

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ÁP DỤNG TIÊU CHUẨN STANAG 4367 CHO TÍNH TOÁN THUẬT PHÓNG TRONG

EVALUATION OF APPLICABILITY OF STANAG 4367 STANDARDS
FOR CALCULATING THE INTERIOR BALLISTIC

TS. Nguyễn Quang Lượng, TS. Nguyễn Nam Quý, TS. Lê Hữu Ban

Khoa Vũ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Bộ Quốc phòng

TÓM TẮT

Bài báo tiến hành so sánh mô hình thuật phóng trong theo tiêu chuẩn STANAG 4367 của NATO với mô hình thuật phóng trong của Liên Bang Nga đang được sử dụng tại Việt Nam; đối tượng áp dụng là pháo 105mm của Mỹ. Kết quả tính toán cho thấy, mô hình theo tiêu chuẩn STANAG 4367 phản ánh chính xác bản chất của bài toán thuật phóng trong và sai lệch kết quả khá nhỏ so với mô hình của Liên bang Nga (LB Nga); có thể áp dụng mô hình này để tính toán thuật phóng trong cho các loại súng pháo khác.

Từ khóa: Thuật phóng; Thuật phóng trong; Tiêu chuẩn STANAG 4367.

ABSTRACT

The article compares the interior ballistic model according to NATO's STANAG 4367 standard with the Russian Federation's interior ballistic model being used in Vietnam; The object of application is the American 105mm artillery. Calculation results show that the model according to STANAG 4367 standard accurately reflects the nature of the interior ballistic problem and the deviation of the results is quite small compared to the model of the Russian Federation; This model can be applied to calculate the interior ballistic for other types of artillery guns.

Keywords: Ballistics; Interior Ballistic; STANAG 4367 Standards.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong biên chế của Quân đội ta hiện nay, có một lượng không nhỏ súng pháo, đạn được xuất xứ từ Mỹ và các nước NATO, một phần trong số đó được mua mới những năm gần đây, phần còn lại là chiến lợi phẩm thu được trước năm 1975. Tuy nhiên, việc nghiên cứu thuật phóng trong (TPT) của những loại súng pháo này ở nước ta hiện nay nhằm xác định các tính năng chiến – kỹ thuật còn hạn chế. Thông thường, khi nghiên cứu TPT của các loại súng pháo, người ta sử dụng mô hình tính toán theo quan điểm thuật phóng của LB Nga [1]. Trong bài báo này, các tác giả đưa ra mô hình toán và tiến hành lập trình tính toán TPT cho pháo 105mm của Mỹ bằng hai phương pháp kể trên, từ đó đánh giá khả năng sử dụng tiêu chuẩn STANAG 4367 để nghiên cứu TPT cho các loại súng pháo.

2. MÔ HÌNH TOÁN BÀI TOÁN THUẬT PHÓNG TRONG CỦA SÚNG PHÁO

Theo [1, 2, 4], hệ phương trình mô tả bài toán TPT trong lòng nòng súng pháo bao gồm các phương trình mô tả quy luật tốc độ cháy, quy luật sinh khí của thuốc phóng, phương trình mô tả chuyển động của đạn trong lòng nòng, phương trình cơ bản TPT và một vài phương trình mô tả các mối quan hệ bổ sung. Kết quả của bài toán TPT là mối quan hệ của các phần tử thuật phóng, trong đó quan trọng nhất là các quy luật thay đổi của áp suất khí thuốc và tốc độ chuyển động của đạn theo thời gian và theo quãng đường chuyển động của đạn, tức là quy luật $p(l)$, $v(l)$, và $p(t)$, $v(t)$. Các hệ phương trình này được cụ thể hóa trong Bảng 1 dưới đây, theo quan điểm thuật phóng của LB Nga và theo tiêu chuẩn STANAG 4367 [1, 3].

Bảng 1. Hệ phương trình mô tả bài toán thuật phóng trong của súng pháo

Tên phương trình	Theo quan điểm thuật phóng của LB Nga	Theo tiêu chuẩn STANAG 4367
Quy luật tốc độ cháy của thuốc phóng	$\frac{dz}{dt} = \frac{p}{I_k}$	$r_i = f_b f_{\beta T} \beta_i (\bar{P})^{\alpha_i} + k_v v_p$
Quy luật sinh khí của thuốc phóng	$\psi = \chi z(1 + \lambda z + \mu z^2)$	$\frac{dZ_i}{dt} = \frac{S_i r_i}{V_{g_i}}$
Phương trình chuyển động của đạn	$\frac{dv}{dt} = \frac{sp}{\varphi m}; v = \frac{dl}{dt}$	$\dot{v}_p = \frac{d(v_p)}{dt} = \frac{A(P_b - f_R P_R)}{m_p}$ $x = \int_0^t v_p dt + \int_0^t v_{rp} dt$
Phương trình cơ bản TPT	$Sp(l_\psi + l) = f \omega \psi - \frac{\theta}{2} \varphi m v^2$	$\bar{P} = \frac{T}{V_C} \left[\sum_{i=1}^n \frac{F_i C_i Z_i}{T_{0_i}} + \frac{F_l C_l}{T_{0_l}} \right]$
Các mối quan hệ bổ sung		$P_b = \left[\bar{P} + \frac{C_T (f_R P_R)}{3m_p} \right] / \left[1 + \frac{C_T}{3m_p} \right]$



Do hai hệ phương trình đều bao gồm những quá trình giống nhau nên trong mỗi phương trình mô tả từng quá trình được tính toán tương tự nhau, công thức có thể khác nhau nhưng tính chất của chúng thì lại giống nhau. Trong mô hình toán theo quan điểm của LB Nga: việc xác định nhiệt độ trung bình của liều phóng gặp khó khăn do trao đổi nhiệt xảy ra chậm, đặc biệt liều phóng có thể bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ bề mặt buồng đốt; thừa nhận thuốc phóng tuân theo quy luật tốc độ cháy tuyến tính một số hạng. Còn mô hình toán theo tiêu chuẩn STANAG 4367: đã tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ thành buồng đốt trong phương trình tính áp suất trung bình của khí thuốc trong lòng

nòng; thuốc phóng tuân theo quy luật tốc độ cháy ở dạng tổng quát, không phải xác định các đặc trưng hình dạng thuốc phóng mà chỉ cần xác định kích thước của nó. Ngoài ra, trong cả hai mô hình đều đã tính đến các loại tổn thất năng lượng trong lòng nòng thông qua các hệ số.

3. TÍNH TOÁN THUẬT PHÓNG TRONG

3.1. Dữ liệu đầu vào

Dữ liệu đầu vào cho bài toán tính toán thuật phóng trong cho pháo 105mm của Mỹ được thể hiện trong Bảng 2 [3, 5].

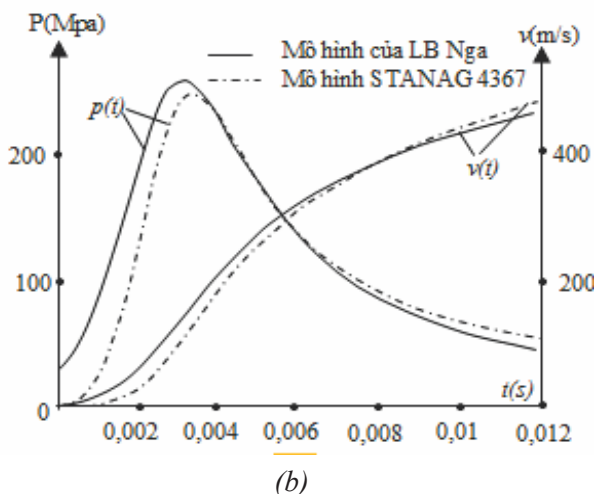
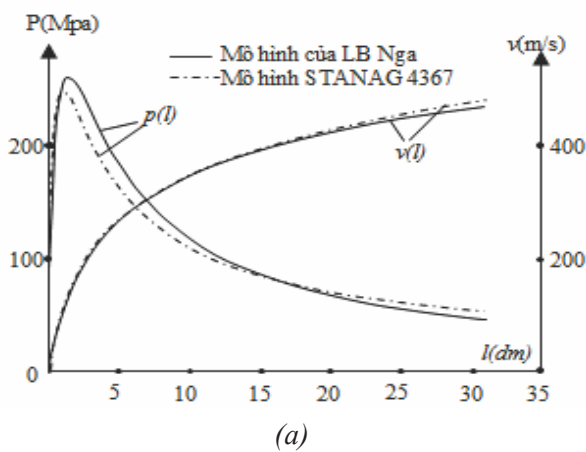
Bảng 2. Các dữ liệu đầu vào

Các dữ liệu	Kí hiệu		Trị số	Đơn vị
	Theo LB Nga	Theo STANAG 4367		
Thể tích buồng đốt	W_0	V_0	0.0024362	m^3
Diện tích tiết diện lòng nòng	S		0.89	dm^2
Chiều dài nòng	l_d	x_m	3.11	m
Trọng lượng đạn	q	m_p	14	kG
Áp suất tổng đạn	p_0	P_0	3000000	kG/m^2
Trọng lượng thuốc phóng	ω	C_i	3.25	kG
Lực thuốc phóng	f	F_i	998000	$kG.m/kG$
Lượng cộng tích	α	b_i	1.096	dm^3/kG
Mật độ thuốc phóng	δ	ρ_i	1.68	kG/m^3
Xung lượng toàn phần của áp suất khí thuốc	I_k		2710	$kG.s/dm^2$
Đặc trưng hình dạng thuốc phóng	χ		1.06	
Hệ số mũ đoạn nhiệt của khí thuốc	θ		0.2	
Nhiệt độ ngọn lửa		T_{oi}	2631	K
Tốc độ cháy theo cấp số nhân		α_i	0.64	
Hệ số tốc độ cháy		β_i	0.000000509	$m/sMPa$
Nhiệt dung riêng		γ_i	1.258	
Chiều dài của hạt thuốc phóng		L_i	0.105	m
Đường kính ngoài, đường kính trong của hạt thuốc phóng		D_i d_i	0.0206 0.008	m

Hệ số tốc độ cháy		f_{β}	1	
Hệ số cắt đai dẫn		f_R	1	
Hệ số nhiệt độ cháy		$f_{\beta T}$	1	
Hệ số nhiệt độ		f_{FT}	1	

3.2. Kết quả và thảo luận

Sử dụng hai mô hình TPT đã nêu để giải bài toán TPT cho pháo 105 mm của Mỹ, kết quả thu được là quy luật áp suất khí thuốc và vận tốc đạn, được thể hiện trong Hình 1.



Hình 1. Quy luật áp suất khí thuốc và vận tốc đạn vào quãng đường chuyển động (a) và thời gian (b)

Từ Hình 1 cho thấy, quy luật thay đổi của áp suất khí thuốc và vận tốc đạn theo quãng đường chuyển động của đạn trong lòng nòng và theo thời gian ở cả hai phương pháp đều phản ánh chính xác bản chất của bài toán thuật phóng trong trong lòng nòng súng pháo. Khi tính toán theo quan điểm thuật phóng của LB Nga thì áp suất lớn nhất trong lòng nòng $p_{\max} = 263.05$ MPa và vận tốc đầu nòng $v_d = 475.4$ m/s; còn khi tính toán theo tiêu chuẩn STANAG 4367, ta thu được $p_{\max} = 247.53$ MPa và $v_d = 482.3$ m/s, ta có thể thấy sự sai khác là khá nhỏ (đối với $p_{\max}$ là khoảng 5.9% và đối với v_d là khoảng 1.4%). Như vậy, khi tính toán TPT cho súng pháo, cả hai phương pháp nêu trên đều cho kết quả tương đương nhau.

4. KẾT LUẬN

Mô hình toán áp dụng tiêu chuẩn STANAG 4367 mô tả bài toán thuật phóng trong của súng pháo sát thực tế hơn so với mô hình toán theo quan điểm của LB Nga, tuy nhiên số lượng tham số đầu vào là tương đối nhiều, trong đó một vài tham số khó có thể tìm kiếm hoặc khó có thể đo như các thông số về nhiệt độ, lực ma sát và lực cắt đai dẫn,... Ngoài ra, với việc tính toán cho nhiều loại thuốc phóng khác nhau và các loại tổn thất nhiệt trong khi bắn dẫn đến số lượng phương trình tính toán nhiều, khối lượng tính toán tương đối lớn.

Kết quả tính toán cho thấy, cả hai mô hình đều phản ánh tương đối chính xác bản chất của bài toán thuật phóng trong trong lòng nòng súng pháo và sự khác biệt kết quả tính toán là

không nhiều. Như vậy, việc sử dụng tiêu chuẩn STANAG 4367 để tính toán thuật phóng trong cho các loại súng pháo có xuất xứ ngoài NATO là hoàn toàn có thể và cho kết quả tốt. ❖

Ngày nhận bài: **18/4/2024**

Ngày phản biện: **17/5/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nghiêm Xuân Trình, Nguyễn Quang Lượng; “*Thuật phóng trong*”, NXB. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, 2015.
- [2]. Ludek Jedlička, Stanislav Beer, Miroslav Videňka, “*Modelling of pressure gradient in the space behind the projectile*”, ICOSSE'08: Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on System science and simulation in Engineering, Venice, November 2008, p100-104.
- [3]. NATO Army Armaments Group (NAAG), “*STANAG 4367: Thermodynamic Interior Ballistic Model With Global Parameters*”, 2009.
- [4]. Peter Liptak, Ivan Kopecky, “*Methodology for computation of intraballistic parameters and a resistance pressure*”, University Review (1337-6047), 2018, Vol 12, Issue 2, p28.
- [5]. Tanguay V., “*Parametric study on the interior ballistics of 105 and 155mm artillery guns*”, Defence R&D Canada-Valartier X5DRDC-V; DRDC-V-TM-2007-350 (ADA479307), Mar 2008.