NGHIÊN CỨU, XÂY DỰNG MÔ HÌNH BÀI TOÁN THUẬT PHÓNG TRONG CỦA ĐẠN NHIỄU ĐN10.VN-1

Vũ Trọng Thiện[1*], Phạm Thế Phiệt[2], Lê Minh Đức[1], Đoàn Minh Kiều[1]

***Tóm tắt**: Bài báo xây dựng mô hình bài toán thuật phóng trong của đạn nhiễu ĐN10.VN-1 với hiện tượng trao đổi khí và năng lượng giữa các buồng đều có thuốc phóng qua lỗ phụt khí nhằm phục vụ trực tiếp cho việc khảo sát ảnh hưởng các tham số kết cấu đến sơ tốc và áp suất của đạn nhiễu ĐN10.VN-1 sau này.*

Từ khóa: Đạn nhiễu; Sơ tốc; Áp suất; Khí trao đổi.

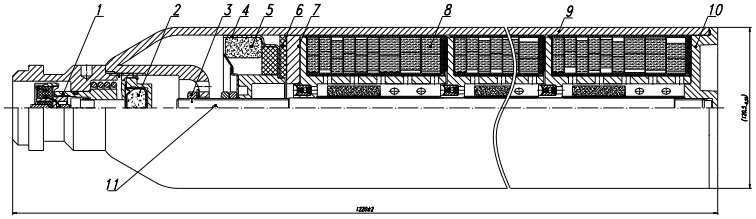
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong tình hình hiện nay, vấn đề bảo vệ chủ quyền biên giới hải đảo đang được Đảng, Nhà nước và Bộ Quốc phòng rất quan tâm và được đầu tư tương đối lớn nhằm nâng cao sức mạnh của Quân đội nói chung và lực lượng Hải quân Việt Nam nói riêng. Trang thiết bị quân sự được đầu tư hết sức hiện đại, nhưng bên cạnh đó, chi phí đầu tư cũng hết sức lớn như tàu chiến cỡ lớn, tàu ngầm,… Trong khi đó, tên lửa đối hải của đối phương có tính hủy diệt, sát thương lớn, thậm chí chỉ cần một quả cũng có thể đánh chìm một tàu chiến cỡ lớn, vì thế mà rất nhiều nước trên thế giới đã và đang tập trung vào phát triển các loại tên lửa với tầm bắn, độ chính xác ngày càng cao, uy lực ngày càng lớn. Một trong những phương pháp phòng vệ hiệu quả là sử dụng đạn nhiễu. Vì vậy, việc hoàn thiện phương án thiết kế, công nghệ chế tạo đạn nhiễu ĐN-10.VN-1 là cần thiết. Khi sản phẩm ra đời trang bị cho quân đội sẽ tăng khả năng bảo vệ chủ quyền biển đảo, tăng sức chiến đấu của Hải quân Việt Nam, đảm bảo yếu tố cho huấn luyện và sẵn sàng chiến đấu. Trong nước hiện nay Khoa Vũ khí, Học viện Kỹ thuật quân sự cũng đã thực hiện đề tài "Nghiên cứu, thiết kế chế tạo đạn nhiễu ĐN-10.VN-1 cho tàu Hải quân", bên cạnh đó, Viện Vũ khí – Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng đang nghiên cứu thiết kế, chế tạo đạn nhiễu ĐN-10.VN-1 kiểu PK-10 của Nga với nguyên lý hoàn toàn khác, nên việc nghiên cứu đặc tính làm việc của đạn nhiễu ĐN-10.VN-1 nhằm mục đích hoàn thiện phương án thiết kế là vấn đề mang tính cấp thiết, cụ thể là nghiên cứu, xây dựng mô hình bài toán thuật phóng trong của đạn nhiễu ĐN-10.VN-1 kiểu PK-10 của Nga.

2. ĐẶC ĐIỂM KẾT CẤU VÀ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ ỐNG PHÓNG - ĐẠN NHIỄU VÔ TUYẾN ĐN10.VN-1

2.1. Đặc điểm kết cấu hệ hệ ống phóng - đạn nhiễu vô tuyến ĐN10.VN-1

Đạn nhiễu ĐN-10.VN-1 dùng để tạo mục tiêu giả nhằm đối phó với các loại tên lửa có đầu tự dẫn của đối phương. Cấu tạo chung của đạn nhiễu ĐN-10.VN-1 như sau (hình 1):



***Hình 1.** Kết cấu hệ ống phóng - đạn nhiễu ĐN10.VN-1.*

Ống phóng (9) được bịt kín bởi nắp bịt kín (10). Khối tạo nhiễu (đạn) có cấu tạo từ 9 khoang gây nhiễu được liên kết với nhau nhờ 1 trục dài, một đầu trục được lắp với nắp bịt kín, đầu còn lại được lắp qua lỗ nhỏ ở hốc lõm của ống phóng (9) và được giữ chặt bởi ốc giữ khối tạo nhiễu (3). Trên trục theo thứ tự được lắp liều thuốc đẩy (5), cốc chứa liều thuốc đẩy (4), gioăng cao su bịt kín (6), đĩa chịu lực (7) và khối tạo nhiễu (8). Ngoài ra, trên trục (vị trí 11) có khoan 1 lỗ đường kính khoảng (4÷5)mm để đảm bảo khi đạt áp suất tống đạn thì thanh trục ren bị cắt tại vị

trí này. Liều thuốc mồi (liều 1) là thuốc phóng đen hạt nhỏ TĐH-1N có khối lượng 7g. Liều thuốc đẩy (liều 2) là thuốc phóng TĐH-2T có khối lượng khoảng 183g. Ốc giữ trục khối tạo nhiễu (3), ốc này có tác dụng giữ chặt khối tạo nhiễu với ống phóng. Cốc chứa liều thuốc đẩy (4) có dạng cốc được dùng để chứa liều thuốc đẩy và chịu lực. Gioăng cao su có tác dụng bịt kín khí thuốc khi bắn, ngăn không cho khí thuốc phụt lên phía trên tác dụng trực tiếp đến các mô đun tạo nhiễu. Đĩa chịu lực (7) có tác dụng chịu lực đẩy của khí thuốc, ngăn không cho áp lực khí thuốc tác động trực tiếp lên mô đun tạo nhiễu.

2.2. Nguyên lý hoạt động của hệ ống phóng - đạn nhiễu vô tuyến ĐN10.VN-1

Khi bắn, bộ lửa điện hoạt động và mồi cháy thuốc phóng trong cốc chứa liều mồi của cụm phát hỏa. Dưới áp lực của khí thuốc cốc chứa liều mồi bị đẩy bật ra khỏi thân cụm phát hỏa, khí thuốc tràn vào hốc lõm của ống phóng và chảy qua 2 lỗ nhỏ của hốc lõm này mồi cháy cho liều thuốc đẩy. Khí thuốc phóng cũng mồi cháy cho 2 liều thuốc giữ chậm trên đế nhôm của modul tạo nhiễu phía dưới cùng. Khi áp suất khí thuốc trong ống phóng đạt đến một giá trị xác định thì dưới tác dụng của áp lực khí thuốc trục của khối tạo nhiễu bị cắt đứt tại vị trí 11 (hình 1) và khối tạo nhiễu được đẩy toàn bộ ra ngoài. Khi khối tạo nhiễu cách miệng nòng khoảng 100m thì liều giữ chậm cháy hết và mồi cháy liều thuốc rải nhiễu của khoang tạo nhiễu phía dưới cùng, khí thuốc phụt qua các lỗ truyền lửa trên ống nhôm và đẩy bung các khối thuốc nhiễu ra xung quanh, đồng thời mồi cháy liều thuốc giữ chậm của khoang nhiễu tiếp theo. Hoạt động của các khoang còn lại cũng tương tự như khoang đầu tiên, các khoang tạo nhiễu hoạt động lần lượt và tạo ra một vùng nhiễu rộng để hướng các hệ thống dẫn đường của đạn vào vùng nhiễu này.

3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN THUẬT PHÓNG TRONG CỦA HỆ ỐNG PHÓNG - ĐẠN NHIỄU VÔ TUYẾN ĐN10.VN-1

3.1. Các giả thiết cơ bản khi xây dựng hệ phương trình

- Thuốc phóng liều 1 và liều 2 có là cùng loại, cháy tuân theo quy luật cháy hình học và tốc độ cháy tuân theo quy luật tuyến tính một số hạng [2];
- Toàn bộ liều thuốc trong từng buồng đốt 1 và 2 cháy trong điều kiện môi trường có áp suất như nhau và bằng áp suất thuật phóng là p_1 và p_2 [2, 4];
- Thành phần sản phẩm cháy không thay đổi, các đại lượng f và α, số mũ đoạn nhiệt được xem là không đổi trong suốt quá trình [1, 2, 4];
- Khi áp suất khí thuốc trong buồng 2 đạt giá trị (áp suất tống đạn), thanh trục ren bị cắt tức thời, đạn bắt đầu chuyển động;
- Thuốc phóng cháy, đạn chuyển động dưới tác dụng của áp suất trung bình của khí thuốc ở trong lòng nòng (p_2);
- Chỉ số đoạn nhiệt k bằng hằng số và bằng giá trị trung bình trong khoảng thay đổi nhiệt độ của khí thuốc [2, 4].

3.2. Các phương trình vi phân thuật phóng trong của hệ ống phóng - đạn nhiễu vô tuyến ĐN10.VN-1

3.2.1. Các ký hiệu quy ước trong phương trình

- $p_1^{v_1}$ là áp suất khí thuốc trong buồng 1 tại thời điểm t; ψ_1, I_{k_1} tương ứng là lượng thuốc phóng cháy tương đối và xung lượng toàn phần của áp suất khí thuốc trong buồng 1;
- $\omega_1, \delta_1, z_{t1}, e_{c1}, e_{t.1}, \chi_1, \lambda_1, \mu_1, T_1$ tương ứng là khối lượng, khối lượng riêng, bề dày cháy tương đối, bề dày cháy, bề dày cháy tính đến thời điểm đang xét, hệ số hình dạng và nhiệt độ cháy của thuốc phóng liều 1;
- v_1, m_{clm}, p_{bn} lần lượt là vận tốc chuyển động, khối lượng và áp suất bung của cốc chứa liều mồi;
- S_1 là diện tích tiết diện ngang buồng 1 (diện tích chịu tác dụng của áp suất khí thuốc của cốc

chứa liều 1); φ_{b1} là hệ số tính công thứ yếu trong trường hợp cốc liều mồi chuyển động (hệ số tăng nặng khối lượng cốc liều mồi);

- m_{1+}, m_1 - Khối lượng khí thuốc liều 1 sinh ra do quá trình cháy và khối lượng khí thuốc còn lưu lại trong buồng 1 sau thời gian t; $\dot{m}_1$ là biến thiên khối lượng khí thuốc trong buồng 1; $\dot{m}_{1+}$ là lưu lượng sinh khí do kết quả của quá trình cháy liều 1;

- m_{trd} - Khối lượng khí trao đổi giữa buồng 1 và buồng 2; $\dot{m}_{trd}$ là lưu lượng khí trao đổi giữa buồng 1 và buồng 2;

- $W_{td1.0}, W_{td1}, T_{kh1}$ lần lượt là thể tích ban đầu, thể tích tự do của khí và nhiệt độ khí thuốc trong buồng 1;

- R, α, φ_2 lần lượt là hằng số khí, hệ số cộng tích của khí thuốc và hệ số tổn thất lưu lượng khí; S_{lpk} là diện tích tiết diện ngang lỗ phụt khí.

- $p_2^{v_2}$ là áp suất khí thuốc trong buồng 2 tại thời điểm t; ψ_2, I_{k_2} tương ứng là lượng thuốc phóng cháy tương đối và xung lượng toàn phần của áp suất khí thuốc trong buồng 2;

- $\omega_1, \delta_2, z_{t2}, e_{c2}, e_{t.2}, \chi_2, \lambda_2, \mu_2, T_2$ tương ứng là khối lượng, khối lượng riêng, bề dày cháy tương đối, bề dày cháy, bề dày cháy tính đến thời điểm đang xét, hệ số hình dạng và nhiệt độ cháy của thuốc phóng liều 2;

- v_1, m_{clm}, p_{bn} lần lượt là vận tốc chuyển động, khối lượng và áp suất bung của khối tạo nhiễu;

- S_2 là diện tích tiết diện ngang lòng ống phóng; φ_{b2} là hệ số tính công thứ yếu trong quá trình khối tạo nhiễu chuyển động (hệ số tăng nặng khối lượng của khối tạo nhiễu);

- m_{2+}, m_2 - khối lượng khí thuốc liều 2 sinh ra do quá trình cháy và khối lượng khí thuốc còn lưu lại trong buồng 2 sau thời gian t; $\dot{m}_2$ là biến thiên khối lượng khí thuốc trong buồng 2; $\dot{m}_{2+}$ là lưu lượng sinh khí do kết quả của quá trình cháy liều 2;

- $W_{td2.0}, W_{td2}, T_{kh2}$ lần lượt là thể tích ban đầu, thể tích tự do của khí và nhiệt độ khí thuốc trong buồng 2.

3.2.2. Các phương trình để xây dựng mô hình toán thuật phóng trong

- Các phương trình cháy và tạo khí của thuốc phóng liều 1 [1, 4]:

$$\frac{dz_1}{dt} = \begin{cases} \dfrac{p_1^{v_1}}{I_{k_1}} & \text{khi} \quad 0 < e_{t.1} \le e_{c1} \\ 0 & \text{khi} \quad e_{t.1} > e_{c1} \end{cases} \tag{1}$$

$$\frac{d\psi_1}{dt} = \chi_1(1 + 2\lambda_1 z_1 + 3\mu_1 z_1^2)\frac{dz_1}{dt} \tag{2}$$

- Phương trình chuyển động của cốc chứa hộp mồi [1, 2, 4]:

$$\frac{dv_1}{dt} = \begin{cases} 0 & \text{khi} \quad p_1 \le p_{bn} \quad \text{hoặc} \quad l_1 > l_{1d} \\ \dfrac{S_1 p_1}{\varphi m_{clm}} & \text{khi} \quad p_1 > p_{bn} \quad \text{và} \quad l_1 \le l_{1d} \end{cases} \tag{3}$$

$$\frac{dl_1}{dt} = v_1 \tag{4}$$

- Phương trình biểu diễn quy luật thay đổi áp suất khí thuốc trong buồng 1 được viết dưới dạng [1, 2, 4]:

$$\dot{p}_1 = \frac{dp_1}{dt} = \frac{1}{W_{td1}}\left[RT_{kh1}\left(\dot{m}_{1+} - \dot{m}_{trd}\right) - p_1\dot{W}_{td1} + \frac{p_1 W_{td1}}{T_{kh1}}\dot{T}_{kh1} \right] \tag{5}$$

- Phương trình biểu diễn quy luật thay đổi nhiệt độ trong buồng 1 có dạng [1, 2, 4]:

$$\dot{T}_{kh1} = \frac{dT_{kh1}}{dt} = \frac{1}{\left(m_{1+} - m_{trd}\right)}\left[T_1\dot{m}_{1+} - \left(\dot{m}_{1+} - \dot{m}_{trd}\right)T_{kh1} - \frac{1}{c_v}\left(\varphi_{b1}m_{clm}.v_1.\dot{v}_1 + \dot{I}_{trd}\right)\right] \quad (6)$$

- Phương trình xác định lưu lượng khí trao đổi giữa 2 buồng [3, 5, 6, 7]

+ Trường hợp $p_1 > p_2$: Trong trường hợp này, khí chảy từ buồng 1 vào buồng 2. Biểu thức xác định lưu lượng chảy khí từ buồng 1 vào buồng 2 có dạng:

$$\dot{m}_{trd} = \begin{cases} \varphi_2 S_{lpk} K_0(k) \dfrac{p_1}{\sqrt{RT_1}} & \text{khi } \dfrac{p_1}{p_2} \geq \left(\dfrac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}}; \\ \varphi_2 S_{lpk} \dfrac{p_1}{\sqrt{RT_1}} \sqrt{\dfrac{2k}{k-1}\left[\left(\dfrac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\dfrac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} & \text{khi } 1 < \dfrac{p_1}{p_2} < \left(\dfrac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}}. \end{cases} \quad (7)$$

+ Trường hợp $p_1 < p_2$: Khí chảy từ buồng 2 vào trong buồng 1. Biểu thức xác định lưu lượng chảy khí từ buồng 2 vào trong buồng 1 có dạng:

$$\dot{m}_{trd} = \begin{cases} -\varphi_2 S_{lpk} K_0(k) \dfrac{p_2}{\sqrt{RT_2}} & \text{khi } \dfrac{p_2}{p_1} \geq \left(\dfrac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}}; \\ -\varphi_2 S_{lpk} \dfrac{p_2}{\sqrt{RT_2}} \sqrt{\dfrac{2k}{k-1}\left[\left(\dfrac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\dfrac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} & \text{khi } 1 < \dfrac{p_2}{p_1} < \left(\dfrac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}}, \end{cases} \quad (8)$$

Trong đó:

$K_0(k) = \left(\dfrac{2}{k+1}\right)^{\frac{1}{k-1}} \sqrt{\dfrac{2k}{k+1}}$ là hàm của chỉ số mu đoạn nhiệt;

+ Trường hợp $p_1 = p_2$: $\dot{m}_{trd} = 0$.

- Các phương trình cháy và tạo khí của thuốc phóng liều 2 [1, 4]:

$$\frac{dz_2}{dt} = \begin{cases} \dfrac{p_2^{\nu_2}}{I_{k_2}} & \text{khi } \ 0 < e_{t.2} \leq e_{c2} \\ 0 & \text{khi } \ e_{t.2} > e_{c2} \end{cases} \quad (9)$$

$$\frac{d\psi_2}{dt} = \chi_2(1 + 2\lambda_2 z_2 + 3\mu_2 z_2^2)\frac{dz_2}{dt} \quad (10)$$

- Phương trình chuyển động của khối tạo nhiễu [1, 2, 4]:

$$\frac{dv_2}{dt} = \begin{cases} 0 & \text{khi } \ p_2 \leq p_{0.2} \\ \dfrac{S_2 p_2}{\varphi_{b2} m_{ktn}} & \text{khi } \ p_2 > p_{0.2} \end{cases} \quad (11)$$

$$\frac{dl_2}{dt} = v_2 \quad (12)$$

- Phương trình biểu diễn quy luật thay đổi áp suất khí thuốc trong buồng 2 được viết dưới dạng [1, 2, 4]:

$$\dot{p}_2 = \frac{dp_2}{dt} = \frac{1}{W_{td2}}\left[RT_{kh2}\left(\dot{m}_{2+} + \dot{m}_{trd}\right) - p_2\dot{W}_{td2} + \frac{p_2 W_{td2}}{T_{kh2}}\dot{T}_{kh2}\right] \quad (13)$$

- Phương trình biểu diễn quy luật thay đổi nhiệt độ trong buồng 2 có dạng [1, 2, 4]:

$$\dot{T}_{kh2} = \frac{dT_{kh2}}{dt} = \frac{1}{\left(m_{2+} + m_{trd}\right)}\left[T_1\dot{m}_{2+} - \left(\dot{m}_{2+} + \dot{m}_{trd}\right)T_{kh2} - \frac{1}{c_v}\left(\varphi_{b2}m_{ktn}.v_2.\dot{v}_2 - \dot{I}_{trd}\right)\right] \tag{14}$$

3.3. Mô hình toán thuật phóng trong hệ ống phóng - đạn nhiễu vô tuyến ĐN10.VN-1

Từ các phương trình trên ta thiết lập được Mô hình toán (hệ phương trình) thuật phóng trong hệ ống phóng - đạn nhiễu vô tuyến ĐN10.VN-1 như sau:

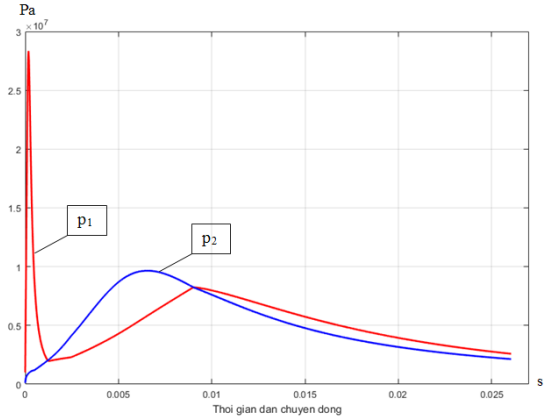
$$\begin{cases}
\dfrac{dz_1}{dt} = \begin{cases} \dfrac{p_1^{v_1}}{I_{k_1}} & \text{khi} \quad 0 < e_{t.1} \le e_{c1} \\ 0 & \text{khi} \quad e_{t.1} > e_{c1} \end{cases} \\
\dfrac{d\psi_1}{dt} = \chi_1(1 + 2\lambda_1 z_1 + 3\mu_1 z_1^2)\dfrac{dz_1}{dt} \\
\dfrac{dv_1}{dt} = \begin{cases} 0 & \text{khi} \quad p_1 \le p_{bn} \quad \text{or} \quad l_1 > l_{1d} \\ \dfrac{S_1 p_1}{\varphi m_{clm}} & \text{khi} \quad p_1 > p_{bn} \quad \text{and} \quad l_1 \le l_{1d} \end{cases} \\
\dfrac{dl_1}{dt} = v_1 \\
\dot{p}_1 = \dfrac{dp_1}{dt} = \dfrac{1}{W_{td1}}\left[RT_{kh1}\left(\dot{m}_{1+} - \dot{m}_{trd}\right) - p_1\dot{W}_{td1} + \dfrac{p_1 W_{td1}}{T_{kh1}}\dot{T}_{kh1}\right] \\
\dot{T}_{kh1} = \dfrac{dT_{kh1}}{dt} = \dfrac{1}{\left(m_{1+} - m_{trd}\right)}\left[T_1\dot{m}_{1+} - \left(\dot{m}_{1+} - \dot{m}_{trd}\right)T_{kh1} - \dfrac{1}{c_v}\left(\varphi_{b1}m_{clm}.v_1.\dot{v}_1 + \dot{I}_{trd}\right)\right] \\
\dot{m}_{trd} = \begin{cases} \varphi_2 S_{lpk} K_0(k)\dfrac{p_1}{\sqrt{RT_1}} & \text{khi} \quad \dfrac{p_1}{p_2} \ge \left(\dfrac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}} \\ \varphi_2 S_{lpk}\dfrac{p_1}{\sqrt{RT_1}}\sqrt{\dfrac{2k}{k-1}\left[\left(\dfrac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\dfrac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} & \text{khi } 1 < \dfrac{p_1}{p_2} < \left(\dfrac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}} \\ -\varphi_2 S_{lpk} K_0(k)\dfrac{p_2}{\sqrt{RT_2}} & \text{khi} \quad \dfrac{p_2}{p_1} \ge \left(\dfrac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}} \\ -\varphi_2 S_{lpk}\dfrac{p_2}{\sqrt{RT_2}}\sqrt{\dfrac{2k}{k-1}\left[\left(\dfrac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\dfrac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} & \text{khi } 1 < \dfrac{p_2}{p_1} < \left(\dfrac{k+1}{2}\right)^{\frac{k}{k-1}} \end{cases} \\
\dfrac{dz_2}{dt} = \begin{cases} \dfrac{p_2^{v_2}}{I_{k_2}} & \text{khi} \quad 0 < e_{t.2} \le e_{c2} \\ 0 & \text{khi} \quad e_{t.2} > e_{c2} \end{cases} \\
\dfrac{d\psi_2}{dt} = \chi_2(1 + 2\lambda_2 z_2 + 3\mu_2 z_2^2)\dfrac{dz_2}{dt} \\
\dfrac{dv_2}{dt} = \begin{cases} 0 & \text{khi} \quad p_2 \le p_{0.2} \\ \dfrac{S_2 p_2}{\varphi_{b2} m_{ktn}} & \text{khi} \quad p_2 > p_{0.2} \end{cases} \\
\dfrac{dl_2}{dt} = v_2 \\
\dot{p}_2 = \dfrac{dp_2}{dt} = \dfrac{1}{W_{td2}}\left[RT_{kh2}\left(\dot{m}_{2+} + \dot{m}_{trd}\right) - p_2\dot{W}_{td2} + \dfrac{p_2 W_{td2}}{T_{kh2}}\dot{T}_{kh2}\right] \\
\dot{T}_{kh2} = \dfrac{dT_{kh2}}{dt} = \dfrac{1}{\left(m_{2+} + m_{trd}\right)}\left[T_1\dot{m}_{2+} - \left(\dot{m}_{2+} + \dot{m}_{trd}\right)T_{kh2} - \dfrac{1}{c_v}\left(\varphi_{b2}m_{ktn}.v_2.\dot{v}_2 - \dot{I}_{trd}\right)\right]
\end{cases} \tag{15}$$

Hệ phương trình vi phân (15) có thể được giải bằng các phương pháp khác nhau như phương pháp giải tích, phương pháp số, phương pháp tra bảng, phương pháp thực nghiệm.

3.4. Tính toán minh họa cho hệ ống phóng – đạn nhiễu ĐN10.VN-1 kiểu PK-10 của Nga

Tiến hành giải hệ phương trình vi phân (15) bằng phương pháp số trên máy tính với điều kiện ban đầu để tích phân hệ phương trình này là: $t=0, z=z_0$, $\psi=\psi_0$, $\sigma=\sigma_0$, $p_{0.1}=p_{moi1}=1.10^6 Pa$.

Các tham số đầu vào: khối lượng khối tạo nhiễu $m_{ktn}=17,24kg$, diện tích tiết diện ngang lòng ống phóng $S_2=94,69.10^{-4}m^2$, quãng đường chuyển động của khối tạo nhiễu trong ống phóng $l_{2d}=1,02m$, thể tích ban đầu buồng 2 $W_{td2.0}=0,742.10^{-3}m^3$, khối lượng cốc chứa liều mồi $m_{clm}=0,095kg$, diện tích tiết diện ngang buồng 1 $S_1=18,7.10^{-4}m^2$, quãng đường chuyển động của cốc chứa liều mồi $l_{1d}=0,188m$, thể tích ban đầu buồng 1 $W_{td1.0}=0,016.10^{-3}m^3$, diện tích tiết diện ngang lỗ phụt khí $S_{lpk}=1.10^{-4}m^2$, khối lượng thuốc phóng liều 1 $\omega_1=0,007kg$, khối lượng thuốc phóng liều 2 $\omega_2=0,183kg$, đặc trưng hình dạng thuốc phóng liều 1 và liều 2 $\chi_1=\chi_2=3, \lambda_1=\lambda_2=-1, \mu_1=\mu_2=1/3$, xung lượng áp suất khí thuốc buồng 1 $I_{k1}=10000Pa.s$, xung lượng áp suất khí thuốc buồng 2 $I_{k2}=28000Pa.s$, hệ số mũ đoạn nhiệt $k=1,22$, hệ số cộng tích khí thuốc $\alpha=0,538.10^{-3}m^3/kg$, lực thuốc phóng $f=280000J/kg$, nhiệt độ cháy của thuốc phóng $T=2567^0K$, khối lượng riêng thuốc phóng $\sigma=1600kg/m^3$, hệ số công thứ yếu buồng 1 $\varphi_{b1}=1,0346$, hệ số công thứ yếu buồng 2 $\varphi_{b2}=1,0135$, áp suất mồi thuốc phóng liều 1 $p_{moi1}=1.10^6 Pa$, áp suất mồi thuốc phóng liều 2 $p_{moi2}=1,2.10^6 Pa$, áp suất bung nắp cốc liều mồi $p_{01}=1,8.10^6 Pa$, áp suất đứt thanh trục ren $p_{02}=3,1.10^6 Pa$.



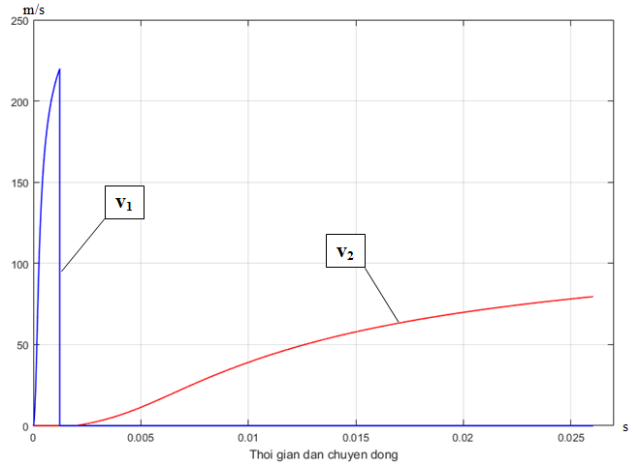
Hình 2. *Đồ thị quy luật áp suất khí thuốc trong buồng 1 và buồng 2 theo thời gian.*

Kết quả tính toán:

Dựa trên đồ thị quy luật thay đổi áp suất khí thuốc trong buồng 1 và buồng 2 theo thời gian (hình 2), ta nhận thấy áp suất khí thuốc buồng 1 tăng rất nhanh đạt giá trị lớn nhất $p_{1\max}=28,347MPa$ tại thời điểm $t=17,8.10^{-4}s$ sau đó giảm xuống rất nhanh do bắt đầu có quá trình trao đổi khí với buồng 2 có thể tích lớn hơn nhiều thể tích buồng 1. Sau khi được mồi cháy, thuốc phóng buồng 2 bắt đầu cháy và đạt giá trị lớn nhất $p_{2\max}=9,665MPa$ tại thời điểm $t=66.10^{-4}s$. Áp suất khí thuốc buồng 1 sau khi giảm lại tăng lên do nhận được khí thuốc trao đổi từ buồng 2. Khi áp suất khí thuốc buồng 2 đạt áp suất tống đạn thì khối tạo nhiễu bắt đầu

chuyển động, đạn chuyển động rất nhanh nên thể tích tự do buồng 2 cũng tăng nhanh do khoảng không gian sau đáy đạn tăng rất nhanh, trong khi đó thể tích tự do buồng 1 lúc này không đổi, dẫn đến áp suất khí thuốc buồng 2 giảm nhanh hơn nhiều so với áp suất khí thuốc buồng 1, xuất hiện hiện tượng áp suất khí thuốc buồng 2 thấp hơn áp suất khí thuốc buồng 1 ở đoạn cuối.

Dựa trên đồ thị quy luật vận tốc chuyển động của cốc chứa liều mồi và vận tốc chuyển của khối tạo nhiễu theo thời gian (hình 3), ta nhận thấy cốc chứa liều mồi sau khi bị bung ra chuyển động với vận tốc rất nhanh, đạt giá trị lớn nhất $v_{1\max} = 219,93 m/s$ tại thời điểm $t = 12.10^{-4} s$, cũng tại thời điểm này cốc chứa liều mồi va vào đầu trục thanh ren sau đó đứng yên được thể hiện rõ trên đồ thị. Khối tạo nhiễu tại thời kỳ đầu chưa chuyển động do áp suất khí thuốc tại buồng 2 chưa đạt áp suất tống đạn, đạt vận tốc lớn nhất trong lòng ống phóng $v_{2\max} = v_{2d} = 79,9 m/s$ tại thời điểm $t = 260.10^{-4} s$ cũng là thời điểm cuối hành trình chuyển động của khối tạo nhiễu trong lòng ống phóng.



Hình 3. *Đồ thị quy luật vận tốc chuyển động của cốc chứa liều mồi và vận tốc chuyển động của khối tạo nhiễu theo thời gian.*

4. KẾT LUẬN

Mô hình toán đã phản ánh khá đầy đủ bản chất vật lý các quá trình xảy ra của hiện tượng bắn gồm: quá trình cháy và tạo khí của thuốc phóng liều 1 và liều 2, quá trình trao đổi khí giữa 2 buồng, quá trình trao đổi năng lượng. Kết quả nghiên cứu khẳng định được tính đúng đắn và độ tin cậy của mô hình toán thuật phóng trong hệ ống phóng – đạn nhiễu ĐN-10.VN-1 đã được xây dựng phù hợp với kết quả đã được thử nghiệm thực tế của Viện Vũ khí (bảng 1). Trên cơ sở mô đó, ta có thể tiến hành khảo sát các tham số kết cấu của buồng đốt, của đạn và điều kiện nhồi ảnh hưởng đến tính năng thuật phóng của hệ ống phóng – đạn nhiễu ĐN-10.VN-1, từ đó lựa chọn phương án thiết kế phù hợp với yêu cầu chiến kỹ thuật đề ra.

Bảng 1. *So sánh kết quả giải mô hình toán thuật phóng trong với thực nghiệm.*

Kết quả	Áp suất lớn nhất trong lòng ống phóng (MPa)	Sơ tốc đạn (m/s)
Kết quả tính toán	9,665	79,9
Kết quả thử nghiệm	9,6	80,1
Sai lệch (%)	0,68	0,25

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Phạm Thế Phiệt, "*Các cơ sở vật lý của hiện tượng bắn*", NXB Quân đội nhân dân, 2001.

[2]. Phạm Thế Phiệt, "*Lý thuyết động cơ tên lửa"*, Học viện KTQS, 1995.
[3]. Phạm Thế Phiệt, "*Mô hình nhiệt động – thuật phóng của súng tự động kiểu trích khí"*, Tạp chí khoa học và kỹ thuật số 152, Học viện KTQS, 02/2013.
[4]. Nguyễn Ngọc Du, Đỗ Văn Thọ, "*Thuật phóng trong của súng pháo"*, Trường ĐHKTQS, 1976.
[5]. М. Е. Серебряков, "*Внутренняя баллистика ствольных систем и порохоывых ракет"*, Москва, 1962.
[6]. Р.Е. Соркин, *"Газотермодинамика ракетных двигателей на твердом топливе",* Москва, 1967.
[7]. Б.В Орлов, Г.Ю Мазинг, *"Термодинамические и баллистические основы проектирования ракетных двигателей на твердом топливе",* Москва, 1968.

ABSTRACT

RESEARCH AND BUILDING THE MODEL OF INTERNAL BALLISTICS PROBLEM OF THE CHAFF ROUND ĐN10.VN-1

In this paper, a model of internal ballistics problem of the chaff round ĐN10.VN-1 has been built. The propellant has passed through gas holes between these round chambers in the exchange process of gas and energy. This research also assists directly the survey of the effectt of structural parameters to muzzle velocity and pressure of the chaff round ĐN10.VN-1.

Keywords: Chaff round; Velocity; Pressure; Exchange process of gas.

Nhận bài ngày 24 tháng 8 năm 2020
Hoàn thiện ngày 30 tháng 11 năm 2020
Chấp nhận đăng ngày 14 tháng 12 năm 2020

Địa chỉ: [1]Viện Vũ khí – Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng;
[2]Học viện Kỹ thuật quân sự.
[*]Email: thienvk88@gmail.com.