

Khảo sát các tham số động lực học và dao động của thiết bị phóng tên lửa sử dụng nguyên lý phóng “động-phản lực”

Bùi Đình Tân*, Mai Duy Phương, Dương Quốc Việt

Viện Tên lửa, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự, 17 Hoàng Sâm, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam.

*Email: buidinhntan@gmail.com

Nhận bài: 20/8/2023; Hoàn thiện: 25/10/2023; Chấp nhận đăng: 08/4/2024; Xuất bản: 22/4/2024.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.94.2024.166-172>

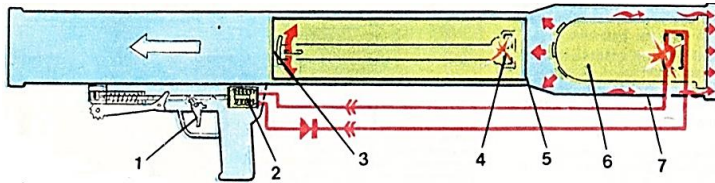
TÓM TẮT

Tên lửa được phóng theo nguyên lý “động-phản lực” tạo ra sơ tốc lớn cho tên lửa trong khoảng thời gian ngắn, hạn chế tối đa lực giạt của hệ thống phóng. Giai đoạn phóng diễn ra trong thời gian rất ngắn (cỡ % giây), do đó các quá trình diễn ra rất nhanh, dễ mất cân bằng, gây nguy hiểm đến thiết bị phóng và xạ thủ thao tác bắn. Bài báo tiến hành xây dựng mô hình toán mô tả các quá trình diễn ra trong giai đoạn phóng, xác định các tham số động lực học của tên lửa và hệ thống phóng. Đây là cơ sở lý thuyết sử dụng cho thiết kế, chế tạo hệ thống phóng theo nguyên lý này. Ứng dụng tính toán hệ thống phóng mẫu nguyên lý tên lửa điển hình.

Từ khóa: Dao động; Động lực học; Thiết bị phóng; Động-phản lực.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tên lửa được phóng theo nguyên lý “động-phản lực” sử dụng động cơ phóng (ĐCP) gồm hai cụm loa phụt: cụm loa phụt trước và cụm loa phụt sau (hình 1) [7, 8].



Hình 1. Sơ đồ kết cấu một dạng vũ khí sử dụng nguyên lý phóng “động-phản lực”.

1 - Cò; 2 - Cò điện; 3, 4, 5 - Các thành phần của tên lửa; 6 - Động cơ; 7 - Ống phóng.

Một phần sản phẩm cháy (SPC) của động cơ phụt qua cụm loa phụt trước đến vùng không gian sau đáy tên lửa (buồng thấp áp). Buồng thấp áp tạo ra động lực đẩy tên lửa ra khỏi ống phóng. Phản lực theo hướng ngược lại trở thành lực giạt tác động lên hệ thống phóng. Một phần SPC phụt qua cụm loa phụt sau tạo thành phản lực cân bằng với lực giạt. Trong giai đoạn phóng, các quá trình diễn ra rất nhanh (cỡ 0,02 s), có biên độ thay đổi lớn, dễ mất cân bằng gây nguy hiểm đến thiết bị và xạ thủ thao tác bắn. Các quá trình này nếu tính toán, mô phỏng sát với điều kiện làm việc thực tế có thể tiến tới tự động khử hoàn toàn lực giạt của thiết bị phóng. Vì vậy, trong nhiều tài liệu, người ta gọi nguyên lý phóng này là nguyên lý phóng không giạt.

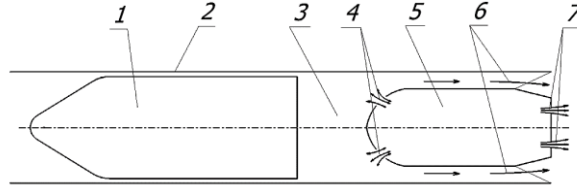
Bài báo giới thiệu phương pháp xây dựng và giải đồng thời các phương trình mô tả các quá trình hóa, lý, nhiệt động xảy ra trong buồng đốt động cơ, cùng với phương trình động lực học chuyển động của tên lửa,... theo biến thời gian. Từ đó, có thể xác định được không chỉ các thông số làm việc của động cơ mà còn xác định được các thông số động lực học chuyển động của tên lửa và hệ thống phóng theo thời gian làm cơ sở nghiên cứu ảnh hưởng của các tham số kết cấu đến các thông số làm việc đặc trưng như: sơ tốc của tên lửa, lực giạt của thiết bị phóng, áp suất trong buồng cao áp, thấp áp,... phục vụ cho tính toán, thiết kế vũ khí sử dụng nguyên lý phóng này.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN

2.1. Mô hình kết cấu và nguyên lý làm việc

Mô hình kết cấu hệ thống phóng được mô tả tại hình 2 thời điểm trước khi phóng: tên lửa (1)

nằm trong ống phóng (2), động cơ phóng (5) liên kết cứng với ống phóng. Vỏ động cơ phóng, ống phóng và đáy tên lửa tạo thành một buồng hở, gọi là buồng thấp áp (3) [7].



Hình 2. Mô hình kết cấu hệ thống phóng và quá trình trao đổi khí trong ống phóng

1. Tên lửa; 2. Ống phóng; 3. Buồng thấp áp (B2); 4. Dòng SPC cụm loa phụt trước; 5. Buồng cao áp (B1); 6. Dòng SPC từ B2 ra khí quyển; 7. Dòng SPC cụm loa phụt sau.

Nguyên lý làm việc của hệ thống phóng “động-phản lực” như sau: Sau khi thuốc phóng được môi cháy, áp suất trong buồng đốt động cơ (buồng **B1**) tăng đồng thời phụt qua cụm loa phụt trước và cụm loa phụt sau. SPC phụt qua cụm loa phụt trước làm tăng dần áp suất trong buồng thấp áp (buồng **B2**) tạo thành lực cản chốt đàn hồi đáy tên lửa ra khỏi ống phóng, một phần SPC phụt ra phía sau qua khe hở giữa động cơ và ống phóng. SPC phụt qua loa phụt sau tạo thành phản lực cân bằng với các thành phần lực giạt tạo thành do buồng thấp áp, cụm loa phụt trước tạo ra.

Theo [3] và [7], các quá trình diễn ra trong giai đoạn phóng bao gồm: Quá trình cháy sinh khí của thuốc phóng và thuốc môi; Quá trình truyền nhiệt từ SPC đến thành vỏ động cơ; Quá trình thay đổi trạng thái và biến đổi năng lượng của SPC; Quá trình phụt khí qua loa phụt sau; Quá trình phụt khí qua loa phụt trước; Quá trình giãn nở và nén khí trong buồng thấp áp; Quá trình chuyển động và mở rộng buồng thấp áp; Quá trình phụt khí qua khe hở giữa tên lửa và ống phóng.

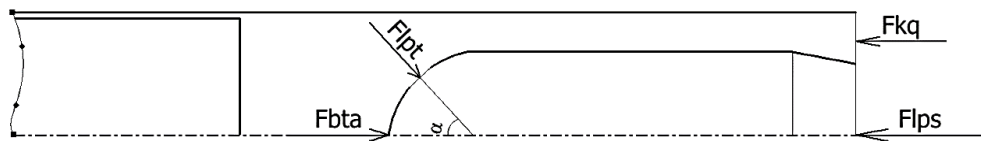
Như vậy, lực tác động lên hệ thống phóng (hình 3) có dạng sau:

$$\vec{F}_p = \vec{F}_{bta} + \vec{F}_{lpt} + \vec{F}_{lps} + \vec{F}_{kq} \quad (1)$$

Trong đó: \vec{F}_{bta} - Lực do SPC của buồng B2 tác động lên ĐCP; \vec{F}_{lpt} - Phản lực do cụm loa phụt trước tạo ra; \vec{F}_{lps} - Lực do cụm loa phụt sau tạo ra; \vec{F}_{kq} - Phản lực do luồng SPC phụt qua khe hở giữa ĐCP và ống phóng.

Coi hệ thống đối xứng, chiếu phương trình (1) lên trục dọc thân tên lửa theo phương chuyển động của tên lửa, khi đó (1) trở thành:

$$F_p = F_{lps} + F_{kx} - F_{bta} - F_{lpt} \quad (2)$$



Hình 3. Tổng hợp lực tác dụng lên ống phóng.

2.2. Xây dựng hệ phương trình

Giả thiết: Thuốc phóng cháy theo quy luật hình học, tốc độ cháy được mô hình hoá bởi phương trình tốc độ cháy; Số mũ đoạn nhiệt, chỉ số đoạn nhiệt, hằng số khí (R) được xem là hằng số; Bỏ qua sự giãn nở SPC trong buồng thấp áp; Bỏ qua quá trình trao đổi nhiệt giữa SPC với đáy tên lửa và ống phóng; Bỏ qua ma sát giữa SPC với thành ống phóng; Bỏ qua tác động của động năng dòng SPC phụt qua loa phụt trước tác động lên đáy tên lửa.

Xây dựng phương trình động lực học của ống phóng

Trên cơ sở định luật II Newton và các biểu thức vật lý động lực học, phân tích động lực học chuyển động của tên lửa và ống phóng trong quá trình phóng, xác định được các phương trình như sau:

Theo các định luật động lực học, phương trình chuyển động của tên lửa và phương trình thay đổi thể tích B2 được viết dưới dạng sau:

$$\frac{dV_d}{dt} = \frac{S_d \cdot p_2}{\phi \cdot m_d} \quad (3)$$

$$\frac{dw_2}{dt} = S_d \cdot V_d \quad (4)$$

$$\frac{dl}{dt} = V_d \quad (5)$$

Trong đó: S_d, m_d - Diện tích đáy tên lửa và khối lượng tên lửa; V_d - Tốc độ chuyển động của tên lửa tại thời điểm xét; p_2 - Áp suất trong buồng thấp áp; l - Quãng đường tên lửa dịch chuyển; ϕ - Hệ số tăng nặng của tên lửa; w_2 - Thể tích buồng B2.

Tương tự, phương trình vận tốc của ống phóng theo thời gian:

- Khi tên lửa chưa ra khỏi ống phóng:

$$\frac{dV_{op}}{dt} = \frac{F_p}{\phi_{op} \cdot (m_{op} + m_d)} - \frac{k \cdot x_{op}}{\phi_{op} \cdot (m_{op} + m_d)} \quad (6)$$

- Khi tên lửa đã ra khỏi ống phóng:

$$\frac{dV_{op}}{dt} = \frac{F_p}{\phi_{op} \cdot m_{op}} - \frac{k \cdot x_{op}}{\phi_{op} \cdot m_{op}} \quad (7)$$

Trong đó: V_{op} - Vận tốc ống phóng; m_{op}, m_d - Khối lượng ống phóng và khối lượng tên lửa; k - Độ cứng của lò xo giảm chấn; x_{op} - Tọa độ của ống phóng tại thời điểm t ; ϕ_{op} - Hệ số tăng nặng.

Lực F_p tác dụng lên ống phóng được xác định theo (2), bao gồm các thành phần:

- Lực do áp suất buồng thấp áp tác dụng lên ĐCP:

$$F_{bta} = (p_2 - p_{kq}) \cdot S_{dcp} \quad (8)$$

Trong đó: p_{kq} - Áp suất khí quyển; S_{dcp} - Diện tích tiết diện ngang của ĐCP.

- Phản lực do luồng sản phẩm cháy phụt qua cụm loa phụt trước: Để hạn chế lực giật, loa phụt trước không có phần mở rộng. Vì vậy, biểu thức tính lực đẩy có dạng sau:

$$F_{lpt} = [\dot{m}_{td1} \cdot v_{td1} + (p_{crt1} - p_2) \cdot S_{cr2}] \cdot \cos(\alpha) \quad (9)$$

Trong đó: \dot{m}_{td1} - Lưu lượng dòng sản phẩm cháy phụt từ B1 sang B2; v_{td1} - Tốc độ dòng sản phẩm cháy tại cửa ra của cụm loa phụt trước (m/s); p_{crt1} - Áp suất tại cửa ra của cụm loa phụt trước; S_{cr2} - Diện tích tiết diện cửa ra của cụm loa phụt trước; α - Góc nghiêng của loa phụt trước.

- Phản lực do luồng sản phẩm cháy phụt qua cụm loa phụt sau [4]:

$$F_{lps} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot F_r(\xi) \cdot S_{th1} \cdot p_1 \quad (10)$$

Trong đó: φ_1, φ_2 là các hệ số tính đến những tổn hao khí động của tốc độ và lưu lượng khí; $F_r(\xi)$ - Hàm số của ξ và số mũ đoạn nhiệt k [1]; ξ - Tỷ số giữa d_a và d_{th} ; S_{th1} - Diện tích tiết diện tới hạn của cụm loa phụt sau; p_1 - Áp suất khí thuốc trong buồng đốt (buồng B1).

- Phản lực do luồng sản phẩm cháy phụt từ B2 ra khí quyển qua khe hở giữa ĐCP và ống phóng:

$$F_{kq} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot F_r(\xi) \cdot S_{thkq} \cdot p_{kp2} \quad (11)$$

Trong đó: S_{thkq} - Diện tích tiết diện tới hạn của khe hở giữa ĐCP và ống phóng; p_{kp2} - Áp suất tại tiết diện tới hạn của khe hở được xác định $p_{kp2} = p_2 \cdot \left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}}$.

Vì phân vị trí ống phóng theo thời gian bằng vận tốc chuyển động của ống phóng:

$$\frac{dx_{op}}{dt} = V_{op} \tag{12}$$

Trong đó, x_{op} là tọa độ ống phóng tại thời điểm t.

Phù hợp với các giả thiết nêu trên, các quá trình diễn ra trong buồng đốt động cơ [1-3, 5, 9] và cùng với các phương trình (3) ÷ (7) và (10) ÷ (12), nhận được hệ 13 phương trình vi phân:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1. \frac{d\psi}{dt} = \frac{S \cdot u \cdot \rho_T}{\omega}; \quad 2. \frac{d\chi_n}{dt} = \frac{a \cdot b}{(1 + b \cdot \psi)^2} \cdot \frac{d\psi}{dt} \\ 3. \frac{dp_1}{dt} = \frac{\chi_n \cdot m_1 \cdot R \cdot T_{b1}}{w_1} \cdot \left(\frac{1}{m_1} \cdot \frac{dm_1}{dt} + \frac{1}{T_{b1}} \cdot \frac{dT_{b1}}{dt} + \frac{1}{\chi_n} \cdot \frac{d\chi_n}{dt} - \frac{1}{w_1} \cdot S \cdot u \right) \\ 4. \frac{dm_1}{dt} = S \cdot u \cdot \rho_T - \frac{\phi_2 \cdot K_0(K) \cdot F_{th} \cdot p_1}{\sqrt{\chi_n \cdot R \cdot T_{b1}}} - \dot{m}_{d1} \\ 5. \frac{dT_{b1}}{dt} = \frac{T_{b1}}{m_1} \cdot \left(\omega \cdot \frac{T_{b1}}{T_{b1}} \cdot \frac{d\psi}{dt} - \frac{dm_1}{dt} - k \cdot \dot{m}_{d1} - \frac{k \cdot \phi_2 \cdot K_0(K) \cdot S_{th1} \cdot p_1}{\sqrt{\chi_n \cdot R \cdot T_{b1}}} \right) \\ 6. \frac{dp_2}{dt} = \frac{\chi_n \cdot m_2 \cdot R \cdot T_{b2}}{w_2} \cdot \left(\frac{1}{m_2} \cdot \frac{dm_2}{dt} + \frac{1}{T_{b2}} \cdot \frac{dT_{b2}}{dt} + \frac{1}{\chi_n} \cdot \frac{d\chi_n}{dt} - \frac{1}{w_2} \cdot \frac{dw_2}{dt} \right) \\ 7. \frac{dm_2}{dt} = \dot{m}_{d1} - \dot{m}_{kq}; \quad 8. \frac{dT_{b2}}{dt} = \frac{T_{b2}}{m_2} \cdot \left(k \cdot \frac{T_{b1}}{T_{b2}} \cdot \dot{m}_{d1} - k \cdot \dot{m}_{kq} - (k-1) \cdot \frac{V_d \cdot S_d \cdot p_2}{R \cdot T_{b2}} - \frac{dm_2}{dt} \right) \\ 9. \frac{dV_d}{dt} = \frac{S_d \cdot p_2}{\phi \cdot m_d}; \quad 10. \frac{dw_2}{dt} = S_d \cdot V_d; \quad 11. \frac{dl}{dt} = V_d; \quad 12. \frac{dX_{op}}{dt} = V_{op} \\ 13.1. \frac{dV_{op}}{dt} = \frac{F_p}{\phi_{op} \cdot (m_{op} + m_d)} - \frac{k \cdot x_{op}}{\phi_{op} \cdot (m_{op} + m_d)} \quad \text{khi } l \leq l_{op}, \\ 13.2. \frac{dV_{op}}{dt} = \frac{F_p}{\phi_{op} \cdot m_{op}} - \frac{k \cdot x_{op}}{\phi_{op} \cdot m_{op}} \quad \text{khi } l > l_{op} \end{array} \right. \tag{13}$$

Hệ (13) gồm 13 phương trình vi phân tương ứng xác định 13 tham số làm việc của động cơ, của tên lửa và của ống phóng. Trong đó, phương trình số 1 đến số 8 là các phương trình cơ bản xác định các tham số làm việc của động cơ; phương trình số 9 đến số 13 xác định các tham số động lực học của ống phóng và tên lửa. Các tham số làm việc này có ảnh hưởng lẫn nhau, do đó hệ (13) phải được giải đồng thời theo biến thời gian t.

Điều kiện đầu đối với hệ, khi t = 0:

$$\begin{aligned} p_1 = p_2 = p_0; \quad T_{b1} = T_{b2} = T_0; \quad \psi = 0; \quad \chi_n = \chi_0; \quad m_1 = m_2 = 0; \\ w_2 = w_0; \quad V_{op} = V_d = 0; \quad l = X_{op} = 0 \end{aligned} \tag{13}$$

Trong đó: ω, ρ_T - Khối lượng ban đầu và khối lượng riêng của thuốc phóng; u - Tốc độ cháy của thuốc phóng; $S(e)$ - Diện tích bề mặt cháy của thuốc phóng tại thời điểm xét; p_1, w_1, T_{b1} ,

m_1 lần lượt là áp suất, thể tích, nhiệt độ và khối lượng khí trong buồng B1; p_2, w_2, T_{b2}, m_2 lần lượt là áp suất, thể tích, nhiệt độ và khối lượng khí trong buồng B2; R - Hằng số khí của SPC; χ_n - Tổn thất nhiệt trong buồng đốt B1; k - Số mũ đoạn nhiệt; $K_0(k)$ - Hàm chi số mũ đoạn nhiệt; S_{th1} - Diện tích tới hạn của các loa phụt sau; C_p, C_v lần lượt là nhiệt dung riêng đẳng áp và nhiệt dung riêng đẳng tích của sản phẩm cháy; a, b - Đặc trưng hình dạng của thuốc phóng.

3. GIẢI BÀI TOÁN

3.1. Các tham số đầu vào

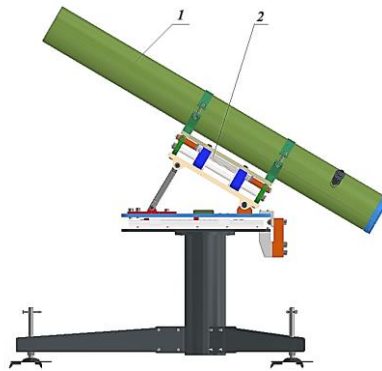
Sử dụng bộ tham số kết cấu của động cơ, thuốc phóng, tên lửa và ống phóng thử nghiệm của tên lửa có điều khiển bán tự động đưa vào chương trình tính.

- Động cơ phóng: chiều dài $L_k = 0.15$ m và đường kính buồng đốt $D_k = 0.077$ m; số loa phụt: $n_{lp1} = n_{lp2} = 6$; đường kính tiết diện tới hạn loa phụt trước $d_{th2} = 0.0105$ m, sau $d_{th2} = 0.012$ m;

- Thuốc phóng 10/1TP: $D_n = 0.0047$ m, $d_{tr} = 0.0029$ m, $L_t = 0.130$ m, $Sl_{tp} = 179$, $\omega_{tp} = 0.375$ kg, $T_1 = 1950$ K, $u = 30 \cdot 10^{-6} \cdot p^{0.395}$.

- Tên lửa: $d_d = 0.12$ m, $m_d = 11.3$ kg, $\phi = 1.03$; $p_{td} = 9 \cdot 10^5$ Pa; $l_{op} = 0.8$ m.

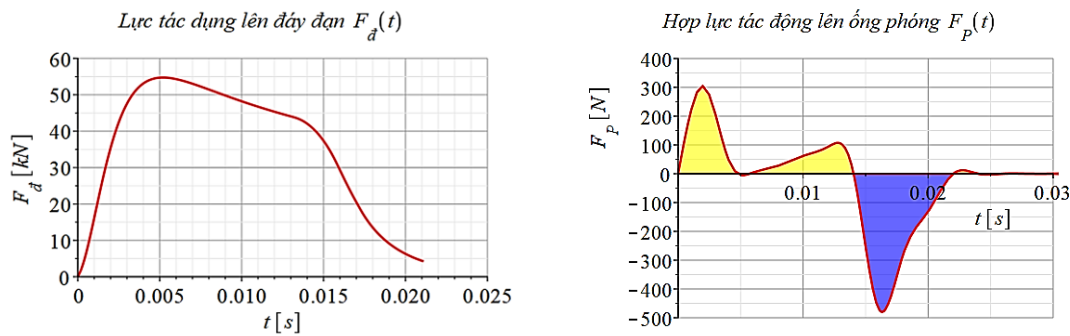
- Các thông số ống phóng (hình 4): $m_{op} = 50.2$ kg, $k_{lx} = 500$ N/m, $S_{thkq} = 0.0064$ m².



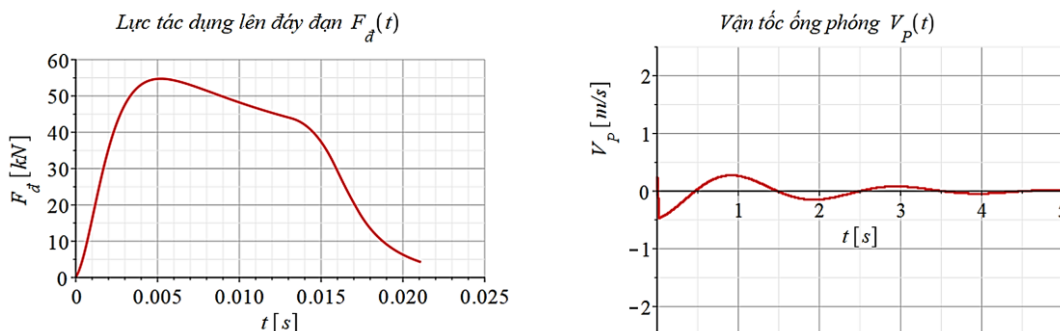
Hình 4. Mô hình giá phóng và ống phóng thử nghiệm.
1. Ống phóng; 2. Lò xo giảm chấn.

3.2. Kết quả tính toán và thử nghiệm

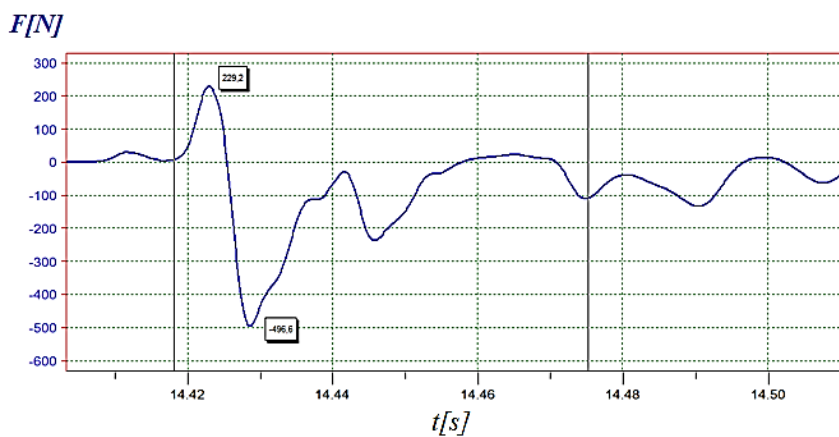
Tiến hành giải hệ phương trình vi phân (13) bằng phương pháp Runge-Kutta với điều kiện đầu (14) theo bộ số liệu đầu vào nêu trên. Đồ thị tính toán một số tham số chủ yếu được biểu diễn trên hình 5 và hình 6. Thử nghiệm tiến hành đo lực giạt tác dụng lên ống phóng theo phương ngang, đồ thị thực nghiệm được thể hiện trên hình 7.



Hình 5. Lực tác dụng lên dây dạn và lên ống phóng tính toán.



Hình 6. Một số kết quả tính toán.



Hình 7. Lực tác dụng lên giá phóng thực nghiệm.

3.3. Đánh giá, nhận xét và kiến nghị

Từ đồ thị “Hợp lực tác dụng lên ống phóng” tính toán (hình 5) và thực nghiệm (hình 7) cho thấy:

- Ban đầu ống phóng bị tác dụng của luồng phụt qua loa phụt sau đẩy về trước, sau khi tên lửa được giải phóng khỏi đai hãm tên lửa mới xuất hiện lực giật về sau cân bằng lại với lực đẩy về trước do luồng phụt qua loa phụt sau và qua khe hở giữa ĐCP và ống phóng tạo ra.

- Biên dạng và biên độ dao động tính toán khá phù hợp với kết quả thực nghiệm đo được. Sai khác về định lượng có thể giải thích do sai số trong quá trình đo đạc (sai số của thiết bị đo, sai số trong quá trình gá lắp thiết bị,...).

- Tổng xung lực đẩy về trước (phần diện tích màu vàng) và tổng xung lực đẩy về sau (phần diện tích màu xanh) gần như bằng nhau.

- Giá trị lực giật lớn nhất vẫn còn khá lớn (khoảng 500 N) cho thấy vũ khí cần có giá phóng, cần thay đổi một vài thông số về kết cấu để giảm lực giật, giảm tác động lớn đến các thiết bị đồng bộ với ống phóng.

Từ đồ thị “Vị trí của ống phóng” (hình 6) cho thấy, theo tính toán lý thuyết, biên độ dao động của ống phóng lớn nhất cỡ 12 cm, sau đó giảm dần do tác dụng của lò xo giảm chấn. Biên độ này đảm bảo được an toàn cho xạ thủ cũng như vũ khí.

4. KẾT LUẬN

Trong phạm vi bài báo, nhóm tác giả đã trình bày cơ sở lý thuyết và bài toán xác định các tham số động lực học và dao động của thiết bị phóng trong giai đoạn phóng của tên lửa sử dụng nguyên lý phóng “động-phản lực”. Đưa ra được đồ thị đánh giá lực giật cũng như dao động của ống phóng trong và sau khi tên lửa rời ống phóng.

So sánh kết quả tính toán và thực nghiệm cho thấy hai kết quả khá phù hợp, khẳng định được độ tin cậy của mô hình toán và chương trình giải. Kết quả bài toán này làm cơ sở để tiếp tục xây dựng và tính toán phát triển một số bài toán sâu hơn.

Do hạn chế về khuôn khổ trình bày của bài báo, rất nhiều nội dung khảo sát và tính toán không thể trình bày hết được. Nhóm tác giả chỉ trình bày được những kết quả chung nhất của quá trình nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Thế Phiệt, “*Lý thuyết động cơ tên lửa*”, Học Viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, (1995).
- [2]. Lê Song Tùng và các tác giả, “*Tính toán thiết kế động cơ tên lửa nhiên liệu rắn*”, NXB Quân đội nhân dân, (2013).
- [3]. Đặng Hồng Triền, “*Lý thuyết động cơ tên lửa nhiên liệu rắn*”, NXB Khoa học và Kỹ thuật, (2016).
- [4]. Nghiêm Xuân Trình và các tác giả, “*Thuật phóng trong súng pháo*”, Bộ môn Thuật phóng và Điều khiển hoá lực, Khoa Vũ khí, Học Viện Kỹ thuật Quân sự, (2015).
- [5]. D.P. Mishra, “*Fundamentals of Rocket Propulsion*”, CRC Press Taylor & Francis Group, New York, (2017).
- [6]. Орлов Б. В., “*Термодинамические и баллистические основы проектирования РДТТ*”, Издательство Машиностроение, Москва, (1968).
- [7]. *Техническое описание и инструкция по эксплуатации ПТУРС 9М111М*.
- [8]. Бригадиров Г.В., “*Противотанковые ракетные комплексы*”. Тула: Изд-во Юнона, (1994).
- [9]. Дорофеев А.А.. *Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчет и проектирование*. М. МГТУ им. Н.Э. Баумана, (2014).

ABSTRACT

Investigation of dynamic and vibrational parameters of anti-tank missile launchers using the "dynamic-reaction" launch principle

Anti-tank missiles are launched according to the "dynamic-reaction" principle, creating a high velocity for the missile in a short period of time, minimizing the recoil of the launch system. Because the launch phase takes place in a very short time (size 0.02 s), the processes take place quickly, easily unbalanced, causing danger to the equipment and the gunner to shoot. The article proceeds to build a mathematical model describing the processes taking place in the launch phase, determining the dynamic parameters of the projectile and the launch system. This is the theoretical basis used for the design and manufacture of the launch system according to this principle. The application calculates the typical anti-tank missile prototype system.

Keywords: Oscillations; Dynamics; Launchers; Dynamic-reaction.