

# NGHIÊN CỨU THAY THỂ NHIÊN LIỆU CHO ĐỘNG CƠ PHÓNG A87

## RESEARCH OF ALTERNATIVE FUEL FOR A87 ROCKET MOTOR LAUNCHER

TS. Đoàn Trắc Luật<sup>1</sup>, KS. Nguyễn Trọng Tiến<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Cơ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự

<sup>2</sup>Hệ 5 - Học viện Kỹ thuật Quân sự

### TÓM TẮT

Bài báo tập trung nghiên cứu các loại nhiên liệu rắn đã được sản xuất ở trong nước để tiến hành xem xét, đánh giá khả năng thay thế cho động cơ phóng A87. Nghiên cứu, tính toán kết cấu của liều phóng mới trên cơ sở công nghệ chế tạo liều phóng thực tế, làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế động cơ phóng tên lửa 87 phù hợp với điều kiện công nghệ trong nước.

**Từ khóa:** Liều phóng, lực đẩy, áp suất, tốc độ cháy, xung lực đẩy...

### ABSTRACT

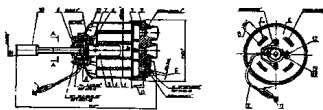
The article focused on the types of solid fuels which was manufactured domestically to conduct a review and evaluate alternative possibilities for A87 rocket motor launchers. Research and calculate new structural dose based on the basis of the actual manufacturing technology, as the basis for the study and calculate the design of 87 rocket motor launchers in line with the domestic technological conditions.

**Keywords:** Launching dose, thrush, pressure, fire speed, pulse propulsion...

### 1. TÌM HIỂU ĐỘNG CƠ PHÓNG A87

Động cơ phóng A87 là động cơ nhiên liệu rắn có tác dụng đẩy tên lửa ra khỏi ống phóng với tốc độ ban đầu và vận tốc góc cần thiết đồng thời mỗi cháy cho động cơ hành trình.

Động cơ được cấu tạo từ buồng đốt, trong đó có liều phóng phóng 9X196M, bộ môi và cụm nắp động cơ. Ngoài ra, để đảm bảo cho hoạt động, động cơ còn được gắn các chi tiết như dây dẫn điện, tiếp điểm...



Hình 1. Cấu tạo động cơ phóng

Vỏ động cơ (1) là thân bằng thép 30XTCА, một đầu có dạng hình cầu, trên đỉnh chòm cầu hàn gắn các mấu cứng và các ống ren để gắn với ống trụ (10) dùng để môi cháy động cơ hành trình và gắn các dây dẫn (12) cùng tiếp điểm. Đầu phía sau được gia công

để ghép ren với cụm nắp gồm một nắp kim loại 30XTCA, trong đặt khối ép từ 115-124 tạo kích thước và hình dạng cho 6 loa phụt. Liệu phóng BMC 9X196M (4) được cố định trong buồng đốt.

Động cơ phóng có các yêu cầu chiến kỹ thuật cơ bản sau:

- Vận tốc rời ống phóng (m/s): 29 – 31
- Vận tốc góc (vòng/s): 15 – 20
- Thời gian làm việc (s): 0,065.
- Tổng xung lực đẩy (Kgs): 26.
- Áp suất lớn nhất (KG/cm<sup>2</sup>): 175.

## 2. TÌM HIỂU CÁC LOẠI NHIÊN LIỆU TRONG NƯỚC

Hiện nay, ở trong nước đã có nhà máy sản xuất liệu phóng được định hình với các hình dạng và kích thước khác nhau như: Liệu phóng hình dài, hình cầu và hình ống.

Bảng 1. Thành phần, lý hóa của một số loại liệu phóng

| TT | Thành phần     | Đơn vị | Loại thuốc phóng |          |          |          |          |          |
|----|----------------|--------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|    |                |        | NBL              | NDT-2    | NDT-2    | NDT-4    | RSI-12M  | PG-2     |
| 1  | Nitrosenhi     | %      | 55,5±0,0         | 56,0±1,0 | 56,0±1,0 | 56,0±1,0 | 56,0±1,0 | 56,0±1,0 |
| 2  | Nitroxyrom     | %      | 20±0,9           | 21,0±0,7 | 26,5±0,8 | 28,0±0,8 | 26,5±0,7 | 29,3±1,0 |
| 3  | Điamônit       | %      | —                | 0,9±1,0  | 0,9±1,0  | 0,9±1,0  | 10,5±1,0 | 10,0±1,0 |
| 4  | Điamônit       | %      | —                | 4,0±0,7  | 4,5±0,7  | 4,6±0,7  | —        | —        |
| 5  | Nitrat         | %      | ±0,4             | 3,0±0,5  | 3,0±0,5  | 3,0±0,5  | 3,0±0,3  | 1,0±0,3  |
| 6  | Vacriin        | %      | ±0,4             | 1,2±0,4  | 1,0±0,4  | 1,0±0,4  | 1,2±0,4  | 1,2±0,4  |
| 7  | Chất cốt       | %      | —                | —        | —        | —        | 0,9±0,3  | —        |
| 8  | Phân tử        | %      | —                | —        | —        | —        | —        | 0,8±0,25 |
| 9  | Carbonat Canxi | %      | —                | —        | —        | —        | 1,2±0,3  | —        |

Từ khảo sát các loại liệu phóng, chúng ta chọn liệu phóng RSI-12M là nhiên liệu thay thế cho động cơ phóng A87. Đây là loại liệu phóng dựa trên thuốc phóng ballistic có những ưu điểm sau:

- Các thành phần liệu phóng phù hợp để sử dụng đối với động cơ phóng;
- Quy trình công nghệ chế tạo liệu phóng ở trong nước;
- Bảo đảm nguồn vật liệu trong nước và giá thành rẻ.

Đặc trưng thuật phóng của thuốc phóng RSI – 12M:

- Mật độ liệu phóng  $\rho_T$  (kg/m<sup>3</sup>): 1600.
- Lực liệu phóng  $f_0$  (KG.m/kg): 104.000.
- Xung lượng đơn vị của lực đẩy  $I_1$  (N.s/kg): 2200
- Hệ số tốc độ cháy đơn vị  $u_1$  (m/s/Pa<sup>0,5</sup>): 0,02282.
- Chỉ số mũ đoạn nhiệt K: 1,25
- Chỉ số mũ v: 0,7
- Hệ số  $k_T$  (1/K): 0,0015

## 3. TÍNH TOÁN THAY THẾ LIỀU PHÓNG BẰNG NHIÊN LIỆU TRONG NƯỚC

### 3.1. Tính khối lượng liệu phóng

Khối lượng liệu phóng được xác định gần đúng từ biểu thức Xiônkôpski:

$$v_0 = 0,92I_1 \ln(1+\mu) \quad (1)$$

$$\mu = \omega_T / M_k$$

$\omega_T$  - Khối lượng của liệu phóng (kg).

Tính toán:

Thông số:

- Khối lượng kết cấu tên lửa  $M_k = 10,445$  (kg).

- Xung lượng lực đẩy  $I_1 = 2200 \div 2400$

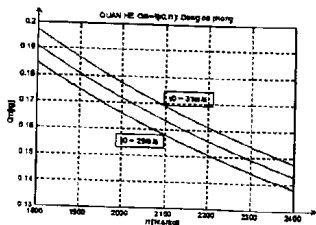
(N.s/kg).

- Sơ tốc ban đầu  $v_0 = 29 \div 31$  (m/s).

Kết quả:

Chọn  $v_0 = 29$  m/s,  $I_1 = 2200$

thì  $\omega_T = 0,1514$  (kg)



Hình 2. Quan hệ  $\omega_T = f(v_0, I_1)$

### 3.2. Tính bề dày cháy liên phóng

Giả thiết tên lửa chuyển động trong ống phóng là chuyển động nhanh dần đều, khi đó bề dày cháy của liều thuốc có dạng:

$$2e_{t_1} = 2ut_c = 2u_1 p^v k_c l_0 / v_0 \quad (2)$$

Tính toán:

Thông số:

- Áp suất làm việc động cơ  $p = 158,68 \cdot 10^5$  (Pa).

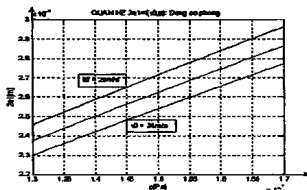
- Chiều dài ống phóng  $l_0 = 1,699$  (m).

- Tốc độ cháy  $u_1 = 0,2282$  (m/s/Pa<sup>v</sup>).

- Hệ số  $k_c = 0,65$ .

Kết quả:

Chọn  $v_0 = 29$  m/s thì  $2_{e_1} = 0,0028$  (m).



Hình 3. Quan hệ  $2_{e_1} = f(p, p)$

### 3.3. Tính các tham số còn lại của liều phóng

Liều phóng gồm nhiều thanh hình ống 1 lỗ có các tham số kích thước như hình 4.

- Hệ số điền đầy tiết diện ngang buồng đốt  $\varepsilon$  xác định theo công thức:

$$\varepsilon = \frac{S_{mđ} \omega_L \rho_T}{F_K L \rho_T} = \frac{\omega_T}{\frac{V_K}{K_L} \rho_T} \quad (3)$$

Trong đó:

$K_L$  - Hệ số tính tới sự kéo dài của buồng đốt so với liều phóng, để đảm bảo yêu cầu kích thước liều phóng phù hợp với thông số kết cấu động cơ. Chọn  $K_L = 1,046$ .

$\rho_T$  - Mật độ liều phóng. (kg/m<sup>3</sup>).

$V_K$  - Thể tích buồng đốt của động cơ

phóng:  $V_K = \frac{\pi}{4} D_k^2 L_K \cdot (m^3)$ .

- Số lượng thanh liều phóng n:

$$n = \frac{(D_k \varepsilon)^2}{(4e_1)^2 (2 - \varepsilon)} \quad (4)$$

Với  $D_k$  - Đường kính trong của buồng đốt (m).

- Đường kính trong của buồng đốt d (m):

$$d = \frac{D_k (1 - \varepsilon)}{\sqrt{n(2 - \varepsilon)}} \quad (5)$$

- Đường kính ngoài buồng đốt D (m):

$$D = \frac{d}{(1 - \varepsilon)} \quad (6)$$

- Chiều dài thanh liều phóng L (m):

$$L = \frac{4\omega_T}{n\pi(D^2 - d^2)\rho_T} \quad (7)$$

- Thông số xói mòn  $\chi$ :

$$\chi = \frac{S}{F_{mđ}} = \frac{4n\pi(D+d)L}{\pi(D_k^2 - \varepsilon D_k^2)} = \frac{4n(D+d)L}{D_k^2(1 - \varepsilon)} \quad (8)$$

Kết quả tính toán:

$\varepsilon = 0,7637$ ,  $n = 44$ ,  $d = 0,0027$  (m),

$D = 0,0083$  (m),  $L = 0,039$  (m),  $\chi = 86$ .



Hình 4. Kích thước thanh thuốc phóng

Để có thể xếp các thanh liều phóng vào trong buồng đốt thì:  $D < D_{gh}$ . Trong đó:

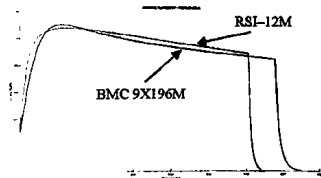
$$D_{gh} = DK/7 = 0,0635/7 = 0,0091 \text{ (m)}$$

Như vậy:  $D = 0,0083$  (m)  $<$   $D_{gh} = 0,0091$  (m) nên có thể xếp được vào trong động cơ.

#### 4. TÍNH KIỂM NGHIỆM

Tính toán kiểm nghiệm bằng chương trình matlab với các thông số đã tính toán được của thuốc phóng RSI – 12M.

Đồ thị thay đổi áp suất và lực đẩy của động cơ phóng với liều phóng RSI – 12M:

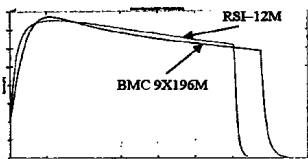


Hình 6. Quan hệ  $R = R(t)$

Kết quả tính toán thu được:

- Áp suất lớn nhất  $p_{max} = 150,28,10^3 Pa$ .
- Lực đẩy lớn nhất  $R_{pmax} = 5355N$ .
- Thời gian làm việc động cơ  $t_c = 0.0639s$ .
- Thời gian cháy thuốc phóng  $t_k = 0.0603 s$ .
- Tổng xung của lực đẩy  $I_n = 24,57 Kgs$ .

So sánh sai lệch:



Hình 5. Quan hệ  $p = p(t)$

Bảng 2. So sánh các tham số

| TT | Tham số                           | BMC 9X196M | RSI-12M    | Sai lệch Δ(%) |
|----|-----------------------------------|------------|------------|---------------|
| 1  | Áp suất lớn nhất $p_{max}$ (Pa)   | 15,4.106   | 150,28.105 | 2,42          |
| 2  | Lực đẩy lớn nhất $R_{pmax}$ (N)   | 5487,5     | 5355       | 2,41          |
| 3  | Tổng xung của lực đẩy $I_n$ (Kgs) | 25,33      | 24,57      | 3,00          |

Từ kết quả nhận được ở trên, chúng ta thấy các thông số làm việc cơ bản của động cơ phóng khi dùng liều phóng mới tương đương với liều phóng nguyên gốc. Do đó, liều phóng mới được thiết kế thỏa mãn các yêu cầu về chiến kỹ thuật đặt ra.

#### 5. KẾT LUẬN

Bài báo đã giải quyết các nội dung chính sau:

- Khảo sát mẫu ĐCP thực tế và thành lập các thông số chiến kỹ thuật về ĐCP A87 – Igla.
- Khảo sát các loại thuốc phóng sản xuất trong nước và lựa chọn thuốc phóng thay thế.
- Xây dựng mô hình và chương trình tính toán các thông số kết cấu liều phóng.

Các kết quả tính toán có thể khẳng định: Việc thay thế nhiên liệu thuốc phóng BMC bằng nhiên liệu thuốc phóng RSI – 12M cho động cơ phóng đảm bảo động cơ hoạt động tốt. ❖

Ngày nhận bài: 12/01/2017

Ngày phản biện: 15/02/2017

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Phạm Thế Phiệt (1995); *Lý thuyết động cơ tên lửa*, Học viện Kỹ thuật Quân sự.
- [2]. Ngô Văn Giao (2005); *Tính chất thuốc phóng và nhiên liệu tên lửa*, Học viện Kỹ thuật Quân sự.
- [3]. Абулов ДИ (1984), *Теория и расчет ракетных двигателей твердого топлива*. – М.: Машиностроение, 264с.
- [4]. Алемасов В.Е (1986), Дрегалгин А.Ф. *Теория ракетных двигателей*. – М.: Наука, 446 с.