

Nghiên cứu khả năng thiết kế chế tạo liều hành trình CT

Nguyễn Đức Thuận *

Viện Tên lửa/Viện Khoa học và Công nghệ quân sự

*Email: ndthuanvtl@gmail.com.

Nhận bài ngày 10/10/2021; Hoàn thiện ngày 25/11/2021; Chấp nhận đăng ngày 14/02/2022.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.77.2022.170-174>

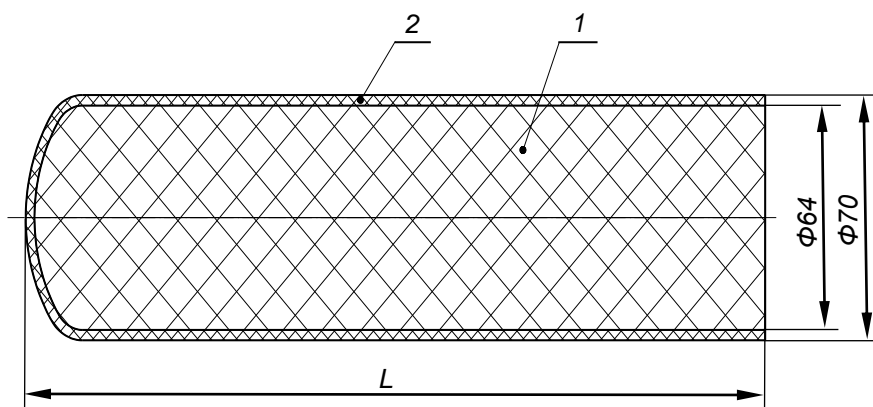
TÓM TẮT

Tên lửa CT là tên lửa chống tăng có điều khiển tầm gần. Động cơ hành trình CT có hai nhiệm vụ chính: tạo ra lực đẩy duy trì vận tốc chuyển động hành trình của tên lửa; trích một phần khí thuốc (sản phẩm cháy) đưa vào máy lái để điều khiển tên lửa. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về khả năng sử dụng một loại thuốc phóng đã được sản xuất ổn định bằng công nghệ trong nước (thuốc phóng RSI) để thiết kế liều hành trình CT đạt các yêu cầu đề ra. Từ kết quả tính toán, phân tích, bài báo đưa ra khuyến nghị về việc sử dụng loại thuốc phóng này để thiết kế liều hành trình CT.

Từ khóa: Liều hành trình; Tên lửa CT; Tên lửa chống tăng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tên lửa chống tăng có điều khiển tầm gần CT được nghiên cứu thiết kế, chế tạo bằng công nghệ trong nước đạt được nhiều kết quả khả quan. Việc làm chủ hoàn toàn thiết kế và công nghệ chế tạo loại tên lửa này là mục tiêu của các đơn vị nghiên cứu trong tương lai gần. Một trong những vấn đề cần phải giải quyết để đạt được mục tiêu trên là làm chủ thiết kế và công nghệ chế tạo liều hành trình CT. Liều hành trình CT (hình 1) gồm liều thuốc phóng được chế tạo từ thuốc phóng keo, lớp chống cháy làm bằng polyme. Thuốc phóng RSI đã được sản xuất ổn định bằng công nghệ trong nước, do vậy được lựa chọn để thiết kế liều hành trình CT.



Hình 1. Liều hành trình CT:

1. Liều thuốc phóng; 2. Lớp chống cháy.

Liều hành trình CT được thiết kế cho động cơ tên lửa chống tăng CT [6] với các yêu cầu như sau:

- Đường kính của liều không lớn hơn 70 mm;
- Cháy ổn định ở các dải nhiệt độ môi trường khác nhau (0°C, 20°C, 50°C);
- Nhiệt độ sản phẩm cháy trong buồng đốt ≤ 2500 K để đảm bảo bền nhiệt cho vỏ động cơ;
- Tạo ra lực đẩy dọc trục đảm bảo tên lửa bay với vận tốc hành trình 100÷120 m/s, tốc độ quay của tên lửa 7÷8 vòng/s để đạt cự ly bắn không nhỏ hơn 2500 m;
- Tạo ra lực đẩy ngang (lực điều khiển) đảm bảo tên lửa điều khiển được.

2. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN, ĐÁNH GIÁ

2.1. Tính toán, lựa chọn các tham số làm việc của động cơ

Các tham số làm việc của động cơ (áp suất, lực đẩy, nhiệt độ, thời gian cháy thuốc phóng) được tính toán ở 3 giá trị nhiệt độ ban đầu của thuốc phóng 0 °C, 20 °C, 50 °C để đánh giá tính chất cháy ổn định của liều hành trình; khả năng cung cấp lực đẩy dọc trục duy trì tốc độ hành trình và lực đẩy ngang điều khiển tên lửa; làm cơ sở để tính toán, lựa chọn công nghệ, vật liệu khi gia công lớp bọc chống cháy cho liều hành trình; là cơ sở đưa ra các khuyến nghị bảo vệ nhiệt tăng cường cho vỏ động cơ như tăng bề dày lớp sơn cách nhiệt hoặc bổ sung lớp cách nhiệt,...

- *Lựa chọn áp suất làm việc trong buồng đốt động cơ hành trình CT ở nhiệt độ tiêu chuẩn 20°C.* Vỏ động cơ hành trình tên lửa CT được thiết kế dày 1,2 mm phù hợp sử dụng liều thuốc phóng keo có thời gian làm việc đến 30s. Để đảm bảo độ bền cho vỏ động cơ và áp suất khí cấp cho máy lái theo thiết kế, lựa chọn áp suất làm việc trong buồng đốt động cơ hành trình CT ở nhiệt độ môi trường 20 °C là 5 MPa.

- *Xác định chiều dài liều hành trình.* Chiều dài liều hành trình được xác định theo công thức:

$$L = u_{20} \cdot t \quad (1)$$

Trong đó: u_{20} - Tốc độ cháy thuốc phóng ở 20 °C, [m/s], t - Thời gian cháy của thuốc phóng, [s].

- *Xác định diện tích, đường kính tiết diện tới hạn loa phụt.* Từ công thức Bori [3, 4], có thể tính tổng diện tích F_{th} và đường kính d_{th} của tiết diện tới hạn loa phụt như sau:

$$F_{th} = \frac{S \beta \rho_T u_1}{p_{20}^{1-\nu}}; \quad d_{th} = \sqrt{\frac{4F_{th}}{\pi N_{LP}}} \quad (2)$$

Trong đó: S - Diện tích bề mặt cháy liều hành trình, [m²]; β - Xung áp suất đơn vị của thuốc phóng, [m/s]; ρ_T - Mật độ thuốc phóng, [kg/m³]; u_1 , ν - Hệ số và chỉ số mũ hàm tốc độ cháy thuốc phóng; p_{20} - Áp suất làm việc trong buồng đốt ở 20 °C, [Pa]; N_{LP} - Số lượng loa phụt của động cơ.

- *Xác định áp suất làm việc trong buồng đốt động cơ hành trình CT ở nhiệt độ 0 °C và 50 °C.*

Tốc độ cháy thuốc phóng u_T phụ thuộc vào nhiệt độ ban đầu T_0 của thuốc phóng, có dạng [2]:

$$u_T = [1 - K_T (T_0 - 20)]^{-1} \cdot u_1 \cdot p^\nu \quad (3)$$

Ở đây, K_T là hệ số nhiệt, đối với thuốc phóng keo RSI, $K_T = 0,003$.

Áp suất làm việc trong buồng đốt động cơ ở nhiệt độ ban đầu bất kỳ là [2, 5]:

$$p = \left(\frac{S \beta \rho_T u_1}{[1 - K_T (T_0 - 20)] F_{th}} \right)^{\frac{1}{1-\nu}} \quad (4)$$

- *Lực đẩy của động cơ được xác định theo biểu thức [2]:*

$$P = C_p \cdot F_{th} \cdot p \quad (5)$$

Trong đó: C_p - Hệ số lực đẩy của động cơ.

Nhiệt độ sản phẩm cháy trong buồng đốt ở áp suất p được xác định bằng phần mềm ASTRA hoặc được tính toán qua hệ phương trình thuật phóng trong cơ bản [2].

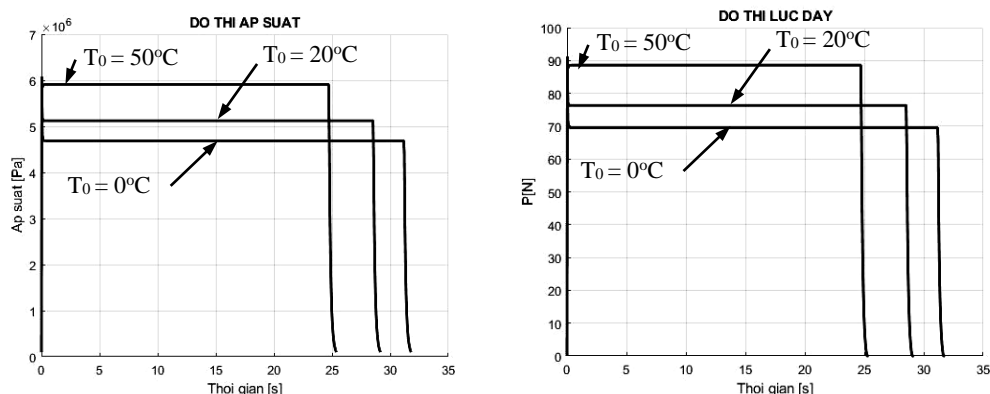
Các thông số đầu vào để tính toán được nêu trong bảng 1, kết quả tính toán được thể hiện trong bảng 2, hình 2.

Bảng 1. Các thông số đầu vào.

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Xung áp suất đơn vị β	m/s	1350
2	Chỉ số mũ đoạn nhiệt	-	1,25
3	Hằng số khí của sản phẩm cháy R	J/kg.K	358
4	Hệ số tốc độ cháy u_1	m/s	$4,137 \cdot 10^{-5}$
5	Số mũ tốc độ cháy ν	-	0,346
6	Hệ số ảnh hưởng của nhiệt độ K_T	-	0,003
7	Mật độ thuốc phóng ρ_T	kg/m ³	1600
8	Diện tích bề mặt cháy liên hành trình S	m ²	$3,43 \cdot 10^{-3}$
9	Số loa phụt	cái	2

Bảng 2. Kết quả tính toán.

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị		
			ở 0 °C	ở 20 °C	ở 50 °C
1	Đường kính tiết diện tối hạn loa phụt	mm	2,72	2,72	2,72
2	Đường kính cửa ra loa phụt	mm	6,4	6,4	6,4
3	Chiều dài liều nhiên liệu	mm	253	253	253
4	Áp suất trong buồng đốt	MPa	4,6	5,0	5,8
5	Lực đẩy động cơ	N	68,7	75,5	86,0
6	Thời gian cháy của thuốc phóng	s	31,9	29,2	25,5
7	Nhiệt độ sản phẩm cháy trong buồng đốt	K	2179	2179	2180

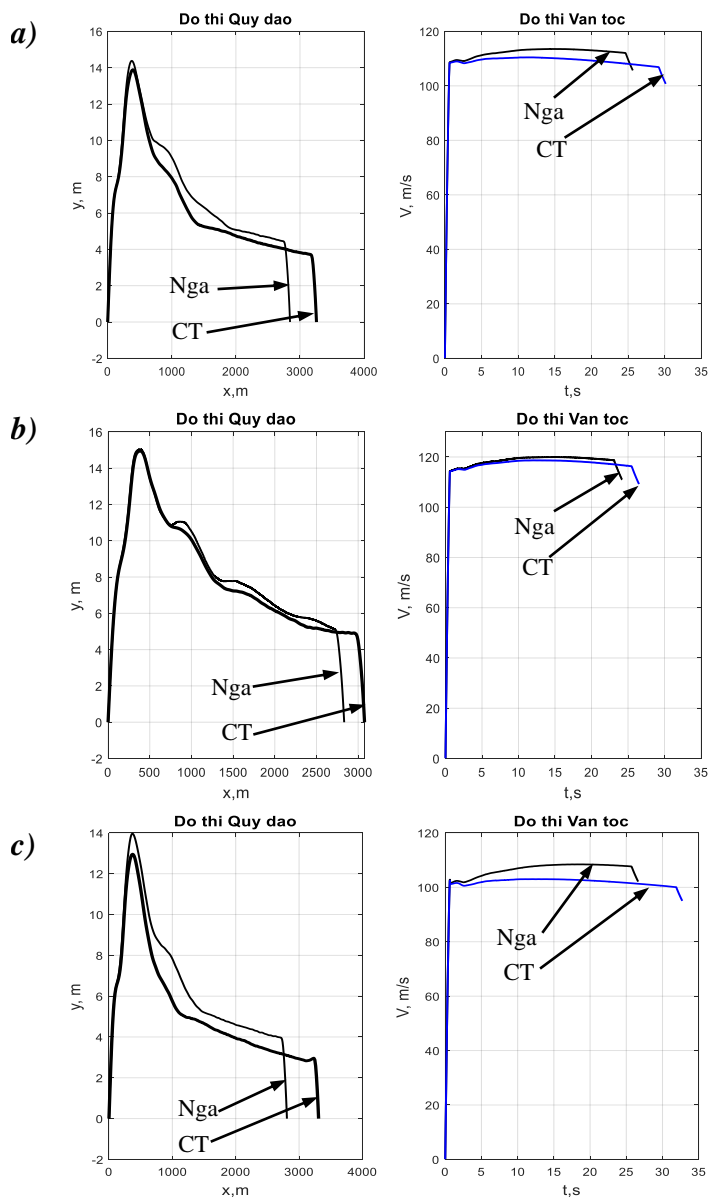


Hình 2. Đồ thị áp suất và lực đẩy động cơ hành trình CT.

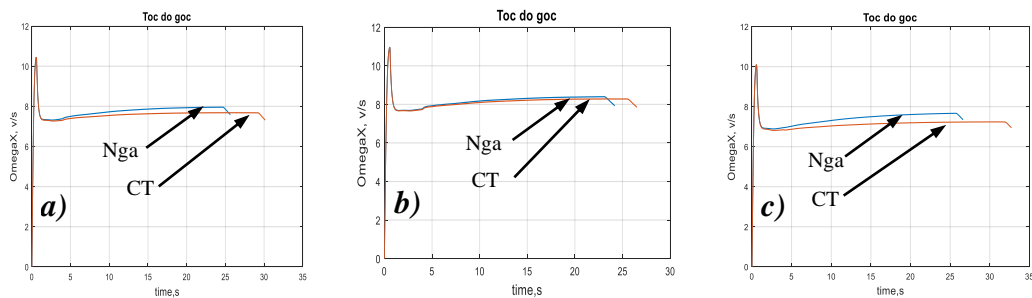
Nhận xét: Thuốc phóng RSI cháy ổn định ở áp suất ≥ 4 MPa, do vậy, ở nhiệt độ 0°C, với áp suất trong buồng đốt 4,6 MPa (bảng 2) liều hành trình CT đảm bảo duy trì tốt quá trình cháy. Thời gian cháy thuốc phóng nhỏ nhất của liều hành trình CT là 25,5 s (ở nhiệt độ 50 °C) đảm bảo duy trì lực đẩy động cơ hành trình trong toàn bộ quá trình bay của tên lửa. Nhiệt độ sản phẩm cháy trong buồng đốt ở cả ba dải nhiệt độ (0 °C, 20 °C, 50 °C) xấp xỉ 2180 K đảm bảo bền nhiệt cho vỏ động cơ hành trình.

2.2. Xác định các thông số quỹ đạo của tên lửa

Sử dụng chương trình mô phỏng bán tự nhiên thời gian thực tên lửa CT [1] tính toán, xác định các thông số quỹ đạo tên lửa CT với động cơ hành trình làm việc ở các nhiệt độ 0 °C, 20 °C và 50 °C (bảng 2). Kết quả tính toán được trình bày trên đồ thị hình 3, 4 và bảng 3. Trên hình 3, 4 và bảng 3 trình bày kết quả tính toán các thông số quỹ đạo tên lửa CT sử dụng động cơ hành trình CT và động cơ hành trình của Nga (đã được thử nghiệm kiểm chứng).



Hình 3. Quỹ đạo và vận tốc của tên lửa CT:
 a) $T_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$; b) $T_0 = 50\text{ }^\circ\text{C}$; c) $T_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$.



Hình 4. Vận tốc góc của tên lửa CT:
 a) $T_0 = 20\text{ }^\circ\text{C}$; b) $T_0 = 50\text{ }^\circ\text{C}$; c) $T_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$.

Bảng 3. Thông số quỹ đạo tên lửa CT.

STT	T ₀ [°C]	Động cơ	Tầm bắn [m]	V _{tb} [m/s]	ω _{tb} [vòng/s]
1	20	Nga	2744	113,0	7,77
		CT	3171	110,0	7,57
		Sai khác	15,6%	2,7%	2,6%
2	50	Nga	2726	119,4	8,22
		CT	2957	118,2	8,14
		Sai khác	8,5%	1,0%	1,0%
3	0	Nga	2723	107,3	7,38
		CT	3230	102,8	7,07
		Sai khác	18,6%	4,2%	4,2%

Nhận xét: vận tốc chuyển động thẳng và vận tốc quay quanh trục dọc của tên lửa CT khi sử dụng động cơ hành trình CT và động cơ hành trình của Nga có sai khác không nhiều (lớn nhất 4,2%); tầm bắn của tên lửa sử dụng động cơ hành trình CT tăng lên đáng kể (tăng 15,6% khi bắn ở 20 °C).

3. KẾT LUẬN

Từ kết quả tính toán ở trên, bước đầu nhận thấy có thể sử dụng thuốc phóng RSI để thiết kế liều hành trình CT. Tuy nhiên, cần phải lưu ý các vấn đề sau:

- Kết quả tính toán trên đây chỉ là tính toán lý thuyết, cần được kiểm chứng bằng thực nghiệm.
- Để chế tạo liều hành trình theo phương án trình bày trong bài báo cần phải nghiên cứu công nghệ bọc chống cháy để đảm bảo động cơ hành trình làm việc theo đúng thiết kế và lớp chống cháy không ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm cháy của liều hành trình.
- Động cơ hành trình có thời gian làm việc dài, với các loại thuốc phóng khác nhau có đặc tính nhiệt khác nhau, vì thế cần phải nghiên cứu đặc tính nhiệt của động cơ từ đó bổ sung phương án bảo vệ nhiệt phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. N. V. Chúc, N. P. Thắng, P. K. Lâm, “Mô phỏng bán tự nhiên thời gian thực tên lửa điều khiển tầm gần kiểu B-72”, Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ quân sự, số 44, 8/2016.
- [2]. Đặng Hồng Triên, Lê Song Tùng, “Lý thuyết động cơ tên lửa nhiên liệu rắn”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2016.
- [3]. Lê Song Tùng, Nguyễn Công Hòe, Hoàng Thế Dũng, Bùi Đình Tân, “Cơ sở tính toán và thiết kế động cơ tên lửa nhiên liệu rắn”. Nhà xuất bản Quân đội nhân dân, 2015.
- [4]. Абугов Д.И., Бобылев В.М. “Теория и расчет РДТТ”, Машиностроение, 1987.
- [5]. Я.М Шапиро, Г.Ю Мазинг, Н.Е Прудник, “Основы проектирования ракет на твердом топливе”, Военное издательство - Москва, 1968.
- [6]. “Управляемый снаряд 9М14М (9М14) - Техническое описание”, Военное Издательство Министерства Обороны СССР, Москва, 1966.

ABSTRACT

Studying the possibility of making CT cruise dose by domestic technology

The CT missile is a close-range guided anti-tank missile. The CT cruise engine has two main tasks: generating thrust to maintain the cruise speed of the rocket; extract a part of the combustion product into the rudder to control the missile. This paper presents research results on the possibility of using a type of propellant that has been produced stably by domestic technology (RSI propellant) to design a CT cruise dose that meets the set requirements. From the calculation and analysis results, the article makes recommendations on the use of this propellant to design CT cruise dose.

Keywords: Cruise dose; Missile CT; Anti-tank missile.