

NGHIÊN CỨU, XÁC ĐỊNH LỰC TÁC DỤNG LÊN KHỐI LÙI BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM PHỤC VỤ TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO THIẾT BỊ LÙI NÒNG NHÂN TẠO PHÁO MẶT ĐẤT

EXPERIMENTAL INVESTIGATION AND DETERMINATION OF FORCES ACTING ON THE RECOILING MASS FOR THE CALCULATION, DESIGN, AND FABRICATION OF AN ARTIFICIAL RECOIL DEVICE FOR GROUND ARTILLERY

TS. Trần Vũ Quang^{1,*}, TS. Nguyễn Ngọc Hòa¹, KS. Ngô Trần Phi Hùng²,
ThS. Nguyễn Mạnh Hùng³

¹Trung tâm Nghiên cứu, sản xuất chế thử và chuyển giao công nghệ phía Nam,
Trường Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn

²Lớp 37C, Hệ quản lý học viên sau đại học, Trường Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn

³Khoa Vũ khí, Trường Sĩ quan Kỹ thuật quân sự (Trường Đại học Trần Đại Nghĩa)

*Email: tranquang1584@gmail.com

TÓM TẮT

Quá trình nghiên cứu bằng phương pháp thực nghiệm đã xác định được các thông số kích thước của bộ phận hãm lùi và đẩy lên; xác định được lực đẩy lên ban đầu và lực đẩy lên cuối cùng của bộ phận đẩy lên; xây dựng được quy luật thay đổi của đường kính cán điều tiết theo chiều dài lùi làm cơ sở để tính toán lực cản lùi của pháo khi thực hiện lùi nòng nhân tạo. Kết quả tính lực cản lùi của pháo được trình bày dưới dạng đồ thị và dưới dạng bảng các đặc trưng của lực cản lùi, trong đó biểu thị giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của lực cản lùi 02 loại pháo mặt đất gồm 85mm D44 và 152mm D20 ở các góc tầm khác nhau theo quy định khi lùi nòng nhân tạo. Kết quả nghiên cứu đã chỉ rõ giá trị lớn nhất của lực cản lùi đối với từng loại pháo giảm khi tăng góc tầm. Trong đó, khi tăng góc tầm của pháo 85mm D44 từ 0° lên 25° thì giá trị lớn nhất của lực cản lùi giảm 6,59% và đối với pháo 152mm D20 giá trị lớn nhất của lực cản lùi giảm 14,14% khi góc tầm thay đổi từ 0° lên 45°. Kết quả nghiên cứu xác định được giá trị lực cản lùi lớn nhất làm cơ sở tính toán, thiết kế Thiết bị lùi nòng nhân tạo pháo mặt đất là 143,439 kN khi lùi nòng pháo 152mm D20 ở góc tầm 0°.

Từ khóa: Pháo 85mm D44; Pháo 152mm D20; Lực cản lùi; Lùi nòng nhân tạo.

ABSTRACT

The experimental research process determined the dimensional parameters of the recoil braking unit and the counter-recoil (recuperator) unit; identified the initial and final counter-recoil forces of the recuperator; and established the variation law of the regulating rod diameter with respect to the recoil length, which provides a basis for calculating the recoil resistance force of artillery during artificial recoil operation. The calculated recoil resistance forces are presented in both graphical form and tabulated characteristic parameters, showing the minimum and maximum

values of the recoil resistance force for two types of ground artillery, namely the 85 mm D-44 and the 152 mm D-20, at different elevation angles in accordance with the prescribed artificial recoil conditions. The research results clearly indicate that the maximum recoil resistance force for each artillery type decreases as the elevation angle increases. Specifically, when the elevation angle of the 85 mm D-44 gun increases from 0° to 25°, the maximum recoil resistance force decreases by 6.59%, whereas for the 152 mm D-20 gun, the maximum recoil resistance force decreases by 14.14% as the elevation angle varies from 0° to 45°. Furthermore, the study determined the maximum recoil resistance force to be used as the basis for the calculation and design of artificial recoil devices for ground artillery, with a value of 143.439 kN corresponding to the artificial recoil of the 152 mm D-20 gun at an elevation angle of 0°.

Keywords: 85 mm D-44 field gun; 152 mm D-20 howitzer; Recoil resistance force; Artificial recoil mechanism.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, trong Quân đội nhân dân Việt Nam, việc bảo quản, bảo dưỡng, kiểm tra kỹ thuật và sửa chữa pháo binh được thực hiện theo quy định của các thông tư, tiêu chuẩn ngành [1-2]. Các tài liệu đã quy định rằng lùn nòng nhân tạo là một nội dung bắt buộc đối với pháo sau khi tổng lắp và bổ sung dầu hơi nhằm kiểm tra sự cố định của hãm lùn đẩy lên với thân pháo và máng pháo; áp suất trong cơ cấu đẩy lên; lượng dầu trong dây lên; sự làm việc của khóa nòng và cơ cấu bán tự động; độ chính xác của thước và du tiêu chỉ độ lùn; độ bịt kín của các vòng gioăng và van; kiểm tra đặc trưng đẩy lên xem quá trình đẩy lên có êm không, khi đẩy lên có tiếng kêu không và đẩy lên có hết hành trình không; độ tin cậy của cơ cấu bắn.

Tuy nhiên, dụng cụ Vít-me được đồng bộ theo pháo và đang được sử dụng phổ biến tại các đơn vị không thể đáp ứng được việc kiểm tra đầy đủ theo các tiêu chí kỹ thuật trên.

Chính vì vậy, việc nghiên cứu, tính toán, thiết kế và chế tạo thiết bị lùn nòng nhân tạo đáp ứng được các yêu cầu trong quá trình bảo đảm kỹ thuật tại đơn vị hiện nay là rất cần thiết. Trong đó, xác định lực cản tác dụng lên

thân pháo khí lùn làm cơ sở để tính toán, thiết kế và chế tạo thiết bị lùn nòng nhân tạo cho pháo là một nội dung rất quan trọng.

Từ những phân tích ở trên, nhóm nghiên cứu đề xuất chuyên đề “Nghiên cứu, xác định lực tác dụng lên khối lùn bằng phương pháp thực nghiệm phục vụ tính toán, thiết kế và chế tạo thiết bị lùn nòng nhân tạo pháo mặt đất” nhằm xây dựng hệ thống dữ liệu có độ tin cậy cao phục vụ cho việc tính toán, thiết kế thiết bị lùn nòng nhân tạo. Đây là tiền đề cho những nội dung nghiên cứu tiếp theo.

2. NỘI DUNG

2.1. Mục đích nghiên cứu

Nghiên cứu, tính toán và xác định các thành phần lực tác dụng lên khối lùn của pháo khí lùn nòng nhân tạo bằng phương pháp thực nghiệm để làm cơ sở tính toán, thiết kế và chế tạo thiết bị lùn nòng nhân tạo cho pháo mặt đất phục vụ công tác bảo đảm kỹ thuật tại đơn vị.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên các loại pháo mặt đất 85mm D44 và 152mm D20.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

- Phân tích thông số chiến-kỹ thuật, điều kiện làm việc của khối lùn khi thực hiện lùn nòng nhân tạo.

- Khảo sát kết cấu của các loại pháo thuộc đối tượng nghiên cứu làm cơ sở xác định áp suất trong đẩy lên, lực cản lùn thủy lực của bộ phận hãm lùn, lực ma sát giữa thân pháo với giá pháo, lực ma sát giữa các bộ phận chuyển động với gioăng bịt kín trong hệ thống thủy lực.

- Sử dụng phương pháp thực nghiệm, đo trực tiếp trên trang bị nhằm xác định các thành phần chưa biết làm cơ sở tính toán, xác định các thành phần lực tác dụng lên khối lùn.

2.4. Cơ sở lý thuyết [3]

Lực cản lùn của pháo được xác định theo công thức:

$$R = \Phi + \Pi + R_f - Q_0 \sin \varphi \tag{1}$$

Trong đó:

Φ - Lực cản lùn thủy lực do bộ phận hãm lùn tạo ra (kN);

Π - Lực cản của bộ phận đẩy lên (kN);

R_f - Lực ma sát ở các gioăng bịt kín trong hệ thống thủy lực và bộ phận định hướng trên máng pháo (kN);

$Q_0 \sin \varphi$ - Thành phần trọng lượng khối lùn theo phương dọc trục nòng (kN);

φ - Góc tầm của pháo khi tiến hành lùn nòng nhân tạo (độ).

* *Xác định lực cản lùn thủy lực Φ :*

Các loại pháo thuộc đối tượng nghiên cứu đều có bộ phận hãm lùn thủy lực kiểu vòng điều tiết – cán điều tiết. Thành phần lực cản lùn

thủy lực Φ được xác định theo công thức:

$$\Phi = \frac{K\gamma}{2g} \left[\left(\frac{A_{tg}}{a} + 1 \right)^2 A_{tg} + \frac{K_3}{K} \frac{A_{hd}}{\Omega^2} \right] V^2 \tag{2}$$

Trong đó:

$K = 1,2 \div 1,4$ - Hệ số cản dòng chính;

$K_3 = (3 \div 4)K$ - Hệ số cản dòng phụ;

γ - Mật độ dầu, đối với dầu xanh ngọt (CTEOJI-M) $\gamma = 1,108$ (g/cm³);

A_{tg} - Diện tích thu gọn của piston hãm lùn, được xác định là diện tích phần vành khuyên giữa cán piston và mặt trong của ống hãm lùn (mm²);

A_{hd} - Diện tích công tác khoang hãm đẩy lên, được xác định bằng tiết diện trong của cán piston (mm²);

Ω - Diện tích khe hở giữa đoạn cuối cán điều tiết và cán hãm lùn (mm²), là tiết diện khe hở giữa tiết diện lớn của cán điều tiết với mặt trong của cán piston;

V - Tốc độ chuyển động của khối lùn, được xác định theo chỉ tiêu kỹ thuật khi thiết kế thiết bị lùn nòng nhân tạo (tốc độ lớn nhất khi lùn nòng nhân tạo là 50mm/s).

a - Diện tích khe hở giữa vòng và cán điều tiết (mm²). a là một đại lượng biến thiên theo quãng đường lùn X của khối lùn, tại mỗi vị trí cụ thể có giá trị bằng a_X và được xác định theo công thức:


$$a_X = \frac{\pi}{4} (d_v^2 - \delta_x^2) \tag{3}$$

Trong đó:

d_v - Đường kính vòng điều tiết (mm);

δ_x - Đường kính cán điều tiết tại vị trí vòng điều tiết tương ứng với quãng đường lùn X của khối lùn (mm).

* *Xác định lực cản của bộ phận đẩy lên:*

Bộ phận đẩy lên của các pháo mặt đất 

NGHIÊN CỨU - TRAO ĐỔI

là loại đẩy lên khí nén dầu, với khí nén là phần tử tích trữ năng lượng để đẩy lên và dầu có tác dụng bịt kín. Lực cản của bộ phận đẩy lên được xác định theo công thức:

$$\Pi = \Pi_0 \left(\frac{S_0}{S_0 - X} \right)^k \quad (4)$$

Trong đó:

Π_0 - Lực đẩy lên ban đầu (kN);

S_0 - Chiều cao quy đổi của thể tích khí ban đầu trong đẩy lên (mm);

X - Quãng đường chuyển động của khối lùn (mm);

k - Chỉ số đa biến (chỉ số đẳng hướng).

* *Xác định lực ma sát:*

$$R_f = Q_0 (f \cos \varphi + v) \quad (5)$$

Trong đó:

f - Hệ số ma sát ở phần định hướng ($f = 0,16 \div 0,20$);

v - Hệ số tỷ lệ của lực ma sát ở gioăng với trọng lượng khối lùn ($v = 0,20 \div 0,40$).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

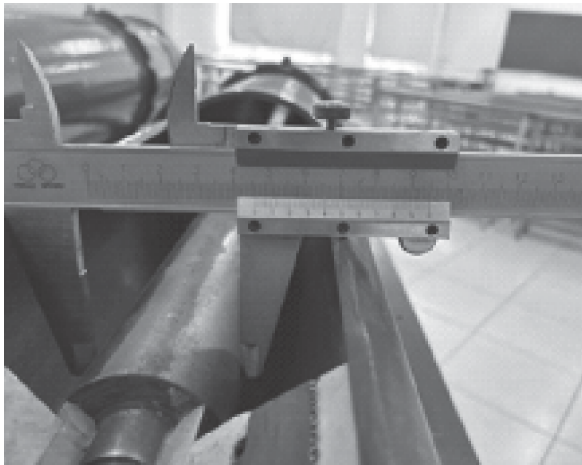
Kết quả đo đạc trên trang bị là giá trị trung bình cộng của nhiều lần đo trên từ 1 đến 2 khẩu pháo cùng cỡ nòng.

- Thông số kích thước được đưa ra trong bảng 1, các thông số kích thước đều sử dụng đơn vị đo thống nhất là (mm).

Bảng 1. Kết quả đo thông số kết cấu trên pháo

Thông số		Loại pháo	85mm D44	152mm D20
Hãm lùn	Đường kính piston hãm lùn (mm)		102,3	124,4
	Đường kính ngoài cán piston (mm)		39,8	66,7
	Đường kính trong cán piston (mm)		37,6	53,9
	Đường kính vòng điều tiết (mm)		39,8	47,5
	Đường kính cán điều tiết (mm)	Nhỏ nhất		30,8
Lớn nhất			36,7	45,8
Đẩy lên	Đường kính trong ống đẩy lên (mm)		84,6	86,6
	Đường kính cán đẩy lên (mm)		-	26,8
	Tiết diện khoang chứa khí (mm)		1990,3	5309,7
	Chiều cao quy đổi của thể tích khí ban đầu S_0 (mm)		1038,5	1582,0

Kích thước cán điều tiết được đo tại 15 đến 20 vị trí khác nhau dọc theo chiều dài cán (hình 1), số lượng điểm đo phụ thuộc vào chiều dài của cán điều tiết, khoảng cách giữa hai điểm đo liên tiếp nằm trong khoảng 40mm đến 50mm, tại mỗi vị trí tiến hành đo 03 lần cho từng loại pháo. Kết quả cuối cùng là trung bình cộng của các lần đo.



Hình 1. Đo đường kính cán điều tiết

Từ kết quả đo, sử dụng phần mềm Excel xây dựng phương trình gần đúng xác định đường kính cán điều tiết theo chiều dài lùn của từng loại pháo (bảng 2). Sau đó xác định diện tích khe hở giữa cán và vòng điều tiết a_x theo công thức (3).

Bảng 2. Phương trình xác định đường kính cán điều tiết theo chiều dài lùn

STT	Loại pháo	Phương trình
1	85mm D44	$d = \frac{2}{225}x + 30,8$
2	152mm D20	$d = 0,0147x + 32,7$

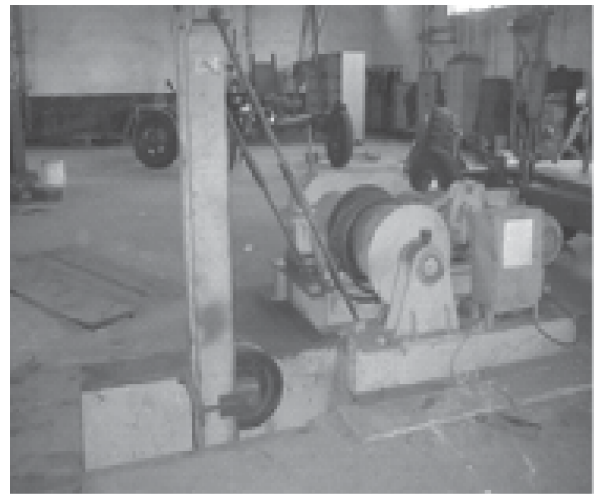
- Các số liệu chiến – kỹ thuật liên quan được xác định dựa trên các tài liệu kỹ thuật chuyên ngành (bảng 3).

- Lực đẩy lên ban đầu và lực đẩy lên cuối cùng được đo trực tiếp trên pháo bằng thực nghiệm tại Xí nghiệp Vũ khí, Z751, Tổng cục Hậu cần – Kỹ thuật.

Phương pháp đo:

+ Bước 1: Đo áp suất đẩy lên tại vị trí ban đầu (khi chưa lùn nòng);

+ Bước 2: Thực hiện lùn nòng nhân tạo bằng thiết bị lùn nòng nhân tạo dùng cáp kéo (hình 2) đến chiều dài lùn lớn nhất theo chỉ tiêu kỹ thuật của từng loại pháo (bảng 3). Đo áp suất khí trong đẩy lên tại vị trí trên để xác định lực đẩy lên cuối cùng.



Hình 2. Thiết bị lùn nòng nhân tạo dùng cáp kéo tại Xí nghiệp Liên hợp Z751

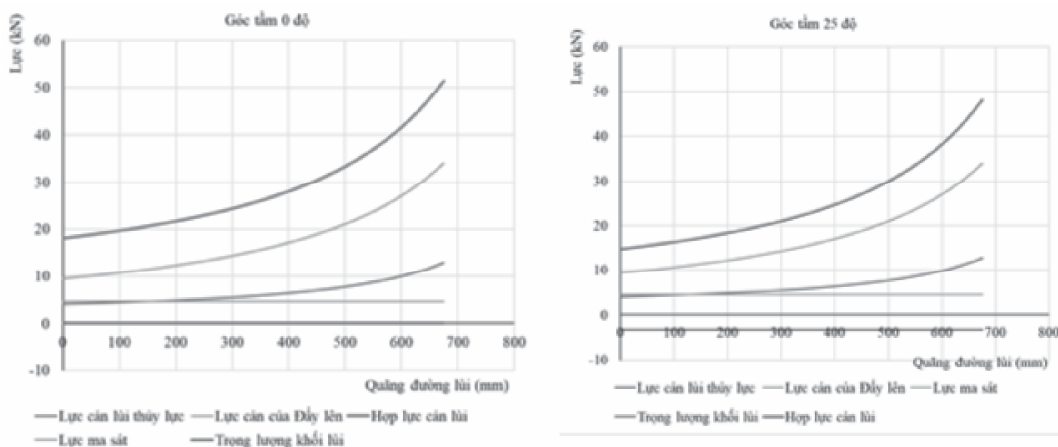
Để đảm bảo tính chính xác, mỗi bước đo được thực hiện nhiều lần. Kết quả cuối cùng là giá trị trung bình của những lần đo khác nhau.



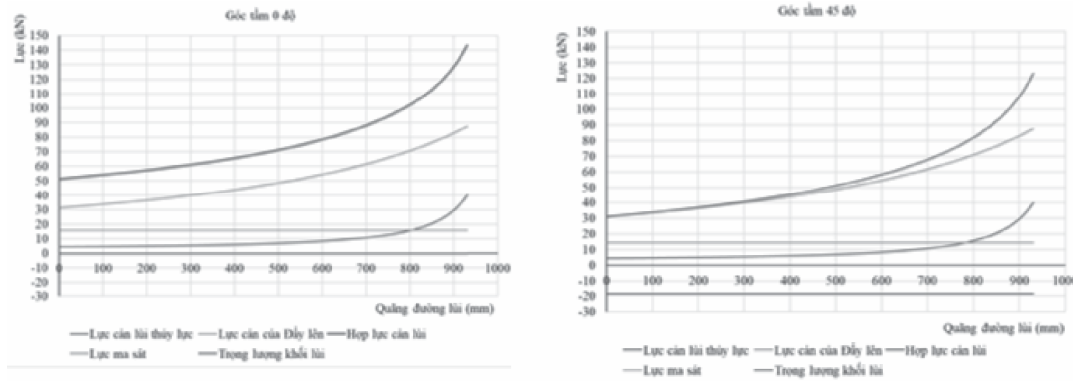
Bảng 3. Thông số chiến kỹ thuật khi lùn nòng nhân tạo

Thông số	Loại pháo	85mm D44	152mm D20
Trọng lượng khối lùn (kN)		7,701	26,507
Góc tầm thực hiện lùn nòng nhân tạo [1-3]	Vị trí 1	0°	0°
	Vị trí 2	25°	45°
Lực đẩy lên ban đầu (kN)		9,418	31,245
Lực đẩy lên cuối cùng (kN)		34,090	83,524
Thể tích khí ban đầu (mm ³)		2,07.10 ⁶	8,4.10 ⁶
Chiều dài lùn lớn nhất (mm) [1-3, 5]		675	930

Theo [1-3] trước khi bắn đạn nước để kiểm tra tình trạng kỹ thuật của pháo sau bảo dưỡng kỹ thuật 2 và sau sửa chữa lớn, pháo 85mm D44 cần được lùn nòng nhân tạo ít nhất 5 lần ở các góc tầm 0° và 25°, đối với pháo 152mm D20 được lùn nòng nhân tạo ở các góc tầm 0° và 45°. Chính vì vậy, chúng ta cần phải xác định lực cản lùn tương ứng với các góc tầm trên với bước tính bằng 10mm dọc theo quãng đường lùn X. Kết quả tính toán được biểu diễn dưới dạng đồ thị (hình 3, 4) với các giá trị đặc biệt (bảng 4).



Hình 3. Lực cản tác dụng lên khối lùn khi lùn nòng nhân tạo pháo 85mm D44



Hình 4. Lực cản tác dụng lên khối lùi khi lùi nòng nhân tạo pháo 152mm D20

Bảng 4. Đặc trưng của Lực cản lùi

Loại pháo	Góc tầm	Lực cản nhỏ nhất (kN)	Lực cản lớn nhất (kN)
85mm D44	0°	18,075	51,512
	25°	14,678	48,115
152mm D20	0°	51,473	143,439
	45°	31,187	123,152

4. THẢO LUẬN

- Từ kết quả tính toán thể hiện trên các hình vẽ 3, 4 ta thấy: Lực cản lùi của pháo biến thiên theo quy luật đường cong Parabol hướng lên từ giá trị nhỏ nhất tại vị trí bắt đầu lùi và đạt giá trị lớn nhất tại vị trí kết thúc hành trình lùi.

- Giá trị lớn nhất của lực cản lùi đối với từng pháo xảy ra trong trường hợp lùi nòng nhân tạo với góc tầm 0°, khi góc tầm tăng lên 25° đối với pháo 85mm D44 và 45° đối với 152mm D20 (bảng 4) giá trị lớn nhất của lực cản lùi giảm xuống 3,397 kN (85mm D44) và 20,287 kN (152mm D20) tương ứng với tỉ lệ phần trăm lần lượt là 6,59% và 14,14%.

- Nguyên nhân lực cản lùi giảm khi nâng góc tầm là do xuất hiện thành phần dọc trục nòng thuận theo chiều lùi của trọng lượng khối lùi làm khối lùi của pháo có xu hướng tụt về phía sau.

- Giá trị lực cản lùi lớn nhất được sử dụng làm cơ sở tính toán, thiết kế Thiết bị lùi nòng nhân tạo cho các loại pháo mặt đất được nghiên cứu ở trên là 143,439 kN (pháo 125mm D20 khi lùi nòng ở góc tầm 0°).

5. KẾT LUẬN

- Bằng phương pháp đo trực tiếp trên trang bị đã xác định được các thông số kích thước của bộ phận hãm lùi và đẩy lên; quá trình thực nghiệm đã xác định được lực đẩy lên ban đầu và lực đẩy lên cuối cùng của bộ phận đẩy lên; kết quả đo dọc theo chiều dài lùi cho phép xây dựng được quy luật thay đổi của đường kính cán điều tiết làm cơ sở để tính toán lực cản lùi của pháo khi thực hiện lùi nòng nhân tạo.

- Kết quả tính lực cản lùi của pháo được trình bày dưới dạng đồ thị và dưới dạng bảng các đặc trưng của lực cản lùi, trong đó trình bày giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của lực cản lùi 02

loại pháo mặt đất thuộc đối tượng nghiên cứu khi lùn nòng nhân tạo.

- Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, giá trị lớn nhất của lực cản lùn đối với từng loại pháo giảm khi tăng góc tầm. Khi tăng góc tầm của pháo 85mm D44 từ 0° lên 25° thì giá trị lớn nhất của lực cản lùn giảm 6,59%. Đối với pháo 152mm D20, giá trị lớn nhất của lực cản lùn giảm 14,14% khi thay đổi góc tầm từ 0° lên 45°.

- Kết quả nghiên cứu xác định được giá trị lực cản lùn lớn nhất làm cơ sở tính toán, thiết kế Thiết bị lùn nòng nhân tạo pháo mặt đất là 143,439 kN. ❖

Ngày nhận bài: **05/01/2026**

Ngày phản biện: **14/01/2026**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Thông tư số 67/2019/TT-BQP về việc Ban hành tiêu chuẩn TCVN/QS 2044:2019, Pháo nòng dài 85mm Đ-44 sau sửa chữa – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp kiểm tra.
- [2]. Tiêu chuẩn ngành 06 TCN 694:1998, Pháo mặt đất 152mm Đ-20 sửa chữa lớn – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp kiểm tra.
- [3]. TS. Khổng Đình Tuy, “*Nguyên lý kết cấu vũ khí có nòng*”. Học viện Kỹ thuật quân sự, 2003, 539 trang.