

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG MỘT SỐ THÔNG SỐ KẾT CẤU ĐẾN DỊCH CHUYỂN CỦA SÚNG THEO NGUYÊN LÝ TRÍCH KHÍ CÓ GIẢM GIẬT

STUDYING THE EFFECT OF SOME STRUCTURAL PARAMETERS ON THE DISPLACEMENT OF GAS-OPERATED WEAPONS WITH A SHOCK ABSORBER

TS. Nguyễn Văn Dung*, TS. Nguyễn Văn Hưng, TS. Trần Văn Tân
Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Trên cơ sở khảo sát đồng thời chuyển động của máy tự động và dao động của súng trên giá, tiến hành khảo sát ảnh hưởng của một số thông số kết cấu như giảm giật, thiết bị đầu nòng và thiết bị điều chỉnh khí thuốc đến dịch chuyển của vũ khí có nòng hệ trích khí. Từ đó, giúp cho việc đánh giá tính hợp lý các thông số, nhằm nâng cao độ ổn định của vũ khí khi bắn.

Từ khóa: Chu kỳ chức năng; Giảm giật; Bệ khóa nòng; Thiết bị điều chỉnh khí thuốc; Thiết bị đầu nòng.

ABSTRACT

Based on surveying the movement of the automatic machine and the oscillation of the gun on the mount simultaneously, the effect of some structural parameters such as shock absorbers, muzzle devices, and powder gas adjustment device on the displacement of gas-operated weapons. From there, it helps to evaluate the reasonableness of the parameters in order to improve the stability of weapons when firing.

Keywords: Functional cycle; Shock absorbers; Breech carrier; Powder gases adjustment device; Muzzle device.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đa số súng bộ binh cỡ đại liên và trọng liên trở lên người ta đều sử dụng cơ cấu giảm giật để giảm lực tác dụng lên giá và tăng ổn định cho súng. Điều này cho phép giảm khối lượng của giá, tăng độ bắn chụm cho súng nhất là khi bắn liên thanh. Nhưng khi có giảm giật, chuyển động của khâu cơ sở trong máy tự động

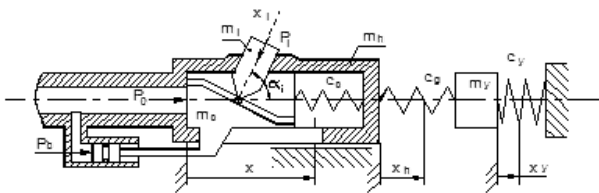
và chuyển động của thân súng có ảnh hưởng lẫn nhau.

Trong tính toán có thể bỏ qua ảnh hưởng này nếu dịch chuyển của thân súng rất nhỏ so với dịch chuyển của khâu cơ sở. Thực tế cho thấy trong nhiều trường hợp, sự ảnh hưởng này là đáng kể, đặc biệt là ảnh hưởng đến tốc độ bắn, đến độ tin cậy làm việc của máy tự động

và độ ổn định của súng. Đồng thời, sự làm việc của máy tự động lại có ảnh hưởng đến sự làm việc của giảm giạt. Như vậy, để đánh giá được thực chất của ảnh hưởng này, ta cần khảo sát đồng thời sự làm việc của máy tự động và của giảm giạt, từ đó khảo sát ảnh hưởng một số tham số kết cấu đến dịch chuyển của súng với đối tượng cụ thể là súng máy PKT 7,62 mm.

2. PHƯƠNG TRÌNH CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY TỰ ĐỘNG VÀ THÂN SÚNG KHI BẮN

2.1. Mô hình tính toán



Hình 1. Mô hình máy tự động nối với giá đàn hồi qua giảm giạt [1]

Ở đây:

m_i – Khối lượng của khâu làm việc thứ i .
 m_0 – Khối lượng của khâu cơ sở.
 m_h – Khối lượng của súng.
 m_y – Khối lượng của giá.
 C_0, C_h, C_y – Lần lượt là độ cứng của lò xo đẩy về, lò xo giảm giạt và lò xo giá.
 X, X_h, X_y – Lần lượt là dịch chuyển của khâu cơ sở m_0 , súng m_h và giá m_y .

Máy tự động của vũ khí có nòng nối chung bao gồm nhiều khâu và cơ cấu. Cấu tạo của các khâu, các cơ cấu lại rất đa dạng phức tạp, hình thức chuyển động khác nhau và chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Để đơn giản bài toán nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác cần thiết, ta đưa vào các giả thiết: các khâu trong máy tự động là vật cứng tuyệt đối trừ lò xo là khâu đàn hồi; các khớp động không có khe hở; dùng khối

lượng thu gọn thay cho khối lượng phân bố.

Đối với vũ khí có nòng hệ trích khí, ta có thể dùng sơ đồ hình 1 làm mô hình tính toán.

2.2. Xây dựng hệ phương trình vi phân chuyển động của máy tự động và thân súng khi bắn

Để thành lập phương trình vi phân chuyển động của máy tự động, ta dùng phương trình Lagrange loại 2 trong hệ tọa độ suy rộng độc lập đủ [2]. Với mô hình ở hình 1, trong các tọa độ suy rộng, ta lấy tọa độ xác định vị trí của khâu cơ sở đối với hộp súng ($q_1 = X$), tọa độ xác định vị trí của hộp súng ($q_2 = X_h$), tọa độ xác định vị trí của giá súng ($q_3 = X_y$) đối với hệ qui chiếu quán tính.

Khi đó, phương trình chuyển động của hệ khảo sát có dạng:

$$\begin{aligned} M_{np} \ddot{X} + \dot{X}^2 \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{\eta_i} m_i v'_i + M_{\eta} \ddot{X}_h + C_0 X &= P_{np}, \\ M_{op} \ddot{X}_h + \frac{d}{dt} (M_v \dot{X}) + C_g X_h - C_g X_y &= P_{op}, \\ M_y \ddot{X}_y + (C_g + C_y) X_y - C_g X_h &= \Pi_{0g} \text{sign} X_h + F \text{sign} \dot{X}_h. \end{aligned} \quad (1)$$

Trong đó:

$$\begin{aligned} M_{np} &= m_0 + \sum_{i=1}^n \frac{v_i^2}{\eta_i} m_i, \quad M_{op} = m_0 + m_h + \sum_{i=1}^n m_i, \quad v'_i = \frac{\partial v_i}{\partial X}, \\ M_{\eta} &= m_0 + \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{\eta_i} m_i \cos \alpha_i, \quad M_v = m_0 + \sum_{i=1}^n v_i m_i \cos \alpha_i, \\ P_{np} &= P_0 - \Pi_0 - \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{\eta_i} P_i, \quad P_{op} = P_h - \Pi_{0g} \text{sign} X_h - F \text{sign} \dot{X}_h. \end{aligned}$$

Những biểu thức vừa nhận được đúng cho vũ khí có các khâu trong cơ cấu máy tự động chuyển động tịnh tiến. Nếu trong cơ cấu ngoài n khâu vừa khảo sát còn có q khâu chuyển động quay, thì trong phương trình (1) ta phải đưa chúng vào.

Khi vũ khí có giảm giạt trên giá cứng tuyệt đối $X_y = \dot{X}_y = \ddot{X}_y = 0$ thì phương trình chuyển động (1) có dạng:

$$M_{np}\ddot{X} + \dot{X}^2 M_{qt} + M_{\eta}\ddot{X}_h = P_{np} - C_o X \quad (2)$$

$$M_{op}\ddot{X}_h + \frac{d}{dt}(M_v \dot{X}) = P_{op} - C_g X_h$$

Về phải của hệ phương trình (2) có chứa các thành phần của áp lực khí thuốc tác dụng lên đáy nòng súng và lực tác dụng lên thiết bị trích khí. Để giải hệ (2), ta cần xác định các thành phần lực này.

Hệ phương trình thuật phóng trong được thành lập trên cơ sở xây dựng phương trình nhiệt động lực học cho hệ kín, những phương trình cơ bản của động lực học chất khí ở thể dừng. Đối với thiết bị trích khí là nguồn cung cấp năng lượng cho máy tự động làm việc. Khí thuốc được trích ra từ lòng nòng chảy qua lỗ trích khí trên thành nòng vào buồng khí làm chuyển động bộ khóa. Việc xác định các lực nói trên dựa vào giải các hệ phương trình cơ bản thuật phóng trong và hệ phương trình mô tả quá trình nhiệt động trong buồng khí [3].

3. KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG MỘT SỐ THAM SỐ KẾT CẤU ĐẾN DỊCH CHUYỂN CỦA SÚNG

Một số kết quả dưới đây được rút ra từ việc giải bài toán đối với súng máy PKT 7,62 mm lắp trên xe tăng, với các thông số khảo sát bao gồm: giảm giạt, thiết bị đầu nòng, thiết bị trích khí.

3.1. Ảnh hưởng cường độ tác dụng khí thuốc trong buồng khí

Áp suất khí thuốc trong buồng khí ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, trong đó có yếu tố cơ

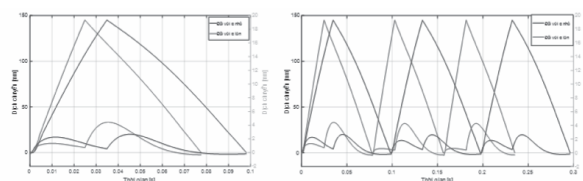
bản là tham số kết cấu của bộ phận trích khí α ; $\alpha = f(\eta)$; η là hiệu suất tỉ xung lượng và một trong số yếu tố quan trọng quyết định nó là diện tích tiết diện ngang lỗ trích khí. Cách tính α được trình bày ở [4]. Với một kết cấu cụ thể, để thay đổi α , ta thay đổi diện tích lỗ trích khí.

Chúng ta sẽ khảo sát sự dịch chuyển của súng trên giảm giạt trong hai trường hợp: cường độ tác dụng của áp suất khí thuốc trong buồng khí khi α lớn và α bé.

Tiến hành giải đồng thời hệ phương trình chuyển động của súng, hệ phương trình thuật phóng trong và hệ phương trình nhiệt động buồng khí, ứng với trường hợp α lớn và α bé, ta có được đồ thị đặc trưng dịch chuyển của bộ khóa và súng trong điều kiện làm việc khác nhau của máy tự động.

a) Khi bắn phát một

Trên hình 2, nếu chia chu kỳ phát bắn làm hai giai đoạn mà điểm phân chia là thời điểm va chạm vào hộp súng của bộ khóa nòng tại vị trí sau cùng thì ta thấy cả hai trường hợp dạng của các đồ thị đồ giống nhau, chúng đều gồm hai nhánh tương tự; điểm khác nhau là mối tương quan giữa hai nhánh. Sự khác nhau thể hiện rõ rệt ở đồ thị dịch chuyển của hộp súng.



Hình 2. Đồ thị dịch chuyển bộ khóa và hộp súng khi thay đổi cường độ tác dụng khí thuốc trong buồng khí khi bắn phát một và bắn loạt

- Khi lỗ trích khí nhỏ (α nhỏ): thời gian chu kỳ máy tự động $t_{FC} = 0,098$ s, nhánh trái có dịch chuyển lớn nhất của hộp súng $x_{MAX} = 2,22$

mm, còn nhánh phải $x_{MAX} = 2,69$ mm.

- Khi lỗ trích khí lớn (α lớn): thời gian chu kỳ máy tự động $t_{FC} = 0,078$ s, nhánh trái có dịch chuyển lớn nhất của hộp súng $x_{MAX} = 1,31$ mm, còn nhánh phải $x_{MAX} = 4,41$ mm.

Kết quả cho thấy dịch chuyển lớn nhất của hộp súng trong trường hợp α lớn lớn hơn trường hợp α bé nhưng chu kỳ làm việc của máy tự động thì ngược lại.

b) Khi bắn loạt

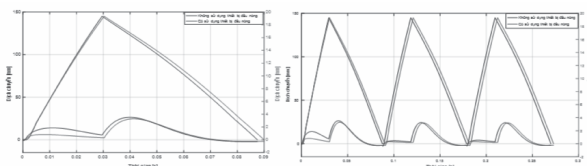
Để giải cho một loạt bắn, ta lấy số liệu ở điểm cuối của phát bắn trước làm điều kiện đầu vào cho phát bắn tiếp theo, ta có được đồ thị xác định quy luật thay đổi dịch chuyển của bộ khóa và hộp súng trong điều kiện làm việc khác nhau của máy tự động khi bắn loạt. Với cùng một đặc trưng của giảm giạt sao cho thời gian làm việc của giảm giạt nhỏ hơn thời gian chu kỳ làm việc của máy tự động thì hình dáng của các đồ thị đó giống nhau khi α lớn và α bé. Chúng được thể hiện rõ trên hình 2.

Kết quả khi bắn loạt, dịch chuyển lớn nhất của hộp súng trong trường hợp α lớn lớn hơn trường hợp α bé nhưng chu kỳ làm việc của máy tự động thì ngược lại, giống trường hợp khi bắn phát một.

3.2. Ảnh hưởng của thiết bị đầu nòng

Đồ thị dịch chuyển của bộ khóa nòng và hộp súng khi có sử dụng và không sử dụng thiết bị đầu nòng được thể hiện rõ trên hình 3. Tác dụng của thiết bị đầu nòng được thể hiện bằng sự thay đổi xung lực ban đầu từ phát bắn tác dụng lên hộp súng. Khi sử dụng thiết bị đầu nòng, xung lực ban đầu sẽ nhỏ hơn, điều này sẽ làm cho dịch chuyển của hộp súng nhỏ hơn;

nếu không sử dụng thiết bị đầu nòng thì ngược lại, dịch chuyển của hộp súng sẽ lớn hơn.

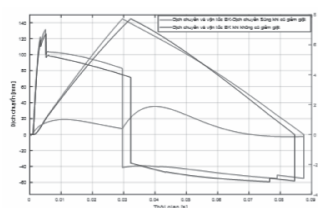


Hình 3. Đồ thị dịch chuyển bộ khóa và hộp súng trong trường hợp có sử dụng và không sử dụng thiết bị đầu nòng khi bắn phát một và bắn loạt

Đồ thị 3 cho thấy ảnh hưởng của thiết bị đầu nòng đến dịch chuyển của hộp súng là đáng kể, nhưng thời gian chu kỳ làm việc của máy tự động chỉ có sự thay đổi ít. Điều này cũng được chứng minh bằng các giải pháp thiết kế khác nhau của súng máy PKT sử dụng không chỉ thiết bị loa giảm lùi, mà còn có thể sử dụng loa che lửa khi lắp trên xe tăng và các loại xe chiến đấu khác.

3.3. Ảnh hưởng của giảm giạt

Chúng ta tiến hành khảo sát sự làm việc của máy tự động khi súng có giảm giạt và khi súng không có giảm giạt, từ đó có được đồ thị dịch chuyển của bộ khóa và hộp súng trên hình 4.



Hình 4. Đồ thị dịch chuyển bộ khóa và hộp súng trong trường hợp có sử dụng và không sử dụng giảm giạt khi bắn phát một

Quan sát đồ thị 4, chúng ta nhận thấy đặc điểm làm việc của máy tự động khi có giảm giạt là: tốc độ lùi và dịch chuyển tuyệt đối của bộ khóa tăng, tỉ số giữa tốc độ trước và sau va chạm của bộ khóa ở vị trí sau cùng thay đổi. ➡

Điều đó làm thay đổi tỉ số giữa thời gian lùi và đẩy lên cũng như thời gian chu kỳ làm việc của máy tự động. Do tốc độ lùi của bộ khóa tăng mà thời gian lùi của súng có giảm giập giảm. Khi đó thời gian đẩy lên có tăng lên, làm chu kỳ làm việc của máy tự động có thể tăng hoặc giảm; việc tăng hoặc giảm phụ thuộc vào các đặc trưng của giảm giập, vào điều kiện va chạm của bộ khóa ở vị trí sau cùng, vào các lực sinh ra do máy tự động làm việc tác động lên hộp súng.

Bảng 1. Vận tốc bộ khóa nòng khi không có giảm giập và có giảm giập (α lớn)

Vận tốc bộ khóa nòng (m/s)	Không có giảm giập	Sử dụng giảm giập
Sau va chạm ở vị trí trước cùng, trước phát bắn đầu tiên v_{pp}	-2,3441	-2,3441
Vận tốc lớn nhất	7,8944	8,2138
Trước va chạm ở vị trí sau cùng v_l	5,1140	5,5736
Sau va chạm ở vị trí sau cùng v_2	-2,5570	-2,7868
Sau va chạm ở vị trí trước cùng v_{pp}	-3,4725	-3,0967

Bảng 2. Thời gian chu kỳ chức năng khi không có giảm giập và có giảm giập (α lớn)

Thời gian (s)	Không có giảm giập	Sử dụng giảm giập	Sự thay đổi t_{FC}
t_1	0,0263	0,0249	-5,32 %
t_2	0,0447	0,0526	+17,67 %
t_{FC}	0,0710	0,0775	+9,15%

Những nhận xét trên có thể được giải thích là khi có giảm giập, tốc độ lùi của bộ khóa tăng do có thêm tốc độ chuyển động của hộp súng ở thời điểm áp suất khí thuốc trong buồng khí bắt đầu tác dụng và thời điểm liên kết khóa

nòng với bộ khóa. Còn sự tăng dịch chuyển tuyệt đối của bộ khóa cũng do toàn súng có dịch chuyển. Sự thay đổi tỉ số giữa tốc độ bộ khóa trước và sau va chạm ở vị trí sau cùng là do thay đổi điều kiện va chạm; lúc bộ khóa va chạm ở vị trí sau cùng với hộp súng thì hộp súng đã có một tốc độ nào đó, còn hộp súng trong trường hợp không sử dụng giảm giập thì đứng yên.

4. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp khảo sát đồng thời sự làm việc của máy tự động và của giảm giập, ta nhận thấy kết cấu của giảm giập thường ảnh hưởng thực sự đến làm việc của máy tự động và sự làm việc của máy tự động lại tạo ra chuyển động của súng khi giảm giập. Vì vậy, khi đánh giá lợi ích của giảm giập súng tự động cần tính đến những ảnh hưởng này. Khi thiết kế giảm giập, ta có thể chọn các đặc trưng của chúng sao cho thỏa mãn đầy đủ những yêu cầu đặt ra đối với súng, đồng thời quan tâm đến các tham số kết cấu ảnh hưởng đến sự làm việc của máy tự động để nâng cao độ ổn định của súng khi bắn. ♦

Ngày nhận bài: 03/5/2023

Ngày phản biện: 23/5/2023

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Alferov, V. V.; *Design and calculation of automatic small arms. (In Russian: Konstrukcia i raschet avtomaticheskogo oruzhia).* Mashinostrojenie, 1977, 248 p.
- [2]. Tokarev, A. D. et al.; *Theory and Calculation of Machine gun and AA Mounts. (In Russian: Teoria i raschet pulemjotnykh stankov i zenitnykh ustanovok).* PVAIU Penza, 1976. Soviet Union.
- [3]. Beer, S.; Jednička, L.; Plíhal, B.; *Vnitřní balistika hlavních zbraní. [Učebnice].* Brno: Univerzita obrany, 2004. 344 s.
- [4]. Phạm Huy Chương; *Giáo trình cơ sở kết cấu và tính toán thiết kế máy tự động.* Học viện Kỹ thuật Quân sự, 1998.
- [5]. Nguyễn Văn Dung; *Analýza vzájemného vlivu funkce automatické zbraně a pružné lafety. Disertační práce.* Brno: Univerzita obrany, 2022.