



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0036023

(51)⁷ F02C 7/277; H02K 11/042; F02C 7/26

(13) B

(21) 1-2019-00106

(22) 07/01/2019

(45) 26/06/2023 423

(43) 25/06/2019 375A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân Đội (VN)

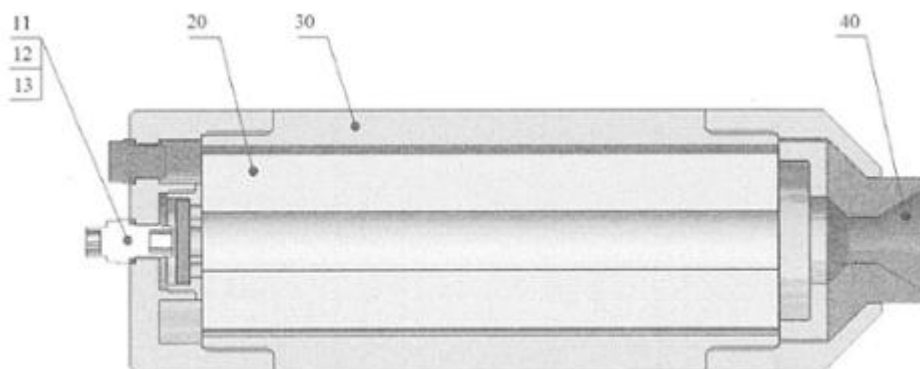
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Phi Minh (VN); Hoàng Minh Tuấn (VN); Chu Duy Lành (VN); Nguyễn Văn Nhân (VN); Đặng Xuân Đoàn (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG KHỞI ĐỘNG DỪNG NHIÊN LIỆU RẮN CHO ĐỘNG CƠ TUỐC BIN KHÍ

(57) Sáng chế đề xuất thiết kế hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí, cụ thể là hệ thống khởi động động cơ tuốc bin khí trên không bằng khối nhiên liệu rắn phục vụ cho những khí cụ bay đòi hỏi thời gian khởi động trên không ngắn, độ tin cậy cao. Hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí bao gồm: bộ mồi lửa điện; buồng đốt; thổi thuốc phóng tạo khí; loa phụt có dạng Lavan (Laval nozzle). Hệ thống còn bao gồm cụm thứ hai là hệ thống đường ống dẫn khí được chia làm bốn nhánh có vai trò dẫn dòng sản phẩm cháy vận tốc cao phụt ra từ sự đốt cháy của khối nhiên liệu rắn tới đĩa tuốc bin khởi động truyền chuyển động quay làm quay rô to động cơ.



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất giải pháp thiết kế hệ thống khởi động trên không bằng hỏa thuật sử dụng nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí bao gồm khối khởi động nhiên liệu rắn và hệ thống đường ống dẫn khí. Cụ thể, sáng chế đề xuất hệ thống khởi động dùng nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Động cơ tuốc bin khí được sử dụng rộng rãi trong hàng không như trang bị cho máy bay dân sự, máy bay chiến đấu, khí tài quân sự như tên lửa, máy bay không người lái (UAV), mục tiêu bay.... Quá trình khởi động đóng vai trò vô cùng quan trọng đối với việc vận hành, khai thác động cơ tuốc bin khí, tùy thuộc vào yêu cầu khai thác mà yêu cầu hệ thống khởi động khác nhau. Khởi động động cơ tuốc bin khí đòi hỏi phải quay máy nén đến tốc độ cung cấp đủ khí điều áp cho buồng đốt. Hệ thống khởi động phải vượt qua quán tính của máy nén và tải ma sát, hệ thống vẫn hoạt động sau khi quá trình đốt bắt đầu và được giải phóng khi động cơ đạt tốc độ tự chạy.

Có nhiều phương pháp để khởi động động cơ tuốc bin khí, tuy nhiên có thể chia ra các phương pháp khởi động lớn như sau:

Khởi động bằng mô-tô điện (electrical starter): phương pháp này phù hợp với loại động cơ tuốc bin khí cỡ nhỏ, thời gian khởi động động cơ dài.

Sáng chế số US 2012/0211981 ngày 23/08/2012 của Hoa Kỳ mô tả hệ thống khởi động động cơ tuốc bin khí bằng hệ thống khởi động điện. Trong nội dung văn bản, tác giả trình bày thiết kế một máy phát điện khởi động động cơ tuốc bin khí. Trong giai đoạn khởi động đầu tiên, máy hoạt động ở chế độ động cơ không đồng bộ bằng cách đưa nguồn điện xoay chiều AC vào cuộn dây sta-tô, mômen xoắn khởi động được tạo ra bởi các thanh giảm chấn. Thông qua mạch chuyển tiếp có trở kháng thay đổi từ đó thay đổi điện áp theo hướng tăng dần trên động cơ điện theo tốc độ vòng quay của động cơ. Nguồn điện cấp tự động ngắt khi động cơ hoàn thành quá trình khởi động (tốc độ quay của trục đạt đến một giá trị cho trước) hay hết thời gian chu kỳ khởi động.

Khởi động bằng khí (air – starter): với các hệ thống khởi động không khí, các ống nén của động cơ tuốc bin khí được quay nhờ tác động của một khối lượng lớn khí nén tác động trực tiếp lên các cánh của máy nén hoặc điều khiển động cơ thông qua

một động cơ tuốc bin nhỏ. Những động cơ này có thể nặng tới 75% so với một hệ thống điện tương đương.

Đối với động cơ tuốc bin khí cho máy bay, khí nén có thể được cung cấp từ một bộ năng lượng phụ trợ trên máy bay (APU), một máy phát khí di động được sử dụng bởi phi hành đoàn mặt đất hoặc bằng cách nạp khí thổi từ động cơ đang chạy trong trường hợp máy bay nhiều động cơ. Các loại máy bay quân sự khác sử dụng khí nén được cung cấp trên mặt đất để bắt đầu khởi động bao gồm Lockheed F-104 Starfighter (một kiểu máy bay tiêm kích đánh chặn siêu thanh một động cơ có tính năng bay khá cao) và các biến thể của F-4 Phantom (một loại máy bay tiêm kích-ném bom tầm xa siêu thanh hai chỗ ngồi hoạt động trong mọi thời tiết) sử dụng động cơ phản lực General Electric J79 (động cơ phản lực dòng chảy hướng trục).

Ngoài ra, dựa theo cấu tạo của vật thể sử dụng động cơ tuốc bin khí, có thể khởi động bằng khí dựa trên “hiệu ứng tự quay”. Phương pháp khởi động này đòi hỏi hệ thống phụ trợ phức tạp, thời gian khởi động dài.

Khởi động bằng động cơ tuốc bin khí:

Sáng chế số 3145532 ngày 25/08/1964 và US 7882695 B2 ngày 08/02/2011 của Hoa Kỳ mô tả hệ thống khởi động bằng động cơ tuốc bin khí. Trong nội dung văn bản, tác giả trình bày thiết kế sử dụng trong hệ thống này một động cơ tuốc bin khí cỡ nhỏ được sử dụng để khởi động động cơ tuốc bin khí chính. Động cơ tuốc bin khởi động là loại động cơ có công suất tự do, được gắn liền với động cơ chính. Nó sử dụng chung hệ thống nhiên liệu, hệ thống điện với động cơ chính. Phương pháp này đòi hỏi tính toán thiết kế hệ thống phức tạp, thời gian khởi động dài.

Như vậy các phương pháp khởi động trên thường được sử dụng hầu hết các động cơ trong các máy bay dân sự khởi động mặt đất, hạn chế của nó là khởi động trong khoảng thời gian dài.

Động cơ tuốc bin khí trang bị cho các khí cụ bay như mục tiêu bay, tên lửa...yêu cầu quá trình khởi động có độ tin cậy cao, thời gian khởi động nhanh, thời gian lưu kho bảo quản dài, tính sẵn sàng cao. Sáng chế đề xuất hệ thống khởi động bằng nhiên liệu rắn. Đĩa tuốc bin khởi động được truyền chuyển động quay bởi dòng sản phẩm cháy vận tốc cao phụt ra từ sự đốt cháy khối nhiên liệu rắn. Một bộ môi lửa điện được sử dụng để môi cháy khối thuốc rắn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết kế hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí, cụ thể là hệ thống khởi động động cơ tuốc bin khí trên không bằng khối nhiên liệu rắn phục vụ cho những khí cụ bay đòi hỏi thời gian khởi động trên không ngắn, độ tin cậy cao.

Để đạt được mục đích nêu trên, hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí bao gồm:

Bộ môi lửa điện là bộ phận dùng để môi cháy thời thuốc phóng tạo khí bao gồm: thân, cầu đốt và liều thuốc hỏa thuật.

Buồng đốt chứa thời thuốc phóng tạo khí và liên kết các bộ phận khác của khối tạo khí với nhau; có lớp vỏ chịu áp được làm từ thép hợp kim và vỏ cách nhiệt làm từ vật liệu composit nền nhựa gia cường bằng cốt sợi các bon, sợi thủy tinh hoặc Kevlar.

Loa phụt có dạng Lavan (Laval nozzle), dùng để biến đổi nhiệt năng của sản phẩm cháy thành động năng dòng khí. Tại cửa ra của loa phụt, dòng khí có tốc độ vượt âm. Diện tích tiết diện tới hạn (S_{th}) và đường kính tới hạn của loa phụt (d_{th}) được rút ra từ công thức:

$$G = \frac{p_c S_{th}}{\sqrt{RT_c}} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{1}{k-1}} \sqrt{\frac{2k}{k+1}}$$

Trong đó: G là suất tiêu hao nhiên liệu, R là hằng số khí thực, T_c là nhiệt độ cháy của thuốc phóng tạo khí và k là hệ số đoạn nhiệt của sản phẩm cháy.

Thời thuốc phóng tạo khí sử dụng nhiên liệu rắn hỗn hợp khi cháy sinh ra sản phẩm cháy dạng khí; thành phần chính gồm: Amonipecloarat (NH_4ClO_4), bột nhôm (Al), chất kết dính và các phụ gia khác;

Theo phương án thực hiện sáng chế, hệ thống còn bao gồm hệ đường ống dẫn khí được chia làm bốn nhánh tới đĩa tuốc bin khởi động, cụ thể bao gồm đường ống chính dẫn khí; cụm liên kết khối tạo khí nhiên liệu rắn; đường ống phụ dẫn khí.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, bộ môi lửa điện có kết cấu các thành phần cấu tạo bao gồm:

Thân là bộ phận không phản ứng với liều thuốc, có khả năng chịu áp suất nhồi, chống ăn mòn; được kết nối bằng ren với các chi tiết trong bộ môi lửa điện;

Cầu đốt có điện trở suất lớn và không thay đổi lớn khi kích hoạt, sử dụng một số loại hợp kim như Platinium-Iridium; hợp kim Ni-Cu; hợp kim Ni-Cr;

Liều thuốc hỏa thuật bao gồm liều bắt cháy, liều trung gian, liều tăng lửa, liều môi.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, phần thân trong kết cấu bộ môi lửa điện được làm từ thép hợp kim không gỉ SUS 304 hoặc 17-4PH, là một kết tủa Cr-Đồng làm cứng thép không gỉ.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, số vòng ren tại phần thân bộ môi lửa điện được xác định thông qua:

$$n_k = \frac{P \cdot d}{1,57 \cdot s \cdot [\sigma_B]} \text{ trong đó: } \sigma_B = 6750 \text{ kg/cm}^2 \text{ (vì } [\sigma_T] \approx [\sigma_B] \text{)}; s = 0,10 \text{ cm};$$

d là đường kính trung bình của ren ($\approx 1,1 \text{ cm}$); P là áp suất trung bình (572 kg/cm^2).

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, số vòng ren tại phần thân bộ môi lửa điện tốt nhất là sáu.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, thành phần của liều thuốc hỏa thuật như sau:

Lớp thuốc bắt lửa: styphnate chì $\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3\text{PbO}_2\text{H}_2\text{O}$; khối lượng $0,05 \text{ g}$; mật độ $2,5 \text{ g/cm}^3$;

Lớp thuốc trung gian: perclorat kali KClO_4 - $50\% \pm 1,5\%$; rodanit chì $\text{Pb}(\text{CNS})_2$ - $47\% \pm 1,5\%$; cromat bari BaCrO_4 - $3\% \pm 0,5\%$; keo NC $\text{NC}(\text{C}_{24}\text{H}_{31}\text{N}_9\text{O}_{38})$ - $1\% \pm 0,2\%$, khối lượng là $0,08 \text{ g}$; mật độ $1,45 \text{ g/cm}^3$;

Lớp thuốc tăng lửa: perclorat kali KClO_4 - $64\% \pm 2,0\%$; bột nhôm Al - $31\% \pm 1,5\%$; keo NC $\text{NC}(\text{C}_{24}\text{H}_{31}\text{N}_9\text{O}_{38})$ - $5\% \pm 1,0\%$; khối lượng là $0,35 \text{ g}$; mật độ $1,23 \text{ g/cm}^3$.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả cấu tạo khối tạo khí nhiên liệu rắn;

Hình 2 là hình vẽ mô tả cấu tạo hệ thống đường ống dẫn khí;

Hình 3 là hình vẽ mô tả cấu tạo hệ thống khởi động nhiên liệu rắn khởi động động cơ tuốc bin khí;

Hình 4 là hình vẽ mô tả cấu tạo mặt cắt hệ thống khởi động nhiên liệu rắn khởi động động cơ tuốc bin khí;

Hình 5 là sơ đồ lực tác dụng và ứng suất trên vỏ buồng đốt;

Hình 6 là sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu Hình 1, hình vẽ minh họa các cơ cấu chính của hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí đề xuất trong sáng chế này. Hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí bao gồm: bộ môi lửa điện 10, buồng đốt 20, thời thuốc phóng tạo khí 30, loa phụt 40. Trong đó:

- Bộ môi lửa điện 10 là bộ phận dùng để môi cháy thời thuốc phóng tạo khí 30 bao gồm: thân vỏ 11, cầu đốt 12 và liều thuốc hỏa thuật 13. Trong đó:

+ Thân 11: là bộ phận không phản ứng với liều thuốc, có khả năng chịu áp suất khi nhồi thuốc và áp suất làm việc khi thuốc cháy, chống ăn mòn; được kết nối bằng ren với các chi tiết trong bộ môi lửa điện;

Theo phương án thực hiện sáng chế, thân 11 được lựa chọn từ loại thép hợp kim không gỉ SUS 304 hoặc 17-4PH. Thép không gỉ 17-4PH là một kết tủa đồng Cr-đồng làm cứng thép không gỉ được sử dụng cho các ứng dụng đòi hỏi độ bền cao, có khả năng chống ăn mòn, chịu nhiệt độ 600 độ F, 316 độ C. Sau khi xử lý cơ tính có thể đạt được trạng thái Martensit, giới hạn bền=1100-1300MPa;

Thân 11 được kết nối bằng ren với các chi tiết trong bộ môi lửa điện 10 nên việc tính toán số vòng ren để đảm bảo lực cực đại cho phép tác dụng lên ren khi bộ môi lửa điện 10 hoạt động, ren phải đảm bảo bền khi bộ lửa điện 10 hoạt động.

Lực cực đại cho phép tác dụng lên ren ($F_{\max}$):

$$F_{\max} = \frac{\pi d^2}{4} P;$$

Trong đó:

d - Đường kính trung bình của ren ($\approx 1,1\text{cm}$);

P - Áp suất trung bình (572kG/cm^2).

Bước ren (S): $s = 0,10\text{cm}$.

số vòng ren được xác định từ độ bền kéo (n_k) và độ bền cắt (n_c):

$$n_k = \frac{P \cdot d}{1,57 \cdot s \cdot [\sigma_B]}; \quad n_c = \frac{P \cdot d}{2 \cdot S \cdot [\tau]};$$

trong đó: $\sigma_B = 6750\text{ kG/cm}^2$; $[\tau] = 5200\text{ kG/cm}^2$ với thép chống rỉ; s là bước ren ($= 0,10\text{cm}$); d là đường kính trung bình của ren ($\approx 1,1\text{cm}$); P là áp suất trung bình (572kG/cm^2).

Số vòng ren n được chọn thực tế là:

$$n = 1,5 \cdot n_{\max}(n_c, n_k) + 4$$

Theo đó, số vòng ren tại phần thân bộ môi lửa điện tốt nhất là sáu.

Chiều dài của số vòng ren (l_r)

$$l_r = n \cdot s$$

Trong đó: n là số vòng ren; s là bước ren;

+ Cầu đốt 12: là bộ phận sinh ra nhiệt để môi cháy liệu thuốc bắt lửa. Quá trình tích lũy bắt đầu bằng sự chuyển hóa điện năng thành nhiệt năng. Cầu đốt 12 phải thỏa mãn các yêu cầu sau: có điện trở suất lớn; không được tan chảy; chống được sự ăn mòn; đảm bảo độ bền cơ học; không được phản ứng với liệu thuốc; có điện trở không được thay đổi lớn khi kích hoạt;

Theo đó, cầu đốt có thể sử dụng các loại vật liệu như Platinum-Iridium, hợp kim Ni-Cu, hợp kim Ni-Cr,... với các thông số chi tiết như sau:

Bảng 1: thông số chính của một số loại hợp kim dùng làm cầu đốt.

Tên vật liệu	P (300°C) ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	C (Cal/g.°C)	γ (g/cm ³)	C_γ/γ	T _{nc} (°C)
Platinum – Iridium (85%Pt + 15% Ir)	0,36	0,032	21,6	1,92	1800
Hợp kim Ni – Cu	0,485	0,098	8,9	1,80	1260
Hợp kim Ni – Cr (80%Ni + 20%Cr)	1,19	0,11	8,4	0,78	1410

+ Liệu thuốc hỏa thuật 13: là phần tử chính để sinh lửa, tạo ra nhiệt và tạo ra áp suất sinh công. Liệu thuốc hỏa thuật bao gồm liệu bắt cháy, liệu trung gian, liệu tăng lửa. Yêu cầu đối với liệu thuốc hỏa thuật là khả năng môi cháy tin cậy lượng thuốc phóng tạo khí. Khối lượng, mật độ, tỷ lệ thành phần các liệu thuốc được nghiên cứu, tính toán và xác định như sau:

Lớp thuốc bắt lửa:

- Thành phần: chì Stypnat ($\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3\text{PbO}_2\text{H}_2\text{O}$);
- Khối lượng: 0,05 g;
- Mật độ: 2,5g/cm³.

Lớp thuốc trung gian:

- Thành phần: Kalipeclorat (KClO_4) $50 \pm 1,5\%$; chì rodanit ($\text{Pb}(\text{CNS})_2$) $47 \pm 1,5\%$; bari cromat (BaCrO_4) $3 \pm 0,5\%$ và dung dịch keo nitroxenlulo ($\text{C}_{24}\text{H}_{31}\text{N}_9\text{O}_{38}$) $1 \pm 0,2\%$.
- Khối lượng: 0,08 g;
- Mật độ: $1,45 \text{ g/cm}^3$.

Lớp thuốc tăng lửa:

- Thành phần: kali peclorat (KClO_4) $64 \pm 2,0\%$; bột nhôm (Al) $31 \pm 1,5\%$; dung dịch keo nitroxenlulo ($\text{C}_{24}\text{H}_{31}\text{N}_9\text{O}_{38}$) $5 \pm 1,0\%$;
- Khối lượng là 0,35 g;
- Mật độ $1,23 \text{ g/cm}^3$.

- Buồng đốt 20 chứa thời thuốc phóng tạo khí và được liên kết các bộ phận khác, lớp vỏ chịu áp bằng thép hợp kim và vỏ cách nhiệt bằng vật liệu compozit nền nhựa gia cường cốt sợi các bon, sợi thủy tinh hoặc Kevlar (sợi tổng hợp para-aramid).

Vỏ buồng đốt là chi tiết chịu tác dụng lớn của áp suất buồng đốt. Điều kiện bền của vỏ buồng đốt sẽ là:

$$\bar{\sigma} \leq \sigma_b$$

Với ứng suất tổng hợp $\bar{\sigma}$ có thể được tính theo công thức sau:

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_r)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_r)^2}$$

Trong đó $\sigma_\theta, \sigma_r, \sigma_z$ lần lượt là ứng suất vòng, ứng suất hướng kính và ứng suất dọc trục xuất hiện trên thành buồng đốt.

Bảng 2: thông số chính của các loại vật liệu buồng đốt và lớp vỏ cách nhiệt.

TT	Vật liệu	Độ bền σ_B, MPa	Khối lượng riêng, kg/m^3	Mô đun đàn hồi E, GPa	Độ bền riêng σ_B/ρ , $\text{MPa.m}^3/\text{kg}$	Độ cứng riêng $10^3.E^{1/2}/\rho$	Nhiệt độ bắt đầu mất độ bền $^\circ\text{C}$
1	Thép hợp kim độ bền cao	$1700 \div 2100$	8000	185	0,26	1,7	280
2	Compozit cốt sợi thủy tinh	1100	2050	40	0,54	3,1	350

3	Compozit cốt sợi các bon	1300	1500	130	0,87	7,6	2000
4	Compozit cốt sợi poliamit	1400	1400	80	1,0	6,4	80

- Loa phụt 40 có dạng loa phụt Lavan, dùng để biến đổi nhiệt năng của sản phẩm cháy thành động năng dòng khí.

+ Tại cửa ra của loa phụt, dòng khí có tốc độ vượt âm, có giá trị hơn 2000m/s.

+ Diện tích tiết diện tới hạn (S_{th}) và đường kính tới hạn của loa phụt (d_{th}) được rút ra từ công thức:

$$G = \frac{p_c S_{th}}{\sqrt{RT_c}} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{1}{k-1}} \sqrt{\frac{2k}{k+1}}$$

Trong đó: G là suất tiêu hao nhiên liệu, R là hằng số khí thực, T_c là nhiệt độ cháy của thuốc phóng tạo khí và k là hệ số đoạn nhiệt của sản phẩm cháy.

- Thỏi thuốc phóng tạo khí 30: sử dụng nhiên liệu rắn hỗn hợp khi cháy sinh ra sản phẩm cháy dạng khí;

+ Một số tham số kỹ thuật chính của khối thuốc phóng tạo khí như sau:

- Thành phần chính: Amonipeclorat (NH_4ClO_4), bột nhôm (Al), chất kết dính, chất xúc tác cháy và các phụ gia khác
- Mật độ thuốc phóng: $1,68 \div 1,70 \text{ g/cm}^3$
- Tốc độ cháy (ở điều kiện làm việc): $18 \div 22 \text{ mm/s}$
- Xung lượng riêng: $\geq 200 \text{ kG.s/kg}$

+ Thỏi thuốc phóng có dạng hình khối trụ, có đường kính trong là:

- Hình dạng: dạng hình ống trụ.
- Đường kính trong: 26 mm
- Đường kính ngoài: 98 mm
- Bề dày cháy: 72 mm
- Thời gian làm việc: $\geq 4 \text{ s}$
- Áp suất làm việc: $\geq 8 \text{ Mpa}$

- Hệ các phương trình vi phân thể hiện mối quan hệ giữa đặc tính của thuốc phóng, buồng đốt và loa phụt như sau:

$$\begin{cases} \frac{dW_{td}}{dt} = S_{th}u; & \frac{de}{dt} = u = u_1 p^v; \dot{m} = \frac{\varphi_2 A_k F_{th} p}{\sqrt{RT}}; \\ \frac{W_{td} p}{T} \frac{dT}{dt} = S_{th} \rho_T u R (\chi T_v - T) - (k - 1) \dot{m} R T; \\ W_{td} \frac{dp}{dt} = S_{th} \rho_T u R \chi T_v - k \dot{m} R T - S_{th} p u. \end{cases} \quad (1.3)$$

Với các điều kiện đầu khi $t=0$: $p = p_m$; $W_{td} = W_{td0}$; $S_{th} = S_0$; $e = 0$; $T = T_m$

Trong đó u_1 là tốc độ cháy của thuốc phóng tại áp suất xác định, [m/s]; p là áp suất trong buồng đốt, [Pa]; v là số mũ lũy thừa trong quy luật cháy; W_{td} là thể tích tự do của buồng đốt, [m³]; p_m là áp suất môi cháy thuốc phóng, [Pa]; T là nhiệt độ trong buồng đốt [K]; R là hằng số khí của sản phẩm cháy, [J/kg.K]; χ là hệ số tổn thất nhiệt; T_v là nhiệt độ cháy đẳng tích, [K]; T_m là nhiệt độ buồng cháy nhiên liệu, [K]; k là chỉ số đoạn nhiệt của thuốc phóng; φ_2 là hệ số tổn thất qua loa phụt; A_k là hằng số; S_{th} là diện tích tiết diện tới hạn loa phụt [m²].

Hệ phương trình cho phép xác định được mối quan hệ áp suất-thời gian $p = p(t)$ trong buồng đốt trong quá trình làm việc của khối tạo khí.

Hơn nữa, theo phương án thực hiện sáng chế, hệ thống còn bao gồm hệ đường ống dẫn khí 50 được chia làm bốn nhánh tới đĩa tuốc bin khởi động, cụ thể bao gồm đường ống chính dẫn khí 51; cụm liên kết khối tạo khí nhiên liệu rắn 52; đường ống phụ dẫn khí 53.

Đường ống chính dẫn khí 51 được làm bằng vật liệu thép không gỉ SUS 304, có tác dụng truyền sản phẩm khí ra từ loa phụt của khối tạo khí tới bốn nhánh của đường ống dẫn phụ;

Cụm liên kết khối tạo khí nhiên liệu rắn 52 được làm bằng thép không gỉ SUS 304, có tác dụng liên kết thân vỏ buồng đốt với đường ống chính dẫn khí bằng phương pháp liên kết ren;

Đường ống phụ dẫn khí 53 gồm bốn nhánh hàn với đường ống chính dẫn khí, được làm từ thép ống không gỉ SUS 304 có tác dụng truyền sản phẩm khí từ đường ống chính dẫn khí tới trực tiếp đĩa tuốc bin để khởi động rô to động cơ.

Nguyên lý hoạt động: hệ thống khởi động dùng nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí hoạt động sau khi bộ môi lửa điện được cấp điện. Dòng điện đốt nóng cầu dây đốt trong bộ môi lửa điện và liêu thuốc môi tăng lửa. Sau đó đốt cháy thổi thuốc phóng tạo khí nhiên liệu rắn. Sản phẩm cháy của thuốc phóng rắn tạo ra áp suất cháy lớn

trong buồng đốt và thoát ra khỏi loa phụt đi vào đường ống dẫn khí. Sau khi qua đường ống dẫn khí được chia thành bốn nhánh phụt vào vành đĩa tuốc bin khởi động và làm quay rô to động cơ đến vòng quay khởi động trong khoảng thời gian theo yêu cầu.

Sáng chế được mô tả chi tiết được mô tả ở trên. Tuy nhiên, rõ ràng là đối với người hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sáng chế không bị giới hạn ở phương án được mô tả trong phần mô tả sáng chế. Sáng chế có thể được thực hiện ở chế độ cải biến hoặc thay đổi mà không nằm ngoài phạm vi sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ. Vì vậy những gì được mô tả trong phần mô tả sáng chế chỉ nhằm mục đích minh họa, và sẽ không áp đặt bất kỳ giới hạn nào đối với sáng chế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí bao gồm:

bộ môi lửa điện là bộ phận dùng để môi cháy thời thuốc phóng tạo khí bao gồm: thân, cầu đốt và liều thuốc hỏa thuật;

buồng đốt chứa thời thuốc phóng tạo khí, liên kết các bộ phận khác của khối tạo khí với nhau; có thân vỏ được làm từ thép hợp kim và lớp cách nhiệt bằng vật liệu composit nền nhựa gia cường cốt sợi các bon, sợi thủy tinh hoặc sợi Kevlar;

thời thuốc phóng tạo khí sử dụng nhiên liệu rắn hỗn hợp khi cháy sinh ra sản phẩm cháy dạng khí; thành phần chính gồm: amoni peclorat (NH_4ClO_4), bột nhôm (Al), chất kết dính, chất xúc tác cháy và các phụ gia khác;

loa phụt có dạng Lavan với tiết diện thỏa mãn:

$$G = \frac{p_c S_{th}}{\sqrt{RT_c}} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{1}{k-1}} \sqrt{\frac{2k}{k+1}}$$

với G là suất tiêu hao nhiên liệu, R là hằng số khí thực, T_c là nhiệt độ cháy của thời thuốc phóng tạo khí và k là hệ số đoạn nhiệt của sản phẩm cháy.

2. Hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí theo điểm 1, trong đó bộ môi lửa điện có kết cấu các thành phần cấu tạo bao gồm:

thân là bộ phận không phản ứng với liều thuốc; được kết nối bằng ren với các chi tiết trong bộ môi lửa điện;

cầu đốt là bộ phận sinh ra nhiệt để môi cháy liều thuốc bắt lửa và phải thỏa mãn các yêu cầu sau: chống được sự ăn mòn; được làm từ một trong số các vật liệu như Platinum-Iridium, hợp kim Ni-Cu, hợp kim Ni-Cr;

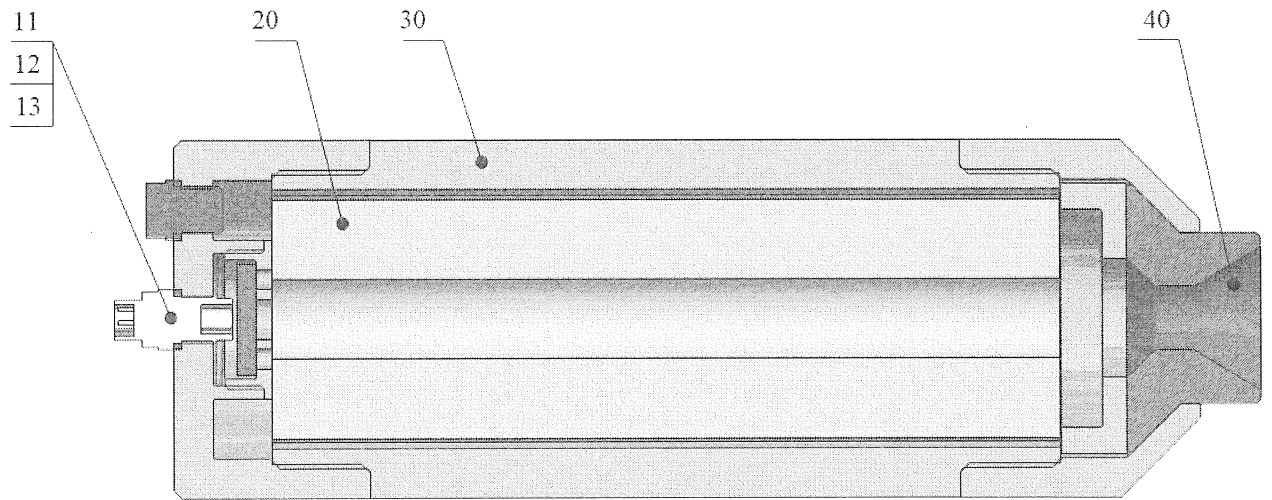
liều thuốc hỏa thuật bao gồm liều bắt cháy, liều trung gian, liều tăng lửa có thành phần, tính chất như sau:

lớp thuốc bắt lửa có thành phần: chì Stypnat ($\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3\text{PbO}_2\text{H}_2\text{O}$); khối lượng: 0,05 g; mật độ: 2,5g/cm³;

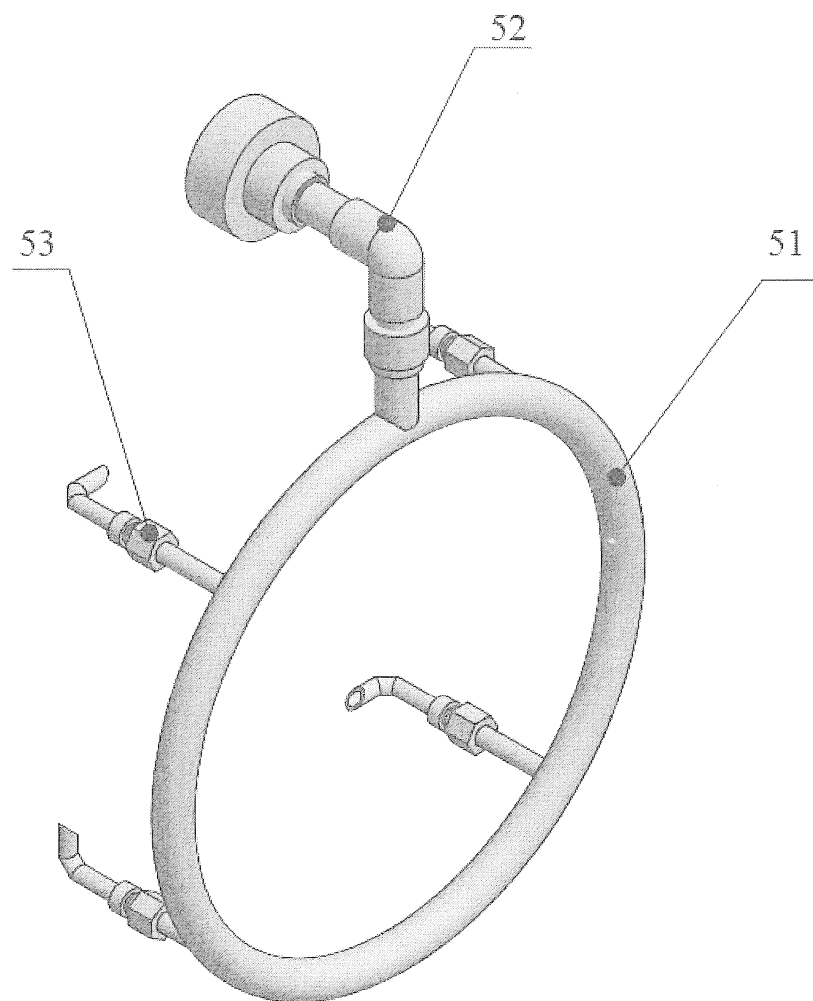
lớp thuốc trung gian: thành phần: kali peclorat (KClO_4) $50 \pm 1,5\%$; chì rodanit ($\text{Pb}(\text{CNS})_2$) $47 \pm 1,5\%$; bari cromat (BaCrO_4) $3 \pm 0,5\%$ và dung dịch keo nitroxenlulo ($\text{C}_{24}\text{H}_{31}\text{N}_9\text{O}_{38}$) $1 \pm 0,2\%$, khối lượng: 0,08 g; mật độ: 1,45 g/cm³;

lớp thuốc tăng lửa thành phần: kali peclorat (KClO_4) $64 \pm 2,0\%$; bột nhôm (Al) $31 \pm 1,5\%$; dung dịch keo nitroxenlulo ($\text{C}_{24}\text{H}_{31}\text{N}_9\text{O}_{38}$) $5 \pm 1,0\%$; khối lượng là 0,35 g; mật độ 1,23 g/cm³.

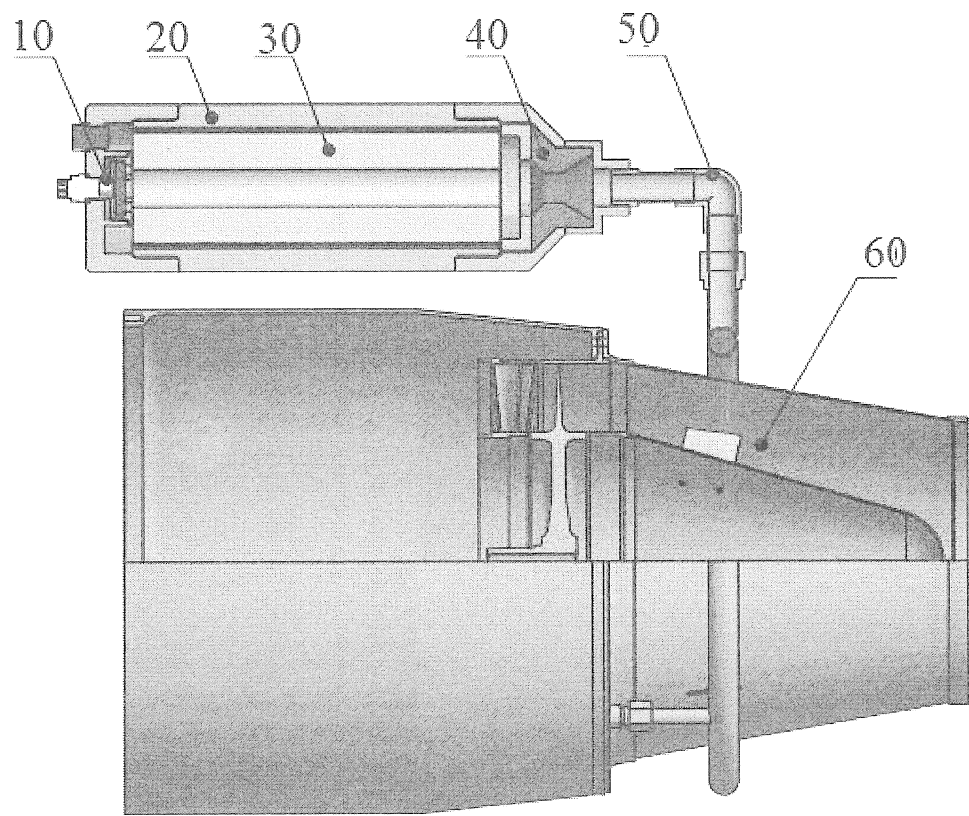
3. Hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí theo điểm 1, trong đó: thời thuốc phóng tạo khí dạng hình trụ, sử dụng nhiên liệu rắn hỗn hợp chứa các thành phần chính gồm: amonipeclorat (NH_4ClO_4), bột nhôm (Al), chất kết dính, chất xúc tác cháy và các phụ gia khác; mật độ $1,68 \div 1,70 \text{ g/cm}^3$; xung lượng riêng $\geq 200 \text{ kG.s/kg}$; tốc độ cháy ở điều kiện làm việc $18 \div 22 \text{ mm/s}$; thời gian cháy $\geq 4 \text{ s}$.
4. Hệ thống khởi động nhiên liệu rắn cho động cơ tuốc bin khí theo điểm 1, trong đó hệ thống còn bao gồm hệ đường ống dẫn khí được chia làm bốn nhánh tới đĩa tuốc bin khởi động, bao gồm đường ống chính dẫn khí; đường ống phụ dẫn khí và cụm liên kết để liên kết buồng đốt khối tạo khí với hệ đường ống dẫn khí.



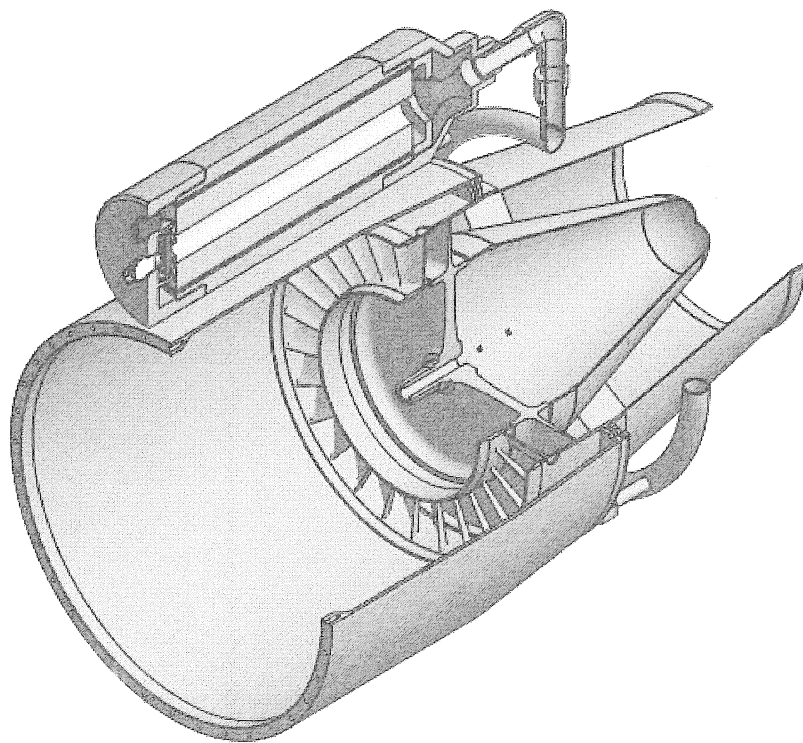
Hình 1



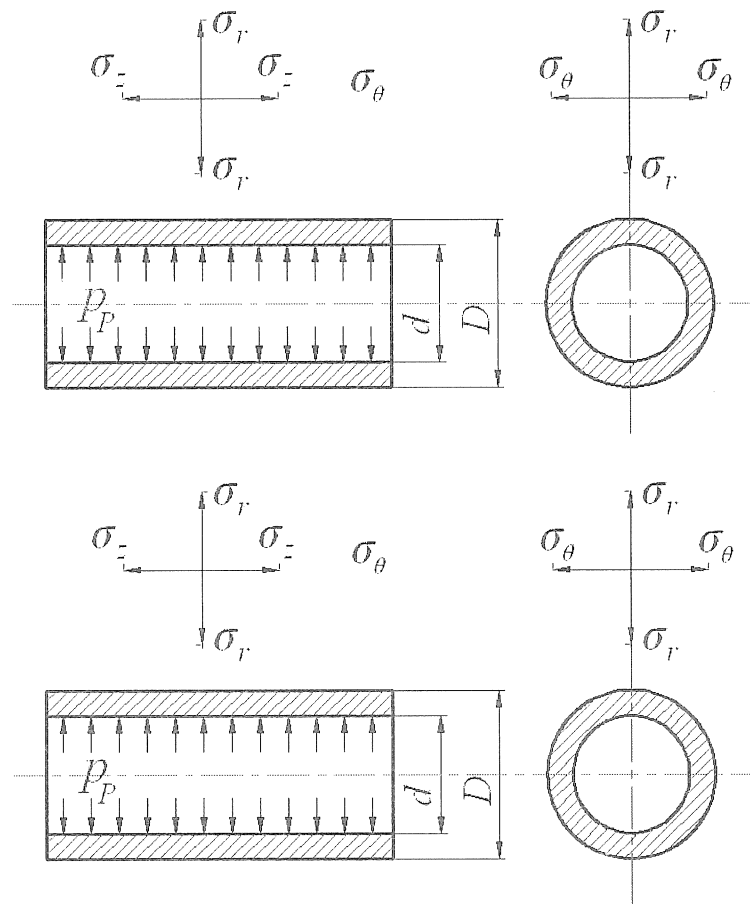
Hình 2



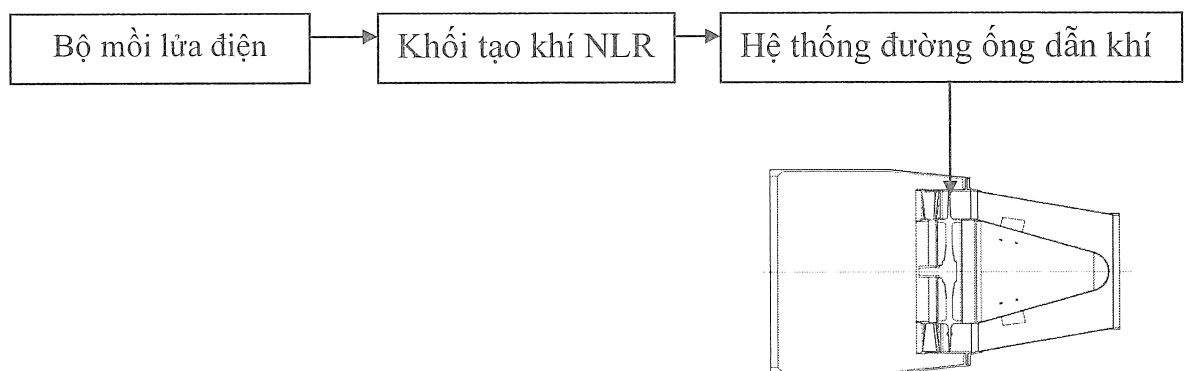
Hình 3



Hình 4



Hình 5



Hình 6