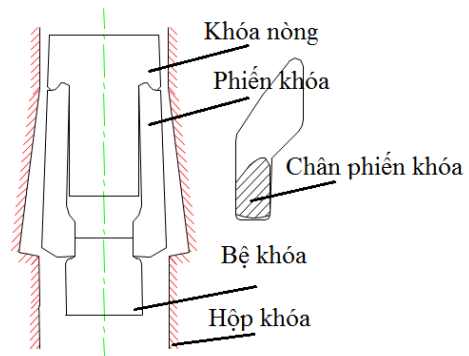
Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2018

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Súng trung liên RPD là loại súng trang bị phổ biến cho quân đội Việt Nam và trên thế giới, việc tính toán thiết kế súng là điều rất cần thiết cho quá trình giảng dạy và nghiên cứu trong các trường quân đội. Tính tỷ số truyền và hiệu suất của cơ cấu bộ khóa - khóa nòng và phiến khóa súng trung liên RPD làm cơ sở tính toán làm việc của máy tự động tìm ra quy luật, thời gian chuyển động của bộ khóa theo hành trình làm việc. Tính toán cho hai khâu làm việc liên kết động với bộ khóa là phiến khóa và cơ cấu tiếp đạn trên cơ sở các lý thuyết cơ học thông dụng. Do đó để tính toán cho hai khâu nêu trên thì cần phải xác định dạng cam của hai liên kết này, các tham số kết cấu tham khảo các tài liệu [1 ÷ 4].

## 2. NỘI DUNG TÍNH TOÁN

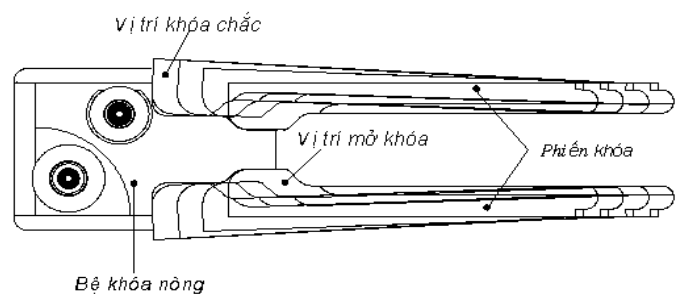
Tính toán hiệu suất và tỷ số truyền ở bộ phận khóa nòng và tiếp đạn. Nguyên lý cấu tạo của khóa nòng - bộ khóa được miêu tả trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý cấu tạo khóa nòng súng RPD

### 2.1 Cơ cấu khóa nòng

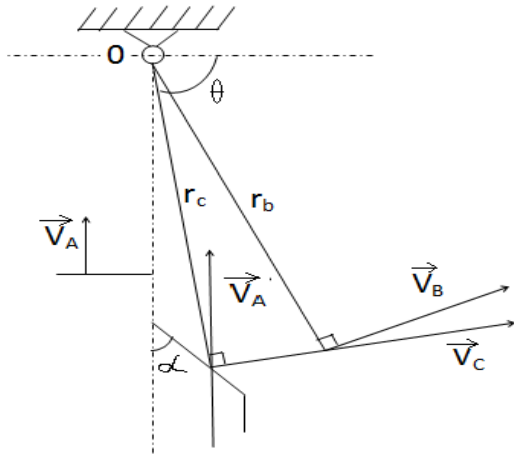
Đây là cặp liên kết khi làm việc nhờ chuyển động tịnh tiến của bộ khóa làm quay hai phiến khóa thực hiện đóng, mở khóa nòng. Theo [1, 2, 6], căn cứ vào đặc trưng chuyển động xác định được đây là cam loại III. Do tính chất đối xứng nên ta chỉ lập mô hình và tính toán cho một bên.



Hình 2. Mô hình làm việc khi đóng, mở khóa nòng

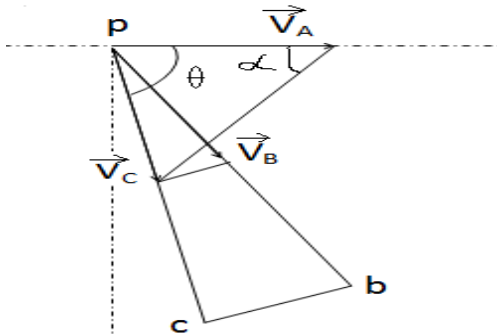
\* Tính toán tỷ số truyền K:

- Từ mô hình làm việc đóng mở khóa ta vẽ được mô hình tính toán tỷ số truyền của cam đóng mở khóa. Theo [7], ở đây khâu cơ sở là bộ khóa chuyển động tịnh tiến, khâu làm việc là hai phiến khóa chuyển động quay quanh tâm quay như sơ đồ nguyên lý hình 3.



Hình 3. Mô hình tính toán tỷ số truyền của cam đóng mở khóa

Từ sơ đồ nguyên lý, áp dụng tính cho cam loại III. Sử dụng phương pháp đồ giải kết hợp họa đồ vận tốc, có họa đồ vận tốc-tỷ số truyền như hình 4.



Hình 4. Họa đồ vận tốc

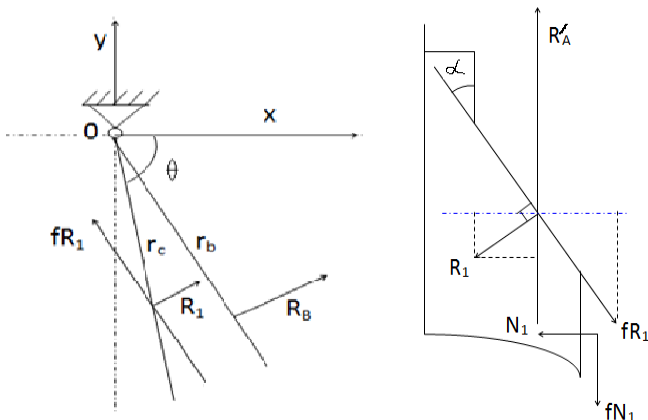
$$K = \frac{V_B}{V_A} = \frac{p_b}{p_a} = \frac{p_b}{p_c} \cdot \frac{p_c}{p_a} \text{ có } \frac{p_b}{p_c} = \frac{r_b}{r_c} \text{ và } \frac{p_c}{p_a} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \theta)}$$

Thay vào ta được công thức tính tỷ số truyền:

$$K = \frac{r_b}{r_c} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \theta)}$$

\* Tính toán hiệu suất  $\eta$ :

Từ mô hình làm việc khi đóng mở khóa, theo [1, 2], dựng được mô hình tính hiệu suất như hình 5.



Hình 5. Mô hình tính hiệu suất - tỷ số truyền

Theo định nghĩa hiệu suất truyền động giữa các khâu:  

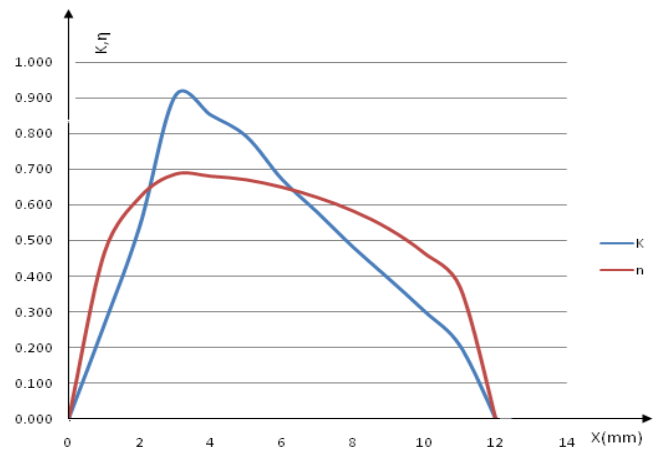
$$\eta = \frac{R'_B}{R'_A} \cdot K$$

Giả thuyết: Gọi  $R'_A$  và  $R'_B$  là hợp lực của các ngoại lực tác dụng lên phương chuyển động của khâu A và B. Ta có thể viết được phương trình cân bằng lực cho các khâu sau khi đã tách chúng khỏi các liên kết. Theo [1] ta có công thức hiệu suất:

$$\eta = \frac{1 + f \cdot \cot(\alpha + \theta)}{1 + 2f \cdot \cot \alpha}$$

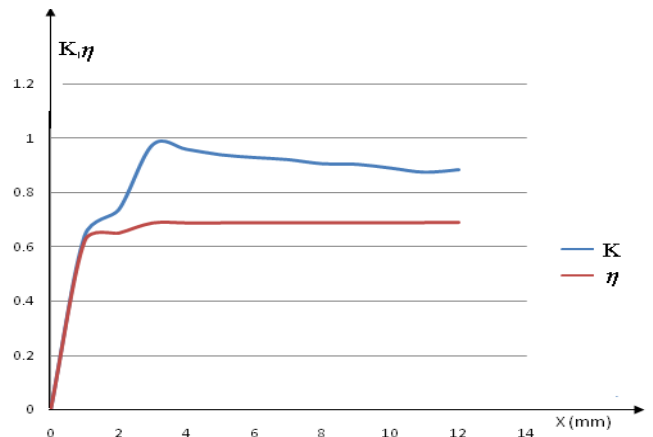
\* Khi đóng khóa:

Để xác định các góc  $\alpha$ ,  $\theta$  tiến hành cho bộ khóa dịch chuyển tiến lên mỗi lần 1mm, quan sát vị trí phiến khóa tách ra và đo góc theo biên dạng tiếp tuyến như sơ đồ nêu trên. Nhờ số liệu thu được ta vẽ được đồ thị như hình 6.



Hình 6. Đồ thị K,  $\eta$  của bộ khóa khi tiến lên, đóng khóa

\* Khi mở khóa:



Hình 7. Đồ thị K,  $\eta$  của bộ khóa khi lùi, mở khóa

Thực hiện mở khóa, bộ khóa lùi về sau hết đoạn tự do, nhờ hai mặt vát mở khóa ở hai ổ chứa chân phiến khóa tác động vào hai mặt mở ở chân phiến khóa làm thu phiến khóa lại thực hiện mở khóa. Căn cứ vào đặc trưng chuyển động đây là liên kết cam loại III có biên dạng cam cong ở vị trí đầu khi mở khóa còn lại là biên dạng cam phẳng. Tương

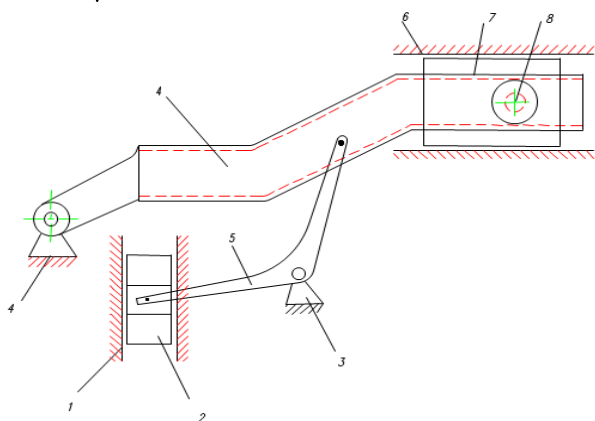
tự ta tiến hành cho bộ khóa dịch chuyển từng 1mm và đo giá trị các góc, áp dụng công thức tính cho cam loại III ta có kết quả dạng đồ thị hình 7.

**2.2. Cơ cấu tiếp đạn**

Cơ cấu tiếp đạn của súng trung liên RPD làm việc qua nhiều khâu nên đòi hỏi độ chính xác cao, bộ khóa chuyển động tịnh tiến tác động vào biên hình cam của cần gạt lớn làm cần gạt lớn quay và làm cho cần gạt nhỏ quay, khi cần gạt nhỏ quay để truyền chuyển động cho khâu làm việc là bàn móng kéo băng, nó có phương chuyển động vuông góc với phương chuyển động của bộ khóa. Như vậy đây là cơ cấu chuyển động thông qua hai khâu trung gian, để giải bài toán được chính xác tách cơ cấu này thành hai liên kết có đặc trưng chuyển động riêng.

*Liên kết 1:* Chuyển động tịnh tiến của bộ khóa và cần gạt lớn đây là cam loại III.

*Liên kết 2:* Chuyển động của điểm liên kết giữa cần gạt lớn với cần gạt nhỏ, cần gạt nhỏ làm bàn móng kéo băng chuyển động. Ta thấy chuyển động của cần gạt lớn với bàn móng kéo băng thông qua khâu trung gian là cần gạt con, đây là cam loại IV.

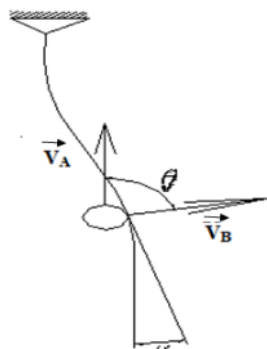


Hình 8. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu tiếp đạn

Từ sự phân tích các cơ cấu cam như trên, sau đó tính toán xác định tỷ số truyền, hiệu suất của cam loại III ( $k_1, \eta_1$ ) cam loại IV ( $k_2, \eta_2$ ) và toàn cơ cấu ( $k, \eta$ ) theo công thức:  $k = k_1.k_2$  và  $\eta = \eta_1.\eta_2$ .

a) Khi khóa nòng tiến

\* Sơ đồ nguyên lý cam loại III (hình 9):

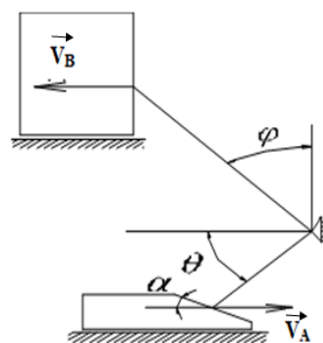


Hình 9. Sơ đồ nguyên lý chuyển động của bộ khóa và cần gạt lớn

Từ sơ đồ nguyên lý cùng với thực hành cho bộ khóa nòng tiến mỗi lần 1mm trong hành trình làm việc để đo các giá trị góc tương ứng và áp dụng công thức tính cho cam loại III được kết quả như bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán tỷ số truyền, hiệu suất cam loại III

x	α	θ	r <sub>b</sub>	r <sub>c</sub>	k <sub>1</sub>	η <sub>1</sub>
10	12	90	23	18	0,270	0,400
20	15	89	23	17	0,361	0,452
30	19	89	23	16	0,491	0,508
40	24	88	23	15	0,676	0,559
50	30	87	23	14	0,931	0,605
60	19	87	23	13	0,601	0,509
70	15	86	23	12	0,505	0,455
80	10	85	23	11	0,364	0,406
90	7	84	23	10	0,221	0,389



Hình 10. Sơ đồ nguyên lý chuyển động cần gạt lớn tới bàn móng kéo băng

\* Sơ đồ nguyên lý cam loại IV

Để xác định vận tốc khâu cơ sở ta dịch chuyển bộ khóa nòng tương tự như trên với mỗi dịch chuyển 1mm, ứng với mỗi lần dịch chuyển thì ta có một giá trị vận tốc V<sub>a</sub> của khâu cơ sở có phương tiếp tuyến cùng do điểm dịch chuyển vạch nên. Mỗi 1mm dịch chuyển của bộ khóa thì điểm dịch chuyển khâu cơ sở được 1,5mm, do vậy cả hành trình tiến của bộ khóa điểm chuyển động của khâu cơ sở dịch chuyển được 12mm nên có thể coi cung mà điểm dịch chuyển vạch ra trùng dây cung của nó (coi như V<sub>a</sub> có phương chuyển động ngang vuông góc phương chuyển động của bộ khóa nòng). Vậy V<sub>a</sub> cùng phương với V<sub>b</sub>.

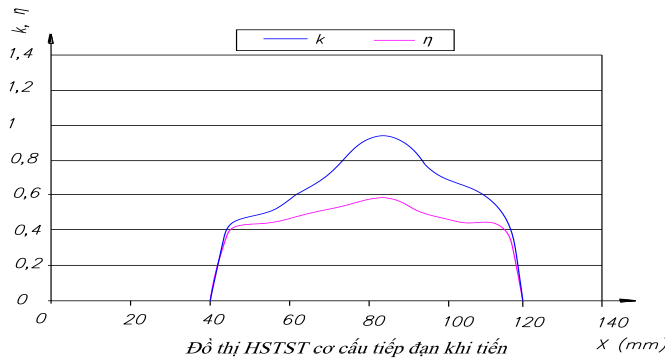
Như vậy, hiệu suất tỷ số truyền cơ cấu tiếp đạn khi khóa nòng tiến là:

$$\eta = \eta_1.\eta_2; k = k_1.k_2$$

Bảng 2. Kết quả tính toán hiệu suất, tỷ số truyền cam loại IV

X	α	θ	r <sub>b</sub> /r <sub>c</sub>	φ	η <sub>2</sub>	k <sub>2</sub>
10	45	60	2,052	15	0,979	1,545
20	45	65	2,052	17	0,973	1,4
30	45	70	2,052	20	0,969	1,362
40	45	73	2,052	22	0,966	1,350
50	45	75	2,052	25	0,968	1,335

60	45	78	2,052	27	0,967	1,339
70	45	80	2,052	30	0,966	1,337
80	45	83	2,052	32	0,964	1,394
90	45	85	2,052	35	0,972	1,372



Hình 11. Hiệu suất và tỷ số truyền cơ cấu tiếp đạn khi bộ khóa tiến

## b) Khi khóa nòng lùi

\* Liên kết 1 (cam loại III):

Bảng 3. Kết quả tính toán hiệu suất, tỷ số truyền cam loại III

x	$\alpha$	$\theta$	$r_b$	$r_c$	$k'_1$	$\eta'_1$
10	25	105	230	180	0,703	0,641
50	10	90	230	140	0,459	0,459

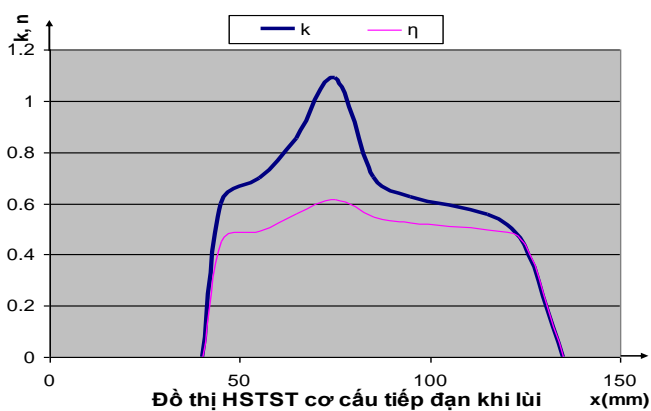
\* Liên kết 2 (cam loại IV)

Bảng 4. Kết quả tính toán hiệu suất, tỷ số truyền cam loại IV

x	$\alpha$	$\theta$	$\varphi$	$r_b$	$r_c$	$k'_2$	$\eta'_2$
10	45	85	35	78	38	1,551	0,964
20	45	83	32	78	38	1,541	0,964
30	45	80	30	78	38	1,534	0,966
40	45	78	27	78	38	1,542	0,967
50	45	75	25	78	38	1,517	0,968

Như vậy hiệu suất, tỷ số truyền cơ cấu tiếp đạn khi lùi là:

$$\eta = \eta'_1 \cdot \eta'_2; k = k'_1 \cdot k'_2$$



Hình 12. Hiệu suất và tỷ số truyền cơ cấu tiếp đạn khi bộ khóa lùi

## 3. KẾT LUẬN

Dự trên tính toán, kết quả đã chỉ ra quan hệ giữa hiệu suất, tỷ số truyền với hành trình khâu cơ sở như sau:

\* Tại cơ cấu khóa nòng - bộ khóa:

- Khi tiến: Hiệu suất và tỷ số truyền khi đóng khóa là như nhau, ban đầu hiệu suất và tỷ số truyền tăng để đảm bảo động năng cho việc đóng khóa chắc chắn và phát hỏa cho đạn, đảm bảo tốc độ bắn cho súng, sau đó giảm dần tránh va đập mạnh.

- Khi lùi: Hiệu suất và tỷ số truyền đều tăng lên nhanh để đảm bảo khi lùi lực đủ mạnh để thắng lực ma sát giữa mặt tỳ trên hai phiến khóa với chốt tỳ trên hai thành hộp khóa, sau khi mở khóa tỷ số truyền và hiệu suất giảm không đáng kể điều này giải thích kết cấu mặt cam mở khóa với ổ đóng mở có góc  $\alpha$  hầu như không thay đổi.

\* Tại cơ cấu tiếp đạn:

- Tỷ số truyền và hiệu suất ở các vị trí khác nhau tương ứng với sự dịch chuyển của khâu cơ sở đối với từng cơ cấu.

- Để tăng tốc độ bắn cho súng, giai đoạn đầu trong cả hành trình lùi và đẩy lên các giá trị  $K, \eta$  đều tăng, ở giai đoạn cuối thì giảm dần với mục đích giảm ảnh hưởng của lực quán tính, tránh va chạm mạnh với bộ sau.

Việc sử dụng hợp lý kết cấu của súng sẽ nâng cao hiệu suất truyền động góp phần tăng độ chính xác bắn, giảm va đập giữa các cơ cấu của súng khi bắn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Huy Chương, 2010. *Cơ sở thiết kế máy tự động*. NXB Quân đội nhân dân.
- [2]. Phạm Huy Chương, 2011. *Động lực học vũ khí*. NXB Quân đội nhân dân.
- [3]. Trần Quốc Trình, Nguyễn Văn Dũng, 2015. *Súng tự động*. NXB Quân đội nhân dân.
- [4]. Trần Quốc Trình, 2011. *Vũ khí bộ binh thông dụng*. Học viện KTQS.
- [5]. Trần quốc Trình, Nguyễn Quang Lượng, 2011. *Sổ liệu vũ khí đạn*. Học viện KTQS.
- [6]. Trương Tư Hiếu, Ưông Sỹ Quyển, 2005. *Trang bị điển hình vũ khí tổng hợp (phần Vũ khí BB)*. NXB HVKTQS.
- [7]. Cục Quân huấn, 2000. *Sách dạy bắn súng RPB*. NXB Quân đội nhân dân.