

TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG LẮP ĐẶT NÒNG PHÁO 125mm TRÊN GIÁ PHÁO 152mm D20

ASSESSMENT OF THE FEASIBILITY OF INTERGRATING A 125mm GUN BARREL
ONTO THE 152mm D20 ARTILLERY MOUNT

TS. **Trần Thanh Hải**, ThS. **Kiều Duy Thanh**

Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng

Email: duythanh.mta@gmail.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tập trung vào việc tính toán khả năng lắp đặt các loại nòng pháo 125mm 2A46M, nòng pháo thử nghiệm 125mm lên giá pháo 152mm D20. Thông qua việc sử dụng mô hình bài toán thuật phóng và mô hình bài toán hãm lùi, nghiên cứu đã xác định các thông số thay đổi khi lắp đặt các loại nòng pháo 125mm để xác định điều kiện ổn định khi bắn các loại đạn xuyên vượt tốc và đạn nổ phá dùng cho nòng pháo 125mm 2A46M. Kết quả nghiên cứu giúp tối ưu hóa thiết kế và đảm bảo an toàn khi sử dụng pháo để thử nghiệm trong thực tế.

Từ khóa: Nòng 125mm 2A46M; Pháo 152mm D20; Thiết kế hệ thống hãm lùi.

ABSTRACT

This study focuses on calculating the possibility of installing 125mm 2A46M gun barrels, 125mm test gun barrels on 152mm D20 gun mounts. Through the use of the launch algorithm model and the recoil problem model, the study has determined the parameters that change when installing 125mm gun barrels to determine the stability conditions when firing high-velocity armor-piercing and high-explosive shells for the 125mm 2A46M gun barrel. The research results help optimize the design and ensure safety when using the gun for testing in practice.

Keywords: 125mm 2A46M barrel; 152mm D20 artillery; Recoil system design.

1. GIỚI THIỆU

Xe tăng T-90S giữ vai trò quan trọng trong lực lượng tăng - thiết giáp hiện đại nhờ khả năng kết hợp giữa hỏa lực mạnh, tính cơ động cao và khả năng phòng vệ tốt. Với pháo nòng trơn 125mm 2A46M có thể bắn nhiều loại đạn khác nhau, bao gồm cả tên lửa chống tăng dẫn đường, T-90S đảm bảo sức mạnh tấn công vượt trội trên chiến trường. Nhờ sự cân bằng giữa sức mạnh, độ tin cậy và chi phí vận hành, T-90S trở thành một trong những dòng xe tăng chủ lực được nhiều quốc gia tin dùng, góp phần nâng cao năng lực tác chiến và răn đe chiến lược của quân đội. Trong những năm gần đây, xe tăng T-90S trang bị nòng pháo 125mm 2A46M (nòng chiến đấu) đã được đưa vào biên chế trong Quân đội ta. Tuy nhiên, do nguồn cung đạn dược và nòng thay thế cho pháo nòng trơn 125mm 2A46M còn hạn chế, việc nghiên cứu và phát triển các loại đạn dùng cho pháo và nòng thay thế trở nên vô cùng cấp thiết. Điều này không chỉ giúp đáp ứng nhu cầu đạn dược, và nòng thay thế trong nước, giảm thiểu chi phí và tiết kiệm ngoại tệ từ việc nhập khẩu, mà còn góp phần nâng cao năng lực tự chủ trong sản xuất vũ khí và trang bị kỹ thuật quốc phòng.

Đặc biệt, trước tình hình thế giới và khu vực có nhiều biến động phức tạp, việc nhập khẩu vật tư và thiết bị kỹ thuật liên quan đến vũ khí và đạn dược ngày càng trở nên khó khăn. Nhằm đảm bảo tính chủ động và khả năng sẵn sàng chiến đấu, Bộ Quốc phòng đã đưa ra kế hoạch nghiên cứu, chế tạo và thử nghiệm nòng pháo nòng trơn 125mm 2A46M và các loại đạn tương thích với nòng pháo 125mm 2A46M.

Tuy nhiên, việc thử nghiệm và nghiệm thu các sản phẩm này trực tiếp trên xe tăng T-90S là không khả thi về mặt kỹ thuật. Vì vậy, lựa chọn tiến hành thử nghiệm trên pháo

thử nghiệm thay vì trực tiếp trên xe tăng được xem là giải pháp hiệu quả và khả thi nhất. Pháo thử nghiệm được tạo ra bằng cách lắp đặt nòng pháo 125mm (nòng chiến đấu 125mm 2A46M và nòng thử nghiệm 125mm) lên một loại giá pháo hiện có trong trang bị.

Qua quá trình nghiên cứu, khảo sát thực tế các loại giá pháo hiện có trong quân đội ta hiện nay, việc lắp đặt nòng pháo 125mm lên giá pháo 152mm D20 được xác định là phương án tối ưu. Giải pháp này không chỉ giúp tận dụng tối đa trang thiết bị hiện có trong quân đội mà còn tiết kiệm chi phí do không cần thiết kế mới hoàn toàn một giá pháo chuyên dụng. Đây là nhiệm vụ mang tính cấp bách, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao trong bối cảnh hiện nay. Tuy nhiên cần đảm bảo điều kiện hoạt động ổn định, đảm bảo bền khi bắn nòng pháo.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

2.1. Bài toán thuật phóng trong của pháo 125mm 2A46M

2.1.1. Cơ sở lý thuyết

Để đánh giá ảnh hưởng của các loại đạn đến chiều dài lù khi bắn nòng pháo 125mm 2A46M lắp trên giá pháo 152mm D20, nghiên cứu sử dụng phương pháp số để giải trực tiếp hệ phương trình mô tả quá trình thuật phóng trong [4]. Phương pháp này cho phép mô phỏng chi tiết các giai đoạn trong một phát bắn, từ đó xác định được tác động của các loại đạn khác nhau đến hệ thống hãm lù và chiều dài lù của nòng pháo.

Quá trình thuốc phóng cháy chia ra làm bốn thời kỳ:



- Thời kỳ sơ bộ: Bắt đầu từ khi liều thuốc phóng bắt đầu được môi cháy cho tới khi đại đạn được hoàn toàn tống vào rãnh nòng.

- Thời kỳ thứ nhất: Từ khi đạn bắt đầu chuyển động cho tới khi thuốc phóng cháy hết.

- Thời kỳ thứ hai: Từ khi thuốc phóng cháy hết cho tới khi đạn ra khỏi miệng nòng.

- Thời kỳ tác dụng sau cùng của khí thuốc: Được tính theo quy luật Bravin.

Hệ phương trình vi phân mô tả quá trình xảy ra trong một phát bắn như sau:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dz_i}{dt} &= \xi_{i,i} \frac{p}{I_{k,i}}; i=1,2,\dots,n \\ \frac{d\psi_i}{dt} &= \chi_i(1+2\lambda_i z_i + 3\mu_i z_i^2) \frac{dz_i}{dt} \\ \frac{dv}{dt} &= \frac{Sp_g}{\varphi q} \\ \frac{dl}{dt} &= v \\ \frac{dT}{dt} &= \frac{\sum_{i=1}^4 \left(\frac{f_i \omega_i}{\theta} \cdot \frac{d\psi_i}{dt} \right) - \varphi m v \frac{dv}{dt} - T \sum_{i=1}^4 \left(\frac{f_i \omega_i}{T_i \theta} \cdot \frac{d\psi_i}{dt} \right)}{\sum_{i=1}^3 \left(\frac{f_i \omega_i \psi_i}{T_i \theta} \right)} \\ W &= W_0 - \sum_{i=1}^4 (1 - \psi_i) \frac{\omega_i}{\delta_i} - \sum_{i=1}^4 \alpha_i \omega_i \psi_i + Sl \\ p &= \frac{1}{W} \sum_{i=1}^4 (f_i \omega_i \psi_i - \frac{\theta}{2} \varphi q v^2) \end{aligned} \right. \quad (1)$$

Trong đó:

- I_k là xung lượng toàn phần của khí thuốc phóng tại thời điểm thuốc phóng cháy hết.
- z là bề dày cháy tương đối của lớp thuốc phóng đã cháy tính đến thời điểm đang xét.
- χ, λ, μ là đặc trưng hình dạng của thuốc phóng.
- ω là trọng lượng của liều thuốc phóng.
- f là lực thuốc phóng.
- p là áp suất trong lòng nòng.
- q là trọng lượng đầu đạn.
- S là tiết diện ngang của lòng nòng.
- W_0 là thể tích buồng đốt.

- δ là mật độ thuốc phóng.

- α là lượng cộng tích khí thuốc.

- g là gia tốc trọng trường, lấy $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- v là vận tốc chuyển động của đạn trong lòng nòng.

- l là quãng đường đạn chuyển động.

- ψ là lượng thuốc phóng cháy tương đối.

- T_1 là nhiệt độ cháy của thuốc phóng.

- T là nhiệt độ khí thuốc trong lòng nòng.

- $\varphi = K + \frac{1}{3} \frac{\omega}{q}$ là hệ số tính công thứ yếu.

Điều kiện ban đầu:

Khi $t = 0$ thì $v = 0$; $l = 0$ (khi đạn chưa chuyển động):

$$w = w_0 - \sum_{i=1}^3 \frac{\omega_i}{\delta_i}$$

- $p = p_{\text{môi}}$;

- $z = 0$ là thuốc phóng bắt đầu cháy.

- $\psi_0 = \frac{1/\Delta - 1/\delta}{f_{\text{môi}}/P_{\text{môi}} + \alpha - 1/\delta}$ (khi tính đến ảnh hưởng của thuốc môi);

- n là số loại thuốc phóng trong phát bắn.

2.2. Bài toán máy hãm lùi pháo thử nghiệm

2.1.1. Cơ sở lý thuyết

Bài toán hãm lùi pháo thử nghiệm thuộc dạng bài toán ngược hãm lùi, dựa trên: Kích thước kết cấu của máy hãm lùi trên giá pháo 152mm D20 [3], nòng pháo thử nghiệm 125mm 2A46M [6] và kết quả tính toán từ bài toán thuật phóng trong.

Hệ phương trình vi phân chuyển động của khối lùi [1] có dạng:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= \frac{P_{lg} - R}{M_0} \\ \frac{dX}{dt} &= V \end{aligned} \right. \quad (2)$$

Trong đó:

- X, V : Quỹ đường và vận tốc chuyển động của khối lựu;
- P_{lg} : Hợp lực khí thuốc tác dụng lên lòng nòng trong một phát bắn;
- M_0 : Khối lượng khối lựu;
- R : Hợp lực cản lựu.

Dùng phương pháp tích phân số theo Runge-Kutta, ta có thể giải được hệ phương trình (2) theo sơ đồ thuật toán được cho trên hình (4).

Trong đó: j - Chỉ số chạy; h - Bước tích phân; λ - Chiều dài lựu.

Điều kiện ban đầu:

$$t = 0; v = 0; x = x_0; z = z_0; p = p_0; \\ V = 0; X = 0; P_{lg} = P_{lg0}; R = R_0.$$

Điều kiện để kết thúc quá trình tính toán: $V[j] = 0$ hoặc $X[j] \geq \lambda$.

2.3. Xác định điều kiện ổn định và điều kiện bền của pháo thử nghiệm

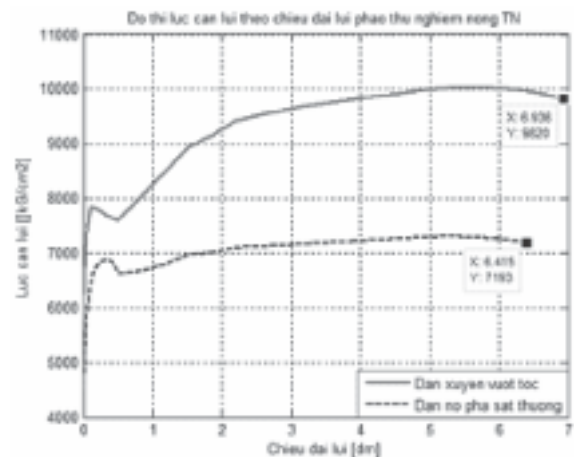
Để xác định điều kiện ổn định và điều kiện bền của pháo thử nghiệm, nghiên cứu kết hợp giữa hệ phương trình (1) và (2). Sử dụng thuật toán Runge Kutta làm cơ sở để giải bài toán thuật phóng trong trên máy tính bằng phương pháp số trên phần mềm Matlab.

Giải hệ phương trình (1) và (2) với thông số bài toán thuật phóng trong của các loại đạn nổ phá sát thương, đạn xuyên vượt tốc dùng cho nòng pháo 125mm 2A46M [2] và thông số kết cấu của nòng chiến đấu, nòng thử nghiệm [6], [9] và thông số kết cấu của máy hãm lựu, máy đẩy lên của giá pháo 152mm D20 [4] với thông số thay đổi:

Nòng pháo 125mm	Trọng lượng khối lựu [kG]	Hiệu suất loa hãm lựu	Góc bắn [độ]
Nòng chiến đấu	3.705	0 (không có loa hãm lựu)	0
Nòng thử nghiệm	4.186	0 (không có loa hãm lựu)	0

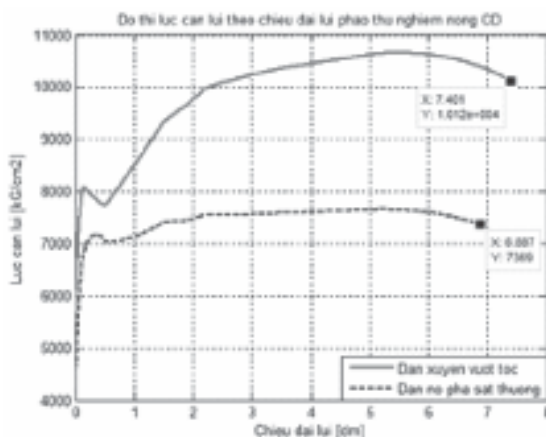
Kết quả giải hệ phương trình (1) và (2) ta xác định được áp suất khí thuốc lớn nhất $P_{\max}$ và chiều dài lựu λ của pháo khí bắn các loại đạn khác nhau. Điều kiện ổn định và điều kiện bền của pháo thử nghiệm được xác định như sau:

- Điều kiện ổn định:
 - + $\lambda < 93\text{mm}$ [4];
 - + Kiểm tra điều kiện ổn định của cán điều tiết [4].
- Kết quả giải hệ phương trình (1) và (2):



Hình 1. Đồ thị lực cản lựu theo chiều dài lựu khi bắn pháo thử nghiệm nòng thử nghiệm





Hình 2. Đồ thị lực cản lồi theo chiều dài lồi khi bắn pháo thử nghiệm nòng chiến đấu

Kết quả tính toán đã chỉ ra khi bắn đạn xuyên cháy vạch đường trên pháo thử nghiệm lắp nòng thử nghiệm và pháo thử nghiệm lắp nòng chiến đấu đều có chiều dài lồi lớn hơn khi bắn đạn nổ phá sát thương. Chiều dài lồi lớn nhất khi bắn pháo thử nghiệm $\lambda = 74 \text{ dm} < 93 \text{ dm}$, đảm bảo điều kiện ổn định về chiều dài lồi.

- Điều kiện ổn định của cán điều tiết:

Trong thời kỳ đẩy lên, bên trong khoang lòng cán, một áp suất khá lớn sẽ tác động, khiến cán điều tiết chịu lực nén dọc trục với độ lớn bằng lực hãm đẩy lên. Cán điều tiết có kết cấu một đầu ngòam cố định, đầu còn lại gắn bản lề và chịu tác động của lực nén dọc trục. Do chiều dài cán điều tiết lớn hơn nhiều lần so với kích thước ngang, nên khi chịu lực nén, có nguy cơ xảy ra mất ổn định hình dáng, dẫn đến hiện tượng cong vênh của cán điều tiết.

Kiểm tra ổn định cán điều tiết, hay nói cách khác, kiểm tra uốn dọc, thực chất là xác định hệ số dự trữ ổn định của nó. Cán điều tiết được kiểm tra độ ổn định dưới tác dụng của lực nén lớn nhất.

Trong mọi trường hợp khi một thanh

chịu nén dọc trục, lực tới hạn – giá trị lực nén lớn nhất mà thanh có thể chịu trước khi xảy ra hiện tượng mất ổn định – được xác định bằng công thức của L. Euler. Công thức này mô tả mối quan hệ giữa lực tới hạn, độ cứng uốn của thanh, điều kiện liên kết hai đầu và chiều dài tính toán, từ đó giúp dự đoán chính xác khả năng chịu tải và nguy cơ mất ổn định của thanh.

$$P_{th} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(\mu l)^2}$$

Công thức này chỉ đúng khi ứng suất và biến dạng nằm trong giới hạn tỷ lệ, tức là ứng suất tới hạn bằng giới hạn tỷ lệ của vật liệu.

Trong đó:

$E = 2,16.105 \text{ MPa}$ là mô đun đàn hồi của vật liệu cán;

$I_{min} = \frac{\pi}{64} \delta_{min}^4$ Mô men quán tính cực nhỏ nhất của tiết diện cán điều tiết;

$\delta_{min} = 35,22 \text{ mm}$ là đường kính nhỏ nhất của cán điều tiết.

Hệ số an toàn ổn định uốn dọc của cán được chấp thuận bằng:

$$n = \frac{P_{th}}{\Phi_{hd \max}} > 2,5$$

Giữ nguyên các thông số của vòng điều tiết và cán điều tiết của máy hãm lồi trên giá pháo 152mm D20, kết quả tính toán trong điều kiện khối lồi lồi lớn nhất của pháo thử nghiệm nghiên cứu đã xác định hệ số an toàn ổn định uốn dọc của cán là:

$$n = \frac{P_{th}}{\Phi_{hd \max}} = 5,12 > 2,5$$

3. KẾT LUẬN

Kết quả tính toán đã chỉ ra rằng chiều dài lùn của pháo thử nghiệm khi lắp nòng chiến đấu 125mm 2A46M hoặc nòng thử nghiệm 125mm bắn các loại đạn nổ phá sát thương và đạn xuyên vượt tốc có chiều dài lùn của khối lùn nằm trong giới hạn tiêu chuẩn, cân điều tiết đảm bảo điều kiện ổn định mà không cần điều chỉnh kích thước, do đó phương án lắp đặt nòng pháo 125mm trên giá pháo 152mm D20 có tính khả thi tin cậy, đồng thời mở ra hướng cải tiến để mở rộng khả năng sử dụng với các loại đạn có áp suất cao hơn, đảm bảo an toàn và hiệu quả của pháo thử nghiệm trong các điều kiện khác nhau. ❖

Ngày nhận bài: 12/8/2025

Ngày phản biện: 03/9/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. K. Đ. Tuy, N. V. Trung, & N. V. Dũng (2009), “Cơ sở thiết kế hệ thống pháo”. Học viện Kỹ thuật quân sự, Hà Nội.
- [2]. N. Q. Lượng, & T. Q. Trình (2010), “Số liệu vũ khí - đạn”. Học viện Kỹ thuật quân sự, Hà Nội.
- [3]. Tổng cục Kỹ thuật, Cục Quân khí (1984), “Hướng dẫn sử dụng pháo nòng vừa 152mm D20”. NXB. Quân đội nhân dân, Hà Nội.

- [4]. N. V. Dũng (2016), “Tính toán, thiết kế thiết bị hãm lùn hệ thống pháo”. NXB. Quân đội nhân dân, Hà Nội.
- [5]. N. X. Trình, N. Q. Lượng, N. T. Hiếu, & N. V. Quảng (2015), “Thuật phóng trong”. Học viện Kỹ thuật quân sự, Hà Nội.
- [6]. Thông số kỹ - chiến thuật xe tăng T-90S (2018), NXB. Binh chủng Tăng - Thiết giáp, Hà Nội.
- [7]. Министерство Обороны СССР (1983), “125mm Танковые пушки 2A46-M, 2A46M-1 Техническое описание, инструкция по эксплуатации”. Москва: Военное издательство.
- [8]. Г. Г. Валеев, В. Ф. Сонин, & Б. А. Соков (2004), “Артиллерийские метательные заряды”. ФГУП, Казань.
- [9]. В. Г. Суфиянов (2016), “Решение задачи комплексного моделирования артиллерийского выстрела с применением визуальных технологий для проектирования и отработки артиллерийских систем”. Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск.

