NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MỒI LỬA ĐIỆN DÙNG CHO ĐỘNG CƠ PHÓNG TÊN LỬA CHỐNG TĂNG 9M111 VÀ 9M113

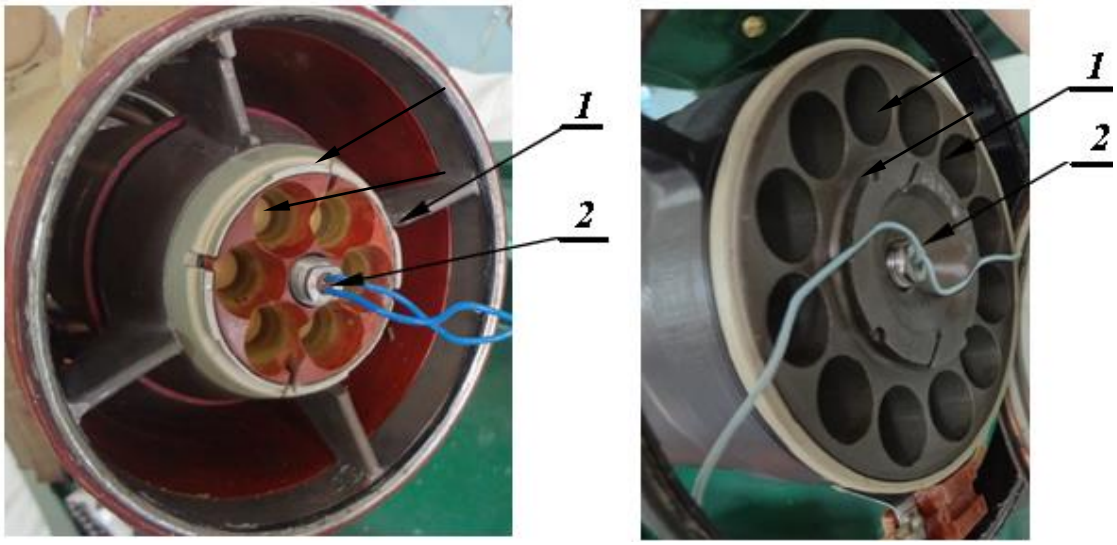
Hoàng Khắc Hoằng[1*], Nguyễn Trần Duy[1], Nguyễn Như Chu[1], Nguyễn Văn Tính[2]

Tóm tắt: *Trong bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mồi lửa điện dùng trong động cơ phóng tên lửa chống tăng 9M111 và 9M113. Sản phẩm nghiên cứu có thể áp dụng phục vụ chế tạo một số loại hỏa cụ có tính năng tương đương trang bị cho một số loại tên lửa.*

Từ khóa: Tên lửa; Động cơ tên lửa; 9M113; Mồi lửa điện.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mồi lửa điện (MLĐ) là một trong những cụm chi tiết nằm trong tổng thể kết cấu của động cơ phóng của tên lửa 9M111 và 9M113 nói riêng và trong tên lửa nói chung. Trong sơ đồ nguyên lý kết cấu của động cơ phóng tên lửa 9M111 và 9M113, MLĐ có tác dụng mồi đốt hộp thuốc mồi của động cơ phóng, tiếp theo là mồi cháy thuốc phóng của động cơ phóng nhằm thực hiện quá trình chuyển hóa năng lượng từ hóa năng sang động năng để đẩy tên lửa ra khỏi ống phóng. Vị trí của mồi lửa điện trong động cơ phóng tên lửa 9M111 (a) và 9M113 (b) được trình bày trên hình 1.



(a) *(b)*

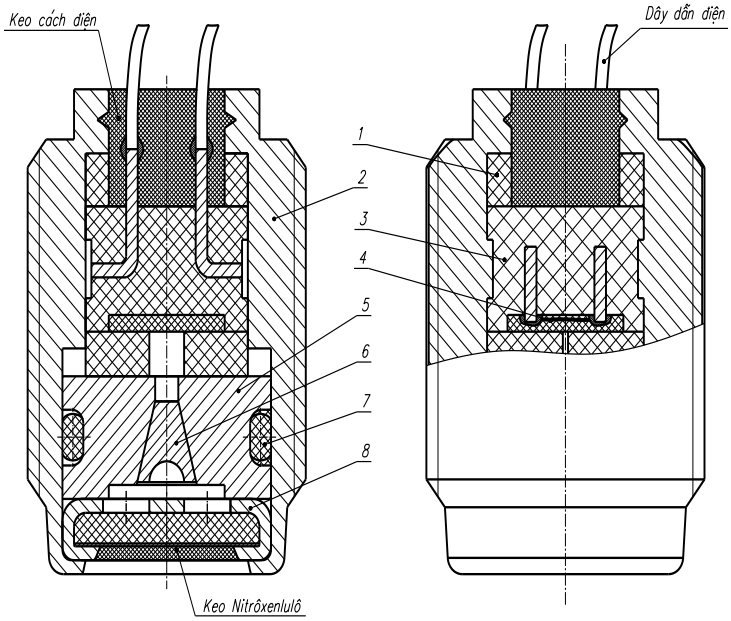
Hình 1. *Vị trí mồi lửa điện (1) trên động cơ phóng (2) tên lửa 9M111 (a) và 9M113 (b).*

Do tính chất đặc thù nên hiện nay ở Việt Nam các mồi lửa điện nói chung và mồi lửa điện dùng cho tên lửa 9M111 và 9M113 nói riêng chưa được chuyển giao tài liệu thiết kế cũng như việc tiếp cận công nghệ chế tạo sản phẩm và số lượng mẫu khảo sát không nhiều nên việc nghiên cứu chế tạo sản phẩm còn gặp khó khăn nhất định.

Để chế tạo MLĐ trong động cơ phóng tên lửa chống tăng 9M111 (B87) và 9M113 (B89), nhóm tác giả thực hiện giải pháp: Nghiên cứu thiết kế, chế tạo trên cơ sở khảo sát mẫu hiện có kết hợp với tính toán lý thuyết, áp dụng các kết quả nghiên cứu, chế thử và thử nghiệm các sản phẩm có tính năng tương tự do các cơ sở sản xuất thuộc Tổng cục công nghiệp Quốc phòng đã thực hiện để đưa ra mẫu MLĐ có tính năng tương đương như mẫu do nước ngoài sản xuất.

2. KẾT QUẢ KHẢO SÁT, THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MỒI LỬA ĐIỆN

Kết cấu mồi lửa mồi lửa điện BLĐF như trong hình 2.



***Hình 2**. Mồi lửa điện trang bị cho động cơ phóng tên lửa 9M111 và 9M113.*
1. Vành đệm; 2. Thân; 3. Bảng cực; 4. Thuốc mồi cháy; 5. Bạc côn;
6. Nút côn; 7. Vòng đệm kín; 8. Thuốc tăng lửa.

Qua thực tế khảo sát mồi lửa điện dùng cho động cơ phóng (MLĐF), có thể phân nhóm kết cấu sản phẩm MLĐF thành các nhóm: Nhóm sản phẩm cơ khí (kim loại và phi kim loại); nhóm sản phẩm hỏa thuật (Các thành phần chất mồi cháy, chất tăng lửa,...). Tuy nhiên, do số lượng mẫu bị hạn chế nên việc phân tích thành phần cũng như hàm lượng các hợp chất cấu thành các chi tiết sản phẩm gặp những khó khăn nhất định nên xây dựng tài liệu thiết kế sản phẩm do LB Nga đã chế tạo là điều không thể thực hiện được. Vì vậy, để giải quyết nhiệm vụ đặt ra là nghiên cứu thiết kế, chế tạo mẫu sản phẩm tương tự như sản phẩm do nước ngoài chế tạo, nhóm tác giả đã thực hiện những giải pháp sau:

- Đối với các sản phẩm cơ khí cấu thành sản phẩm: Tiến hành khảo sát vật liệu, đo các kích thước danh nghĩa, từ đó nghiên cứu, tính toán xây dựng tài liệu thiết kế cho các sản phẩm dạng này, cụ thể: Trên cơ sở chức năng của từng chi tiết, tham khảo các tài liệu có liên quan, nghiên cứu khả năng công nghệ chế tạo từ đó lựa chọn vật liệu thay thế, tính toán miền dung sai đối với từng kích thước cấu thành sản phẩm;

- Đối với các thông số thuật phóng (thông số mồi): Tổ chức thử nghiệm đo áp suất MLĐ tạo ra trong bom áp suất, từ đó nghiên cứu, tính toán và lựa chọn các mác thuốc hỏa thuật mồi cháy hiện đã được chế tạo ổn định tại các cơ sở sản xuất cho cấu thành sản phẩm.

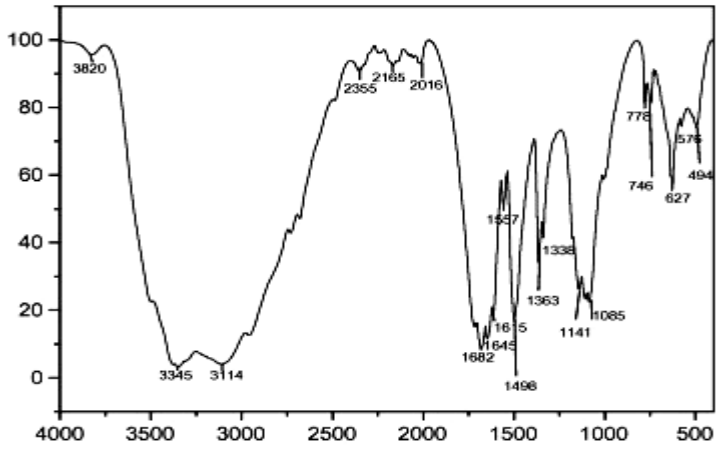
- Đối với thành phần mồi cháy: Trên cơ sở đo tham số về điện trở cũng như kích thước của thành phần mồi cháy (thành phần hỏa thuật) để nghiên cứu, tính toán lựa chọn các mác thuốc hỏa thuật hiện đang được sản xuất ổn định và đã được trang bị cho một số tên lửa (bỏ đoạn này vì trùng với ý ở đoạn trên).

2.1. Xác định đơn thuốc hỏa thuật

Để xác định đơn thuốc hỏa thuật (THT) trong mồi lửa điện MLĐF, nhóm tác giả đã tiến hành cắt bổ mồi lửa điện (MLĐ) và tiến hành tháo tách thuốc hỏa thuật (THT) bên trong MLĐ. Kết quả xác định khối lượng thuốc hỏa thuật như sau:

- Lớp thuốc mồi cháy: Khối lượng: ω_1= 5,005.10^{-6} kg (≈ 5 mg).
- Lớp thuốc tăng lửa: Khối lượng: ω_2= 15,002.10^{-6} kg (≈ 15 mg).

Để xác định thành phần cơ bản của thuốc mồi cháy, ngoài xác định về khối lượng, nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp phân tích phổ hồng ngoại. Kết quả phân tích phổ hồng ngoại được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. *Phổ IR của mẫu THT trong MLĐ của Nga.*

Căn cứ vào phổ IR của mẫu thuốc trên, dựa vào các pic với các số sóng đặc trưng và thư viện phổ hồng ngoại của một số hợp chất vô cơ, nhận thấy có sự tồn tại của gốc ClO_4^- (pic đặc trưng đều mạnh và nhọn ở các số sóng 3345 cm^{-1} và 3114 cm^{-1}). Để xác định sự tồn tại của các kim loại trong mẫu thuốc trên, nhóm tác giả đã tiến hành phân tích ICP-MS. Kết quả phân tích chỉ ra sự có mặt của hai kim loại K và Pb với hàm lượng khá cao. Từ đó, có thể cho là mẫu THT lấy từ MLĐ mẫu có chứa các chất chính: $KClO_4$ và hợp chất chứa nguyên tố Pb có thể ở dạng chì stiphnat $C_6H(NO_2)_3PbO_2$ và $Pb(CNS)_2$.

Theo [2-4], thuốc hỏa thuật sử dụng cho mồi lửa điện, bộ lửa điện hiện đang chế tạo, dùng trang bị cho các tên lửa hiện đại như: Tên lửa "Igla"; tên lửa X35-Э, П15-У; П28,... và qua khảo sát thực trạng về công nghệ chế tạo, nhóm tác giả lựa chọn thuốc hỏa gợi cháy là chì styphnat kết tinh $C_6H(NO_2)_3PbO_2$ với các tham số đặc trưng trong bảng 1.

Bảng 1. *Các đặc trưng của thuốc hỏa thuật $C_6H(NO_2)_3PbO_2$ [4].*

Nhiệt lượng cháy, kJ/kg	Nhiệt độ lớn nhất của sản phẩm cháy, K	Nhiệt độ bùng cháy, K	Mật độ nén ép lớn nhất, kg/m^3
853,5	5092	≥ 527	2,9.10^3

Để phù hợp với công nghệ trong nước, kết hợp với kết quả khảo sát và kết quả nghiên cứu MLĐ có tính năng tương tự, nhóm tác giả đã lựa chọn đơn thuốc chế tạo mồi lửa điện như sau:

- Thuốc gợi cháy: Chì styphnat kết tinh $C_6H(NO_2)_3PbO_2$ với khối lượng 5 mg.

- Thuốc tăng lửa, khối lượng 15 mg, gồm: Kali peclorat $KClO_4$ (53,7%), Chì thioxianuat $Pb(CNS)_2$ (40,7%) và keo NC.

2.2. Xác định đặc tính của mồi lửa điện

MLĐF nói riêng và mồi lửa điện nói chung, kết cấu bộ phận mồi cháy nói riêng là đặc tính cầu trở. Đặc tính cầu trở liên quan tới các yêu cầu về chiến- kỹ thuật, cụ thể: Đảm bảo an toàn trong bảo quản nhưng tin cậy trong sử dụng. Hai yêu tố này được thể hiện trong yêu cầu về kỹ thuật, đó là: Dòng điện an toàn và dòng điện phát hoả tin cậy.

Mối liên hệ giữa dòng điện phát hỏa tin cậy và đường kính cầu trở được xác định theo biểu thức [3]:

$$I = \frac{\pi}{4} d^2 . \sqrt{c \frac{\delta}{\rho} (T - To) \left(\frac{1}{t} + \frac{A}{l} + \frac{B}{d} \right)} \quad (1)$$

Trong đó: I- Dòng điện tin cậy, A;

c- Nhiệt dung riêng của vật liệu cầu trở, J/(kg.K);

δ- Khối lượng riêng của vật liệu cầu trở, kg/m^3;

ρ- Điện trở suất của cầu trở, $\Omega.m^2/m$;

To- Nhiệt độ môi trường, K;

T- Nhiệt độ cầu trở bị nung nóng sau đơn vị thời gian t giây, K;

A, B- Các hệ số thực nghiệm.

Theo [3], thời gian nung nóng cầu trở thông thường nằm trong khoảng từ 1.10^{-4} s đến 15.10^{-4} s, khi đó nhiệt độ cầu trở nằm trong khoảng từ 458 K đến 598 K, hệ số thực nghiệm A = 8,535, B = 0,013. Với dòng tin cậy yêu cầu I = (1,5± 0,1) A, T = 573 K, thời gian cấp điện cho cầu trở là 10^{-4} s, chiều dài cầu trở l = $3,5.10^{-3}$ m và với các vật liệu khác nhau như trong bảng 2, áp dụng công thức (1), xác định được đường kính cầu trở d.

Bảng 2. *Đường kính cầu trở ứng với các loại vật liệu khác nhau.*

TT	Loại vật liệu	Đặc tính vật liệu [3]			Đường kính cầu trở, m
		Nhiệt dung riêng, J/(kg.K)	Khối lượng riêng, kg/m^3	Điện trở suất, $\Omega.m^2/m$	
1	Platinum-Iridium (Pt+15%Ir)	133,89	$21,5.10^3$	$0,44.10^{-6}$	$11,2.10^{-6}$
2	Hợp kim Ni-Cu (60%Cu+ 40%Ni)	410,03	$8,8.10^3$	$0,47.10^{-6}$	$11,8.10^{-6}$
3	Hợp kim Ni-Cr (60%Ni+26%Fe+12%Cr)	393,30	$8,4.10^3$	$1,0.10^{-6}$	$12,3.10^{-6}$
4	Hợp kim Ni-Cr (80%Ni+20% Cr)	397,48	$8,4.10^3$	$1,0.10^{-6}$	$12,1.10^{-6}$

Để phù hợp với điều kiện công nghệ chế tạo hiện nay ở trong nước, chọn loại vật liệu hợp kim Ni-Cr (80%Ni+20% Cr) để làm cầu trở với đường kính dây là 12.10^{-5} m và điện trở của cầu trở R_{ct} được xác định theo biểu thức:

$$R_{ct} = \rho \frac{4l}{\pi d^2} \quad (2)$$

Từ (2) nhận thấy điện trở của cầu trở phụ thuộc vào các tham số: Điện trở suất (ρ) vật

liệu chế tạo; chiều dài (*l)* và đường kính (*d)* của dây cầu trở. Do vậy, để đánh giá chính xác hơn về trị số của dòng làm việc tin cậy, cần đánh giá ảnh hưởng các tham số nêu trên tới dung sai của cầu trở.

Dung sai điện trở của cầu trở được xác định thông qua biểu thức:

$$\delta_R = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial \rho}\right)^2 .\delta_\rho^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial l}\right)^2 .\delta_l^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial d}\right)^2 .\delta_d^2} \quad (3)$$

Bỏ qua dung sai đường kính và điện trở suất của dây cầu trở, khi đó dung sai điện trở của dây cầu trở chỉ phụ thuộc vào dung sai chiều dài của dây cầu trở. MLĐF là loại MLĐ có dạng cầu kép (hai cầu trở độc lập) nên để phù hợp với công nghệ chế tạo trong nước, dung sai chế tạo được lấy $\delta_R = (0{,}10 \pm 0{,}1).10^{-3}$ m.

2.3. Kết quả chế thử và thử nghiệm

Từ những kết quả khảo sát, tính toán các tham số cho mồi lửa điện MLĐF nhóm tác giả đã xây dựng bộ tài liệu thiết kế, chế tạo sản phẩm. Kết quả chế thử sản phẩm như trên hình 4.



a) *b)* *c)*

Hình 4. *Mồi lửa điện MLĐF.*

a) MLĐ tổng lắp hoàn chỉnh; b) Cụm vỏ; c) Cụm bảng cực và thuốc gợi cháy.

Để đánh giá chất lượng sản phẩm chế thử, nhóm tác giả đã tiến hành thử nghiệm sản phẩm để đo một số tham số. Qua thử nghiệm, ngoài các tham số chính thể hiện trong bảng 3, mồi lửa điện MLĐF còn đảm bảo được các tính năng sau khi thử nghiệm các phép thử: Rung xóc giả vận chuyển, tác động môi trường (sốc nhiệt, ẩm).

Bảng 3. *Kết quả thử nghiệm mồi lửa điện MLĐF.*

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	
			Theo [1] và khảo sát	Sản phẩm chế tạo
1	Số lượng cầu đốt		2	2
2	Điện trở cầu đốt	Ω	6,5±1,5	6,5±1,5
3	Dòng điện an toàn, thời gian 5 phút	A	0,05	0,05±0,01
4	Dòng diện làm việc (kích hoạt) tin cậy	A	≥ 1,0	1,0±0,1
5	Điện trở cách điện giữa vỏ và các bản cực cầu trở trong điều kiện thử nghiệm: Điện áp kích thích 125 V; Nhiệt độ 298 K; Độ ẩm không lớn hơn: 70%	MΩ	≥ 20	≥ 20
6	Áp suất lớn nhất khi đo trong bom áp suất 5 cm^3	MPa	14,2÷15,1	13,6÷15,1

3. KẾT LUẬN

Trên cơ sở kết hợp giữa kết quả khảo sát mẫu với tính toán lý thuyết, thực nghiệm, nhóm tác giả đã chế tạo thành công mồi lửa điện MLĐF lắp trên tên lửa chống tăng 9M111 và 9M113 bằng nguyên vật liệu và công nghệ trong nước. Qua thử nghiệm chức năng, sản phẩm đã đạt được các yêu cầu chỉ tiêu kỹ thuật tương tự như mẫu do nước ngoài sản xuất.

Tuy nhiên, sản phẩm chế thử chỉ mới dừng lại việc thử nghiệm cơ lý và đo áp suất tạo ra khi mồi lửa điện MLĐF hoạt động, chưa được thử nghiệm kết hợp với động cơ phóng cũng như thử nghiệm tổng hợp trên tên lửa 9M111 và 9M113. Để đưa vào trang bị phục vụ công tác bảo đảm kỹ thuật, sản phẩm cần phải thực hiện thử nghiệm trên cả quả đạn với số lượng lớn hơn.

Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả không chỉ sử dụng đồng bộ cho tên lửa 9M111, 9M113 mà còn có thể ứng dụng cho việc thiết kế một số loại MLĐ có tính năng tương tự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. ПТУРС 9М113М. *"Техническое описание и инструкция по эксплуатации"*. Москва военное издательство 1983. ""

[2]. Г.В. Барбашов. *"Конструирование электромеханических систем управления"*. Конспект лекций. Часть II. Санкт - Бетербург, 1999.

[3]. П.Ф Бунов и И.П. *"Сухов. Средства инициирования"*. Москва 1945.

[4]. А.Г. Горст. *"Пороха и взрывчатые вещества. Из"*. «Машиностроение». Москва 1972.

[5]. М.Е Серебряков. *"Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет"*. Государственное научно-техническое издательство оборонгиз. Москва 1962.

ABSTRACT

MULTI-PUPORSE FUSE –NEW PRODUCT
IN DETONATION CONTROL SYSTEM OF MISSILE KH-35E

In this paper, researched results in designing and manufacturing a elector-pirotechnical device on the launch engines of anti-tank missiles 9M111 and 9M113 are presented. This researched product could be applied for launch engines of different types of missiles.

Keywords: Missile; Fuze; Safety and arming relays.

Nhận bài ngày 28 tháng 6 năm 2021
Hoàn thiện ngày 23 tháng 8 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 24 tháng 9 năm 2021

Địa chỉ: [1]Viện Tên lửa/Viện Khoa học và Công nghệ quân sự;
[2]Khoa Vũ khí /Học viện Kỹ thuật quân sự.
[*]Email: hoangkhachoan@mail.ru.