



(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)



1-0029933

(51)⁷ B64D 17/80

(13) B

(21) 1-2018-00530

(22) 05/02/2018

(45) 25/11/2021 404

(43) 26/04/2018 361A

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

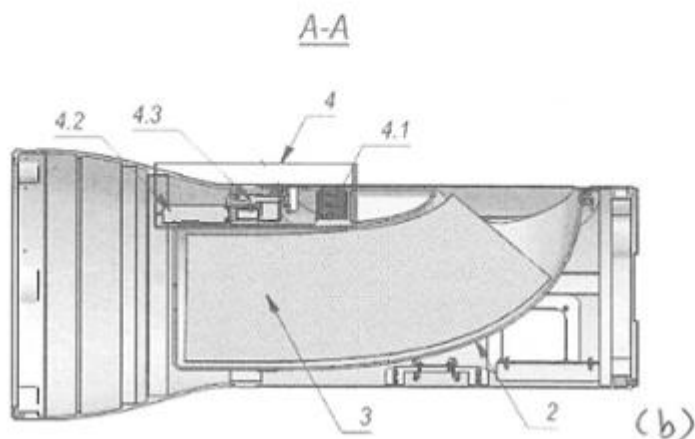
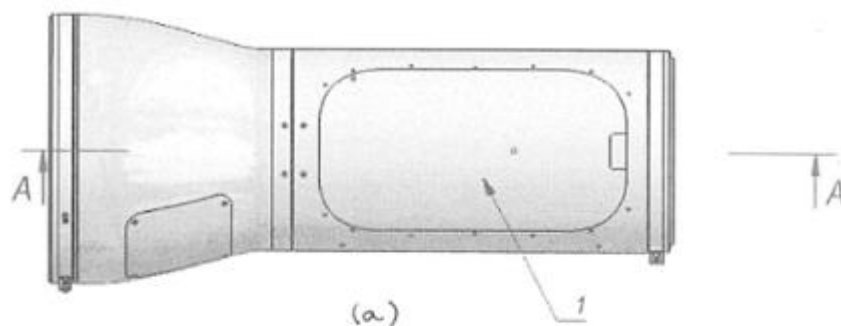
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Duy Hưng (VN); Bùi Văn Khôi (VN); Lục Đình Đông (VN); Trần Quang Đức (VN); Ngô Sỹ Hoàng (VN).

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

(54) HỆ THỐNG BUNG DÙ THU HỒI

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống bung dù thu hồi. Trong đó hệ thống bao gồm các bộ phận chính: nắp khoang dù (1); hộp chứa dù (2); bộ dù (3); bộ phận mở nắp khoang dù (4).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập hệ thống bung dù thu hồi. Cụ thể, hệ thống bung dù thu hồi được đề cập trong sáng chế liên quan đến lĩnh vực hàng không.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lịch sử, dù (parachute) đã được nghiên cứu và ứng dụng trong các lĩnh vực dân sự và quân sự đảm bảo an toàn trong quá trình tiếp đất của lính nhảy dù và vận động viên cũng như bảo đảm an toàn cho các tải trọng có ích.

Hiện nay, việc phát triển nhanh chóng các thiết bị bay không người lái với khả năng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực (môi trường, nông nghiệp, khoa học, quân sự,...) đã đặt ra vấn đề phát triển hệ thống dù dùng cho mục đích thu hồi toàn bộ thiết bị bay hay các bộ phận quan trọng của nó.

Trên thế giới, việc sử dụng dù thu hồi đã được nghiên cứu, thử nghiệm và sử dụng rộng rãi để thu hồi các thiết bị bay hạng nhẹ như máy bay không người lái (UAV), trực thăng cỡ nhỏ, hoặc làm giảm vận tốc (độ dài đường băng hạ cánh) cho máy bay chiến đấu,...

Danh mục tài liệu trích dẫn:

Tài liệu sáng chế:

Tài liệu sáng chế số US20170158338;

Tài liệu sáng chế số CN107054666;

Các sáng chế nêu trên chủ yếu đề cập tới việc thiết kế bộ dù thu hồi cho các thiết bị bay cỡ nhỏ (vận tốc và khối lượng nhỏ). Tuy nhiên đối với việc thu hồi các thiết bị bay có khối lượng lớn (lớn hơn 160kg), đang bay với tốc độ cao (lớn hơn 200km/h) và có yêu cầu khắt khe về trạng thái của thiết bị, những nghiên cứu về những hệ thống thu hồi này chưa được nghiên cứu đầy đủ.

Trong đó, việc thiết kế một hệ thống để bung dù trong lúc khẩn cấp, đảm bảo tính gọn nhẹ, chính xác và độ tin cậy cao cũng là một đòi hỏi vô cùng quan trọng.

Do đó, việc thiết kế, chế tạo và sản xuất hệ thống bung dù để thu hồi các thiết bị bay này trở thành vấn đề cấp thiết, có ứng dụng thực tiễn cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống bung dù thu hồi để thu hồi thiết bị bay tốc độ cao có vận tốc hoạt động lớn hơn 200km/h, khối lượng lớn, có tải trọng thu hồi lớn hơn 160kg. Sáng chế có thể được áp dụng trong việc nghiên cứu, thử nghiệm và sử dụng trong việc thu hồi các thiết bị bay không người lái, các tải trọng có ích lớn thuộc lĩnh vực hàng không.

Theo phương án của sáng chế, sáng chế đề xuất hệ thống bung dù thu hồi bao gồm:

nắp khoang dù (1) có ba mẫu liên kết (1.1), (1.2), (1.3);

hộp chứa dù (2); trong đó:

hộp chứa dù (2) có dạng hình trụ nhưng được uốn cong phía đuôi theo một đường cong phương trình: $y = 0,00006x^3 - 0,093x^2 + 46,641x - 7725,4$;

bộ dù (3) bao gồm: dù chính, dù mỗi, các dây nối dù chính với dù mỗi (10) và với vật được thu hồi (14) và túi dù (11). Trong đó:

dù mỗi bao gồm vòm dù mỗi (8), dây dù mỗi (9);

dù chính bao gồm vòm dù chính (12), dây dù chính (13);

bộ phận mở nắp khoang dù (4); trong đó bao gồm: lò xo mở nắp khoang dù (4.1), máy lái (4.2), cơ cấu truyền động mở nắp khoang dù (4.3), trong đó

cơ cấu truyền động mở nắp khoang dù (4.3) bao gồm: trục nối có khoét rãnh (4.3.1), trục nối ngang (4.3.2), trục hành trình (4.3.3), mẫu giữ nắp khoang dù (4.3.4).

Hơn nữa, theo một phương án khác của sáng chế, trong đó nắp khoang dù về cơ bản có dạng hình chữ nhật, được làm cong ở các góc để ôm sát thân vỏ và trên nắp có ba vị trí mẫu giữ:

mẫu liên kết thứ nhất (1.1) và liên kết mẫu thứ hai (1.2) ở phía cuối nắp có vai trò giữ liên kết với thân vỏ của vật được thu hồi;

mẫu liên kết thứ ba (1.3) ở phía đầu nắp có vai trò giữ liên kết với cơ cấu truyền động mở nắp khoang dù.

Hơn nữa, theo một phương án khác của sáng chế, nắp khoang dù được là từ hợp kim nhôm.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế.

Sáng chế được đưa ra sản xuất và ứng dụng sẽ đem lại lợi ích kinh tế rất lớn, đặc biệt là trong quá trình nghiên cứu, thử nghiệm các thiết bị bay như chương trình nghiên cứu, thử nghiệm hiện nay của Viện Hàng không Vũ trụ Viettel. Các thiết bị trên khoang đều là những thiết bị đắt tiền: động cơ, hệ thống máy lái, hệ thống điều khiển trên khoang, hệ thống thông tin, hệ thống điện,...Các thiết bị đó đều được cấu thành từ các thiết bị có giá từ vài chục đến hàng trăm triệu đồng. Quá trình nghiên cứu đòi hỏi số lượng thử nghiệm bay rất lớn. Vì vậy, việc thu hồi được các thiết bị trên để sử dụng lại sẽ tiết kiệm chi phí mỗi lần thử nghiệm từ vài trăm triệu đến hàng tỉ đồng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ thể hiện cấu tạo của dù thu hồi theo sáng chế.

Hình 2 là hình vẽ thể hiện nắp khoang dù theo sáng chế.

Hình 3 là hình vẽ thể hiện cơ cấu truyền động của khoang dù theo sáng chế.

Hình 4 là hình vẽ thể hiện cấu tạo của bộ dù.

Hình 5 là sơ đồ giản lược thể hiện các bước thực hiện phương pháp thiết kế hệ thống dù thu hồi.

Hình 6 là hình vẽ thể hiện cơ chế hoạt động hệ thống dù thu hồi.

Hình 7 là đồ thị thể hiện sự phụ thuộc khối lượng tương đối của bộ dù thu hồi vào vận tốc tiếp đất yêu cầu.

Hình 8 là hình vẽ thể hiện quá trình bung dù chính.

Hình 9 là hình vẽ thể hiện việc xác định bán kính mở vòm dù chính, ứng suất tác dụng lên vòm dù chính.

Hình 10 là hình vẽ thể hiện việc xác định trạng thái chịu tải trọng lớn nhất của dù chính.

Hình 11 là hình vẽ thể hiện việc xác định xác định tải trọng tác dụng lên dây dù chính.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dựa vào Hình 1, hệ thống thu hồi thiết bị bay khối lượng lớn và vận tốc cao cần dù thu hồi với nguyên lý hoạt động riêng phù hợp với thiết bị bay và thiết kế bài toán kỹ thuật đảm bảo cho dù thu hồi.

Theo một phương án của sáng chế, sáng chế đề xuất hệ thống bung dù thu hồi bao gồm các chi tiết chính sau đây: nắp khoang dù 1, hộp chứa dù 2, bộ dù 3, bộ phận mở nắp khoang dù 4.

Tham chiếu Hình 2, nắp khoang dù 1 có tác dụng bảo vệ khoang dù, và kéo dù mỗi sau khi được kích hoạt cơ cấu mở nắp. Nắp khoang dù bao gồm các mẫu giữ, trong đó:

mẫu liên kết thứ nhất 1.1 và mẫu liên kết thứ hai 1.2 ở phía cuối nắp: giữ liên kết với thân vỏ;

mẫu liên kết thứ ba 1.3 ở phía đầu nắp: giữ liên kết với cơ cấu mở nắp.

Hình dạng của nắp khoang dù tốt hơn là dạng chữ nhật, nhưng không giới hạn ở đó, giúp lợi dụng tối đa lực tác động của không khí để việc mở nắp diễn ra hiệu quả hơn.

Nắp khoang dù được làm từ hợp kim nhôm, nghĩa là, hợp kim của nhôm đối với các nguyên tố khác, chẳng hạn như đồng, thiếc, mangan, silic, magiê..., nhưng không giới hạn ở đó, theo cách kết hợp với từng chất riêng lẻ hoặc tổ hợp giữa chúng và theo tỷ lệ thích hợp. Để đáp ứng việc kéo dù mỗi ra khỏi hộp chứa dù hiệu quả, nắp khoang dù cần có độ dày từ 1,5mm đến 2,5mm. Ngoài ra, nắp khoang dù cần có khối lượng trong khoảng từ 0,2 đến 0,4kg.

Hộp chứa dù 2 có chức năng chứa dù thu hồi. Hộp chứa dù 2 được thiết kế dạng hình trụ nhưng được uốn cong phía đuôi theo một đường cong phương trình: $y = 0,00006x^3 - 0,093x^2 + 46,641x - 7725,4$. Do thiết bị bay chuyển động về phía trước, dù mỗi và dù chính sẽ được kéo về sau dưới tác dụng của dòng khí. Hộp chứa dù 2 sẽ được làm cong nhằm giảm kích thước chiều dài (do khoang chứa dù kích thước giới hạn), giảm ma sát chuyển động, giúp dù được kéo ra dễ dàng hơn và dễ dàng tháo lắp hộp chứa dù. Ngoài ra, hộp chứa dù 2 được uốn cong sẽ tiết kiệm tối đa không gian chiếm bên trong

khoang mà vẫn đảm bảo đủ thể tích chứa dù. Ngoài ra hộp chứa dù còn có cơ cấu gá lắp chắc chắn vào thân vỏ.

Hộp chứa dù 2 được chế tạo bằng cách sử dụng máy in 3D, với chất liệu nhựa nên khá nhẹ và đảm bảo độ bền. Một số loại nhựa có thể sử dụng như nhựa ABS, PLA.

Bộ dù 3:

Như được thể hiện trên Hình 4, bộ dù thu hồi được thiết kế gồm dù chính, dù môi, dây nối dù chính với dù môi, dây nối dù chính với vật thu hồi và túi dù. Dù chính bao gồm vòm dù chính và dây dù chính. Ngoài ra, dù môi bao gồm vòm dù môi và dây dù môi.

Bộ phận mở nắp khoang dù 4.

Bộ phận mở nắp khoang dù 4 bao gồm lò xo mở nắp khoang dù 4.1, máy lái 4.2, cơ cấu truyền động mở nắp khoang dù 4.3, trong đó:

Cơ cấu truyền động mở nắp khoang dù 4.3 bao gồm: trục nối có khoét rãnh 4.3.1, trục nối ngang 4.3.2, trục hành trình 4.3.3, mẫu giữ nắp khoang dù 4.3.4.

Cơ cấu truyền động đóng vai trò truyền động từ máy lái đến mẫu giữ nắp khoang dù. Cơ cấu mở nắp điểm đặc biệt là sử dụng máy lái và cơ cấu truyền động phù hợp.

Máy lái:

Góc quay rộng (từ -45 độ đến 45 độ), có mômen đủ lớn để kéo cơ cấu mở nắp. Ngoài ra máy lái còn có cổng kết nối với khối máy tính điều khiển (sử dụng chung nguồn điện với máy tính), nhờ đó máy tính có thể kiểm soát được trạng thái mở và giữ của máy lái, đảm bảo độ tin cậy cao.

Như được thể hiện trên Hình 3, cơ cấu truyền động cũng được thiết kế đặc biệt để phù hợp với không gian hẹp bên trong khoang chứa dù: sử dụng trục nối có khoét rãnh 4.3.1 để kéo trục hành trình 4.3.3 về sau, từ đó kéo mẫu giữ nắp khoang dù 4.3.4 về trước, nắp được bật lên nhờ lực đẩy lò xo.

Lò xo mở nắp khoang dù:

Lò xo mở nắp khoang dù có chức năng đẩy nắp khoang dù ra nhờ lực đàn hồi của lò xo khi bị biến dạng.

Lò xo có chiều dài nằm trong khoảng từ 110mm đến 130mm, độ cứng nằm trong khoảng từ 0,35 đến 0,5 N/mm để đảm bảo lực đàn hồi mở nắp khoang dù.

Hình 5 thể hiện quy trình thiết kế hệ thống dù thu hồi bao gồm các bước: xây dựng cơ chế hoạt động của hệ thống dù thu hồi đối với vật thu hồi có khối lượng và vận tốc lớn, đặt ra các yêu cầu kỹ thuật cho toàn bộ hệ thống, tính toán các thông số cấu hình bộ dù bao gồm dù chính và dù môi, tính toán thông số quá trình bung dù và tính toán kết cấu và độ bền của hệ thống dù.

Bước 1: xây dựng cơ chế hoạt động của hệ thống dù thu hồi đối với vật thu hồi có khối lượng và vận tốc lớn bao gồm các giai đoạn (Hình 6):

giai đoạn 1: giai đoạn rơi tự do;

giai đoạn 2: giai đoạn kéo dù môi ra khỏi khoang và bung dù môi;

giai đoạn 3: kéo dù chính và dây dù ra khỏi khoang chứa dù;

giai đoạn 4: bung dù chính;

giai đoạn 5: giảm vận tốc hạ cánh đến giá trị vận tốc tiếp đất yêu cầu.

Bước 2: Đặt ra các yêu cầu kỹ thuật cho toàn bộ hệ thống:

khối lượng vật cần thu hồi $G_{\text{thu hồi}}(\text{kg})$;

vận tốc yêu cầu khi tiếp đất $V_{\text{tiếp đất}} \leq V_{\text{yêu cầu}} (\text{m/s})$;

độ cao hoạt động khi bung dù $H_{\text{bung dù}}$;

thể tích, khối lượng bộ dù khi đóng gói (nếu cần);

yêu cầu về trạng thái của vật thể khi bung dù và khi tiếp đất.

Bước 3: Tính toán các thông số cấu hình bộ dù bao gồm dù chính và dù môi. Cụ thể các tham số:

- khối lượng sơ bộ bộ dù;
- dạng vòm và diện tích vòm dù chính;
- tải trọng riêng dù chính;
- số lượng, độ dài dây dù chính;
- đường kính lỗ thoát khí trên vòm dù chính;

- diện tích vòm dù mỗi;
- số lượng, độ dài dây dù mỗi;
- độ dài dây nối dù chính với vật thu hồi;
- lựa chọn vật liệu và tính toán chính xác khối lượng bộ dù.

Dù chính:

Sự phụ thuộc của khối lượng hệ thống dù $G_{\text{dù}}$ vào vận tốc tiếp đất được thể hiện trên Hình 7.

Với vận tốc tiếp đất yêu cầu $V_{\text{tiếpđất}} = V_{\text{yêucầu}}$ (m/s) ta có $G_{\text{dù}}/G_{\text{thuhồi}} = k_G$.

Khối lượng sơ bộ hệ thống dù: $G_{\text{dù}} = k_G G_{\text{thuhồi}}$ (kg).

Khối lượng hệ thống dù + vật thu hồi: $G = G_{\text{dù}} + G_{\text{thuhồi}}$ (kg).

Diện tích vòm dù chính được tính theo công thức:

$$F = \frac{16G}{c_D V_{\text{tiếpđất}}^2} \left(1 + \frac{0,72}{V_{\text{tiếpđất}}} \right) (m^2).$$

Ở đây c_D - hệ số lực cản của dù chính đối với diện tích vòm dù.

Đường kính vòm dù chính:

$$D = 2 \sqrt{\frac{F}{\pi}} (m).$$

Đường kính mặt cắt dù chính:

$$D_1 = \sqrt{\frac{2F}{\pi}} (m).$$

Tải trọng riêng của dù:

$$\frac{G}{F} = k_{GF} (kg/m^2).$$

Số dây dù chính n được lựa chọn sao cho khoảng cách giữa các dây dù lớn hơn 100 lần độ dày của dây.

Khoảng cách giữa các dây dù trên mép vòm dù chính:

$$l = \frac{\pi D}{n} (m).$$

Độ dài dây dù tối ưu thường được chọn trong khoảng tỷ lệ: $L/D = 0,7 \div 1,1$.

Đối với dù có với tải trọng riêng nhỏ ($k_{GF} \leq 20 \text{ kg/m}^2$) vòm dù chính được làm từ vải dày, để đảm bảo sự ổn định khi bung dù và giảm tải trọng động, ở tâm vòm dù được thiết kế một lỗ thoát khí. Đường kính của lỗ thoát khí nằm trong khoảng $D_0 = (4 \div 7\%)D$.

Dù môi:

Dù môi được lựa chọn sao cho khi bung ra dù môi cung cấp đủ lực để kéo dù chính ra khỏi khoang dù. Để đạt được điều đó hệ số lực cản của dù môi cần lớn hơn hệ số lực cản của vật thu hồi, tương ứng với đó, vận tốc tới hạn của dù môi nhỏ hơn của vật thu hồi.

Thông thường, diện tích vòm dù môi $F_{dùmôi} = 0,6 \div 0,8 \text{ m}^2$.

Đường kính vòm dù:

$$D_{dùmôi} = 2 \sqrt{\frac{F_{dùmôi}}{\pi}} \text{ (m)}.$$

Số lượng dây dù môi $n_{dùmôi}$.

Độ dài dây dù môi $L_{dùmôi}$ (m).

Độ dài dây nối dù chính với dù môi $L_{chính-môi}$ (m).

Độ dài dây nối dù chính với vật thu hồi (2 dây nối vào 2 mẫu treo) $L_{dù-vật}$ (m).

Khối lượng hệ thống dù:

Việc tính toán các thông số cấu hình bộ dù bao gồm dù chính và dù môi còn bao gồm việc tính toán khối lượng hệ thống dù. Việc tính toán này bao gồm các bước:

chọn vải làm vòm dù chính và dù môi: khối lượng riêng ρ_1 (g/m^2), độ thoát khí W ($\text{l/m}^2\text{s}$);

chọn dây dù chính và dù môi: khối lượng riêng ρ_2 (g/m), độ dày Δl_2 (mm), tải trọng phá hủy F_2 (kgf).

chọn dây nối dù chính với dù môi và dù chính với vật thu hồi: khối lượng riêng ρ_3 (g/m), độ dày Δl_3 (mm), tải trọng phá hủy F_3 (kgf).

Khối lượng vòm dù chính $m_{c1} = \rho_1 F$ (kg)

Khối lượng dây dù chính $m_{c2} = n \rho_2 L$ (kg)

Khối lượng dây nối dù chính với vật thu hồi $m_{c3} = 2 \rho_3 L_{dù-vật}$ (kg)

Khối lượng dù chính: $m_c = m_{c1} + m_{c2} + m_{c3}$ (kg)

Khối lượng vòm dù mỗi $m_{v1} = \rho_1 F_{d\text{vòm}} \text{ (kg)}$

Khối lượng dây dù mỗi $m_{v2} = n_{d\text{vòm}} \rho_2 L_{d\text{vòm}} \text{ (kg)}$

Khối lượng dây nối dù chính với dù mỗi $m_{v3} = \rho_3 L_{\text{chính-mỗi}} \text{ (kg)}$

Khối lượng dù mỗi: $m_v = m_{v1} + m_{v2} + m_{v3}$ (kg)

Khối lượng túi đựng dù m_T (kg)

Khối lượng hệ thống dù: $m = m_c + m_v + m_T$ (kg)

Bước 4: Tính toán thông số quá trình bung dù bao gồm:

Dải vận tốc cho phép bung dù chính;

Thời gian bung dù;

Độ cao tối thiểu cho phép bung dù.

Dù chính được bung ra trong không khí chỉ trong một số điều kiện nhất định. Nếu như lượng không khí đi qua tán dù trong một đơn vị thời gian, bằng lượng không khí thoát ra khỏi dù thông qua các lỗ vải, dù sẽ không bung ra được. Lượng không khí đi qua lỗ vải dù trong một đơn vị thời gian phụ thuộc vào vận tốc rơi của hệ thống vật thu hồi và dù ở độ cao xác định. Tán dù với cấu trúc xác định và được làm từ loại vải xác định sẽ bung được trong trường hợp vận tốc của hệ thống không lớn hơn giá trị xác định nào đó. Giá trị vận tốc rơi lớn nhất mà tán dù có thể bung được gọi là vận tốc bung tới hạn V_{0K} .

Đối với vải dù đã chọn vận tốc tới hạn V_{0K} được tính theo công thức sau:

$$V_{0K} = \frac{2kA}{A^2 - \omega}$$

với các hệ số k , A và ω đặc trưng của vòm dù chính.

Ở vận tốc nhỏ, lực tác động lên vòm dù chính từ dòng khí không đủ lớn để kéo dù ra khỏi túi dù và làm bung dù. Khi vận tốc bay tăng lên, lực của dòng khí tác động lên vòm dù cũng tăng lên và khi đạt đến giá trị nào đó cân bằng hoặc lớn hơn trọng lượng vòm dù và dây nối dù, vòm dù sẽ bung ra. Như vậy, trọng lượng dù chính càng nhẹ, vận tốc nhỏ nhất đảm bảo bung được vòm dù chính càng nhỏ. Trường hợp sử

dụng phương pháp bung dù chính sau khi đã kéo toàn bộ túi dù ra khỏi khoang thì lực kéo của dù mỗi cần đảm bảo kéo được toàn bộ tải trọng bộ dù ra khỏi khoang. Lực kéo lớn nhất của dù mỗi phụ thuộc vào vận tốc V_0 theo công thức:

$$R_{max} = 2G_{dù} \frac{\sqrt{F_{dùmôi} + KV_0^2}}{2\sqrt{F_{dùmôi}} + KV_{tiếpđấtdùmôi}^2} (kgf),$$

với

$$V_{tiếpđấtdùmôi} = V_{tiếpđất} \sqrt{\frac{F}{F_{dùmôi}}} (m/s).$$

Quãng đường bung dù được tính theo công thức sau $S = c\sqrt{F}$ (m).

Ở đây c là hệ số tỷ lệ, phụ thuộc vào cấu trúc vòm dù, môi trường và độ thoát khí của vải dù. Đối với vải dù có độ thoát khí $\leq 300 \text{ l/m}^2\text{s}$ hệ số $c = 4$, độ thoát khí $600 - 800 \text{ l/m}^2\text{s} - c = 6,15$.

Vận tốc bay tại thời điểm bung xong vòm dù chính được xác định bằng công thức:

$$V_1 = \sqrt{\frac{V_{tiếpđất}^2 \frac{KV_0^2 + \sqrt{F}}{\Delta}}{K \frac{V_{tiếpđất}^2}{\Delta} + 2\eta\sqrt{F}}} (m/s).$$

hệ số $\eta = 1$ khi vận tốc khi bung dù $V \leq 120 \text{ m/s}$, $\Delta = \frac{\rho}{\rho_0}$ - khối lượng riêng tương đối của không khí tại độ cao bung dù.

Thời gian bung dù được xác định bằng công thức:

$$t_{bungdù} = \frac{2S}{\alpha(V_0 + V_1)} (s).$$

Ở đây $\alpha = 1,1$ là hệ số tỷ lệ giữa S và diện tích và hình thang (Hình 8).

Vận tốc chuyển động cân bằng của hệ thống tại độ cao bung dù:

$$V_2 = V_{tiếpđất} \sqrt{\frac{1}{\Delta}} (m/s).$$

Thời gian vận tốc giảm từ giá trị V_1 đến giá trị $1,01V_2$:

$$t_{giảm tốc} = \frac{V_2}{2g} \ln \frac{(V_2 + 1,01V_2)(V_2 - V_1)}{(V_2 - 1,01V_2)(V_2 + V_1)} \text{ (s)}.$$

Độ cao di chuyển khi giảm vận tốc:

$$S_{giảm tốc} = \frac{V_2^2}{2g} \ln \frac{V_1^2 - V_2^2}{0,0201V_2^2} \text{ (m)}.$$

Quãng đường kéo dù ra khỏi khoang:

$$S_{kéo dù} = D/2 + L + L_{dù-vật} + D_{dùmôi}/2 + L_{dùmôi} + L_{chính-môi} \text{ (m)}.$$

Độ cao tối thiểu để bung dù:

$$S = k(S + S_{kéo dù} + S_{giảm tốc}) \text{ (m)}.$$

với hệ số an toàn k .

Bước 5: Tính toán kết cấu và độ bền của hệ thống dù. Cụ thể cần tính toán:

tải trọng lớn nhất tác động lên vòm dù chính;

ứng suất trên vòm dù chính;

ứng suất lớn nhất trên vòm dù chính;

tải lớn nhất tác động lên dây dù chính.

tải trọng lớn nhất tác động lên vòm dù chính được tính theo công thức:

$$R_{max} = \frac{V_{tiếp đất}^2}{8} c_D F \frac{KV_0^2 + \sqrt{F}}{K \frac{V_{tiếp đất}^2}{\Delta} + 2\eta\sqrt{F}} \text{ (kgf)}.$$

Trong quá trình bung dù trong không khí vòm dù chính và dây dù chính chịu tác động của tải trọng biến thiên. Trong tất cả các trường hợp, tải trọng này lớn hơn khối lượng của hệ thống dù và vật thu hồi khoảng 10 lần. Để đảm bảo độ tin cậy của vòm dù chính và dây dù chính, ứng suất trên vải dù và dây dù không vượt mức tải trọng cho phép. Khi bung dù, vòm dù chính có dạng hình nón cụt với chỏm bán cầu. Phần vòm dù bung ra có dạng bề mặt cầu, được tạo thành bởi vòng tròn phẳng đường kính d . Trong quá trình bung dù, đường kính d tăng dần và bằng đường kính D_k vào thời điểm dù bung toàn toàn. Cắt vòm dù bằng mặt phẳng ngang và mặt phẳng đứng (Hình 9).

Ký hiệu σ_{ngang} - ứng suất trên vải dù trên mặt cắt ngang, $\sigma_{\text{đứng}}$ - ứng suất theo mặt phẳng cắt thẳng đứng. Độ dài mép vải theo mặt cắt ngang là πd , chịu lực kéo $R_{\text{dù}}$. Ứng suất trên vải dù trên mặt cắt ngang:

$$\sigma_{\text{ngang}} = \frac{R_{\text{dù}}}{\pi d} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{m}} \right).$$

Độ dài mép vải theo mặt cắt thẳng đứng là d , chịu lực kéo $R_{\text{dù}}/2$. Ứng suất trên vải theo mặt cắt thẳng đứng:

$$\sigma_{\text{đứng}} = \frac{R_{\text{dù}}}{2d} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{m}} \right).$$

Xác định tỷ lệ:

$$\frac{\sigma_{\text{đứng}}}{\sigma_{\text{ngang}}} = \frac{\pi}{2} = 1,57.$$

Như vậy, ứng suất lớn nhất tác động lên vòm dù chính là ứng suất theo mặt phẳng thẳng đứng $\sigma_{\text{đứng}}$.

Mặt cắt trên vòm dù chính chịu ứng suất lớn nhất gọi là mặt cắt nguy hiểm. Từ các công thức xác định ứng suất trên suy ra rằng đối với vòm dù dạng mặt phẳng, ứng suất lớn nhất tại vị trí trên mặt cắt thẳng đứng khi:

$$R_{\text{dù}} = R_{\text{max}} \text{ và } d = d_{\text{min}}.$$

Để xác định đường kính mặt cắt nguy hiểm $d_{\text{nguy hiểm}}$, coi như vào thời điểm bung dù đạt đến mặt cắt nguy hiểm, lực tác động lên vòm dù chính đạt R_{max} và vận tốc hệ thống vào lúc đó vẫn bằng V_0 . Khi đó ta có:

$$R_{\text{max}} = \rho V_0^2 c_f f_{\text{vòm}} (\text{kgf}).$$

Trong đó $c_f f_{\text{vòm}}$ - đặc trưng của vòm dù chính tại mặt cắt nguy hiểm.

Phần chưa bung của vòm dù chính có dạng ống hình nón, đáy lớn bao trùm bằng phần bung của vòm dù diện tích $f_{\text{vòm}}$ (Hình 10).

Ống hình nón chiếm 1 phần vòm dù chính, vì vậy R_{max1} luôn nhỏ hơn lực cản R_{max2} của vòm dù khi bung hoàn toàn có diện tích $f_{\text{vòm}}$. Vì thế c_f luôn luôn nhỏ hơn c_D .

Giá trị c_f có thể xác định từ công thức sau:

$$\frac{c_f}{c_D} = \frac{R_{max1}}{R_{max2}} \Rightarrow c_f = c_D \frac{R_{max1}}{R_{max2}}.$$

Ở đây, R_{max1} là tải trọng tác động lên một phần dầm được bung với diện tích bán cầu $f_{vòm}$, R_{max2} - tải trọng tác động lên vòm dầm hoàn toàn cũng với diện tích $f_{vòm}$.

Khi mở dầm ở độ cao nhỏ hệ số $c_f \approx 0,5c_D$. Xác định gần đúng diện tích phần vòm dầm chính bung ra khi tải trọng đạt giá trị lớn nhất, giả thiết rằng khi đó hệ số lực cản $c_f \approx 0,5c_D$. Xác định diện tích bán cầu $f_{vòm}$:

$$f_{vòm}^* = \frac{gR_{max1}}{\rho V_0^2 c_f} (m^2).$$

Xác định vận tốc tiếp đất khi sử dụng dầm với diện tích vòm dầm chính $f_{vòm}$:

$$V_{tiếp\,đất2} = V_{tiếp\,đất} \sqrt{\frac{F}{f_{vòm}^*}} (m/s).$$

Tải trọng lớn nhất tác động lên vòm dầm chính diện tích $f_{vòm}$:

$$R_{max2} = \frac{V_{tiếp\,đất2}^2}{8} c_D f_{vòm}^* \frac{KV_0^2 + \sqrt{f_{vòm}^*}}{K \frac{V_0^2}{\Delta} + 2\eta \sqrt{f_{vòm}^*}} (kgf).$$

Xác định giá trị gần đúng của hệ số lực cản cơ:

$$c_f = c_D \frac{R_{max1}}{R_{max2}}.$$

Giá trị chính xác của phần vòm dầm chính bung ra khi tải trọng đạt giá trị lớn nhất:

$$f_{vòm} = \frac{gR_{max1}}{\rho V_0^2 c_f} (m^2).$$

Đường kính phần vòm dầm chính bung ra khi đó

$$d_{nguy\,hiểm} = 2 \sqrt{\frac{f_{vòm}}{\pi}} (m).$$

Ứng suất lớn nhất tác động lên vòm dầm chính:

$$\sigma_{đườngmax} = \frac{R_{max}}{2d_{nguyhiem}} \left(\frac{kgf}{m} \right).$$

Ứng suất phá hủy tối thiểu của vật liệu làm vòm dù chính được xác định bằng công thức:

$$\sigma_{pháhuỷ} \geq m\sigma_{đườngmax}.$$

Ở đây m là hệ số an toàn $m = 1,5 \div 4$.

Vòm dù được giữ bằng n dây dù. Dễ dàng nhận thấy rằng dây dù đủ bền để giữ vòm dù nếu tổng lực tải chúng có thể chịu được lớn hơn m lần tải trọng lớn nhất tác động lên vòm dù. Tải trọng tác động lên dây dù được thể hiện ở Hình 11.

Dễ thấy từ Hình 11 ta có:

$$mR_{max} = m'nP\cos\alpha.$$

Với n – số dây nối vòm dù, P – tải trọng phá hủy nhỏ nhất yêu cầu đối với vật liệu làm dây dù [kgf], m' – hệ số lệch tải trên các dây dù, α – góc lệch của dây dù với phương thẳng đứng. Hệ số $m' = 0,666$ đối với trường hợp tải trọng lớn nhất tác động lên vòm dù đạt được trong quá trình bung dù, $m' = 1$ nếu tải trọng lớn nhất đạt được khi hệ thống dù đã bung và đi vào vùng khí quyển mật độ cao với vận tốc lớn. Xác định tải trọng phá hủy cần đạt được của vật liệu làm dây dù:

$$P = \frac{mR_{max}}{m'ncos\alpha} (kgf).$$

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống bung dù thu hồi, khác biệt ở chỗ, bao gồm:

nắp khoang dù (1): nằm ở phía ngoài của dù thu hồi, mở nắp khoang dù ra sẽ thấy được hộp chứa dù (2); nắp khoang dù (1) về cơ bản có dạng hình chữ nhật, được làm cong ở các góc để ôm sát thân vỏ; và trên nắp có ba vị trí mấu giữ:

mấu liên kết thứ nhất (1.1) và mấu liên kết thứ hai (1.2) ở phía cuối nắp có vai trò giữ liên kết với thân vỏ;

mấu liên kết thứ ba (1.3) ở phía đầu nắp có vai trò giữ liên kết với bộ phận mở nắp khoang dù (4) thông qua mấu giữ nắp khoang dù (4.3.4);

hộp chứa dù (2): có dạng hình trụ nhưng được uốn cong phía đuôi theo một đường cong phương trình: $y = 0,00006x^3 - 0,093x^2 + 46,641x - 7725,4$; hộp chứa dù (2) nằm ở bên trong nắp khoang dù, mở nắp khoang dù ra sẽ thấy được hộp chứa dù; hộp chứa dù (2) có chức năng chứa bộ dù (3);

bộ dù (3) bao gồm: dù chính, dù môi, các dây nối dù chính với dù môi (10) và với vật thu hồi (14) và túi dù (11); trong đó:

dù chính bao gồm vòm dù chính (12), dây dù chính (13);

dù môi bao gồm vòm dù môi (8), dây dù môi (9);

túi dù (11) chứa bộ dù chính

trong đó:

dù chính có diện tích lớn nhất, được gắn với vật thể cần thu hồi thông qua nhiều dây nối với vật thu hồi (14); trên nóc vòm dù chính (12), có gắn một vòm dù nhỏ; hai vòm dù liên kết với nhau thông qua dây nối với dù môi (10); dù môi có tác dụng kéo vòm dù chính (12) ra một cách từ từ khi bộ phận mở nắp khoang dù (4) được kích hoạt;

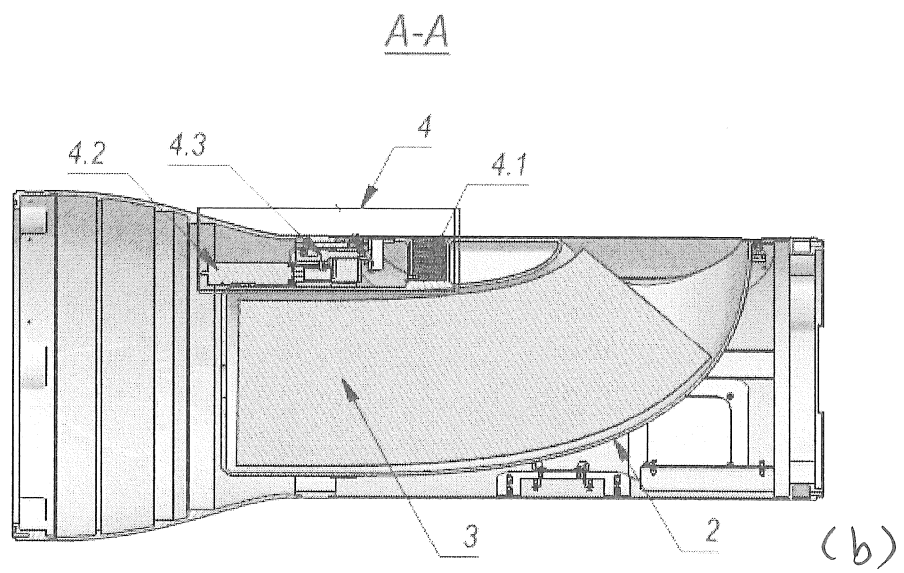
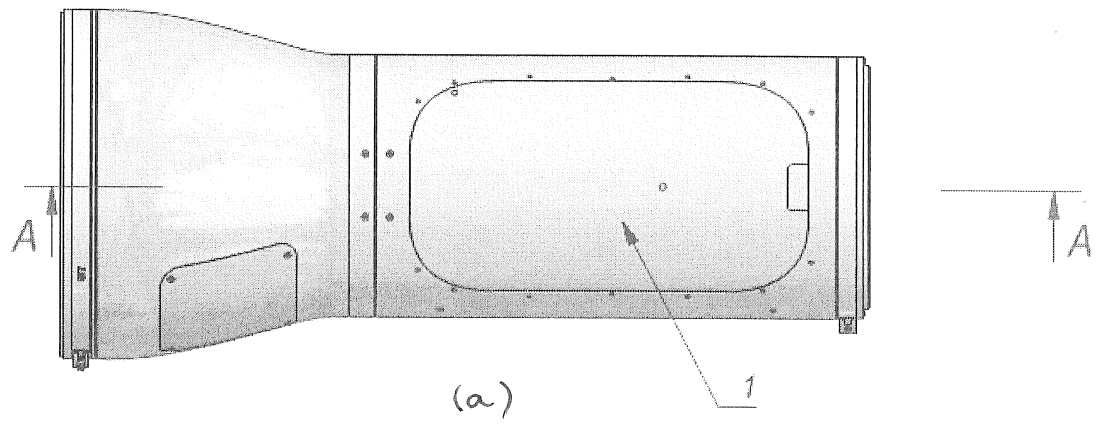
bộ phận mở nắp khoang dù (4) bao gồm: lò xo mở nắp khoang dù (4.1), máy lái (4.2), cơ cấu truyền động mở nắp khoang dù (4.3), trong đó:

lò xo mở nắp khoang dù (4.1) có chức năng đẩy nắp khoang dù ra nhờ lực đàn hồi của lò xo khi bị biến dạng, lò xo mở nắp khoang dù (4.1) nằm ở chính giữa phía trên của nắp khoang dù (1) để dễ dàng mở nắp khoang dù khi cần thiết;

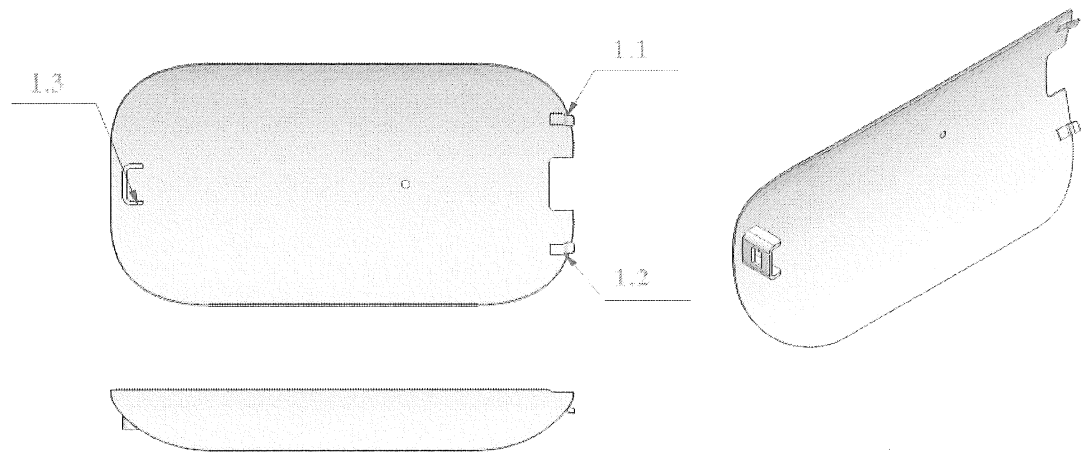
cơ cấu truyền động mở nắp khoang dù (4.3) bao gồm: trục nối có khoét rãnh (4.3.1), trục nối ngang (4.3.2), trục hành trình (4.3.3), máu giữ nắp khoang dù (4.3.4).

máy lái (4.2) có góc quay từ -45 độ đến 45 độ, được sử dụng để sinh ra mô men xoắn làm xoay trục máy lái; trục máy lái làm xoay trục nối khoét rãnh (4.3.1) để đảm bảo khi trục nối khoét rãnh xoay, trục nối ngang (4.3.2) được kéo tịnh tiến, làm trục hành trình (4.3.3) cũng tịnh tiến; trục hành trình (4.3.3) kéo máu giữ nắp khoang dù (4.3.4), làm giải phóng lò xo mở nắp khoang dù (4.1); khi lò xo được giải phóng, nó đẩy nắp khoang dù (1) bung ra, kéo theo dù mồi; dù mồi được mở và kéo dù chính từ từ ra khỏi túi dù (11).

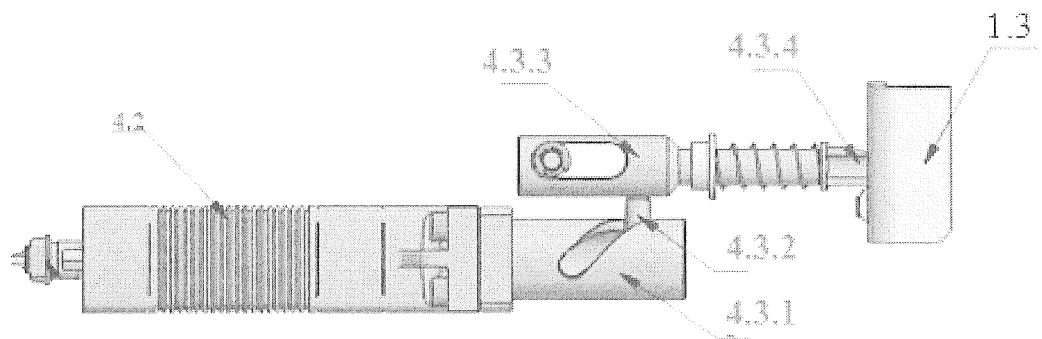
2. Hệ thống bung dù thu hồi theo điểm 1, trong đó nắp khoang dù (1) được làm từ hợp kim nhôm.
3. Hệ thống bung dù thu hồi theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 2, trong đó nắp khoang dù (1) tốt hơn là có dạng hình chữ nhật (nhưng không giới hạn ở hình dạng này), nhờ vậy giúp lợi dụng tối đa lực tác động của không khí để việc mở nắp diễn ra hiệu quả hơn (so với các hình dạng khác);
4. Hệ thống bung dù thu hồi theo một trong các điểm từ điểm 1 đến điểm 3, trong đó nắp khoang dù (1) có độ dày từ 1,5mm đến 2,5mm và có khối lượng trong khoảng từ 0,2kg đến 0,4kg.
5. Hệ thống bung dù thu hồi theo điểm 1, trong đó hộp chứa dù (2) được làm từ chất liệu nhựa như nhựa ABS, PLA.



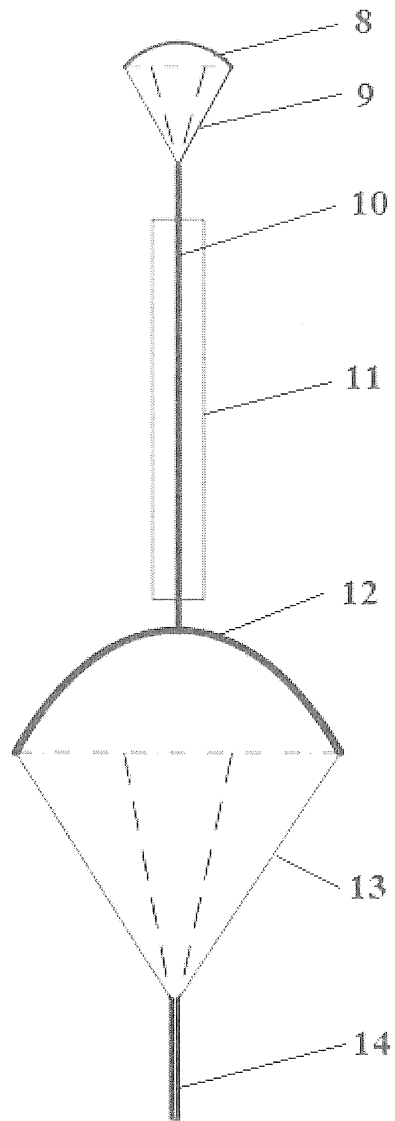
Hình 1



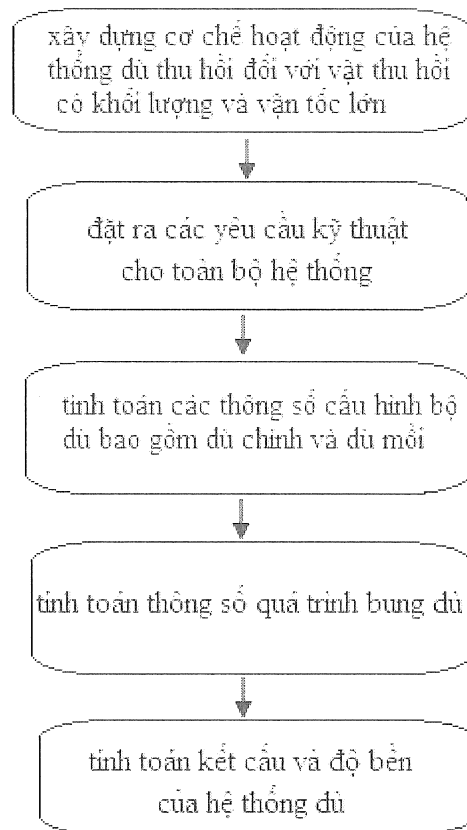
Hình 2



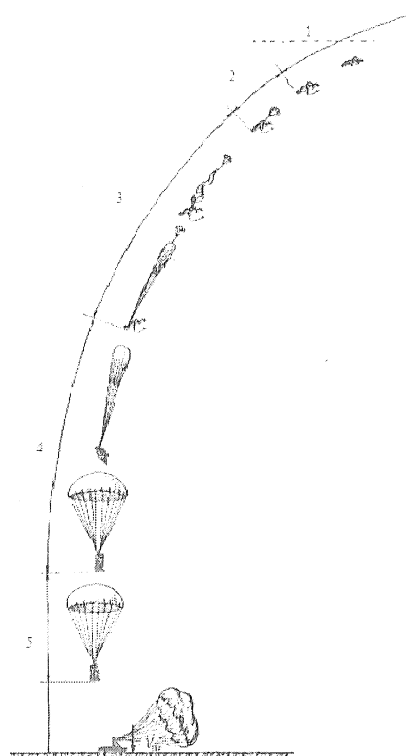
Hình 3



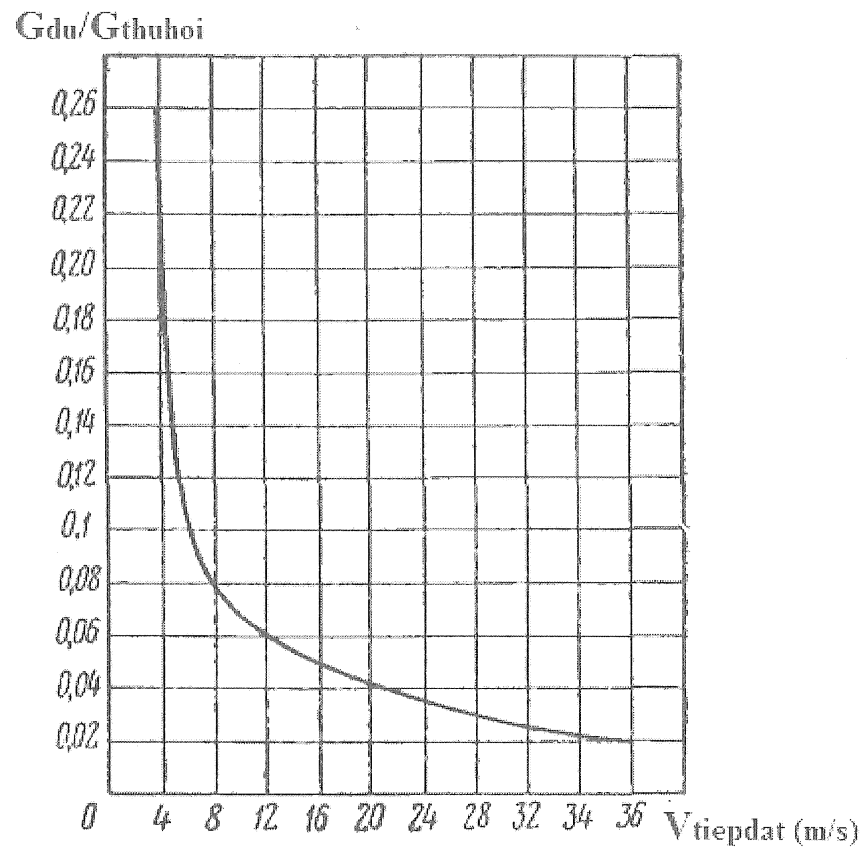
Hình 4



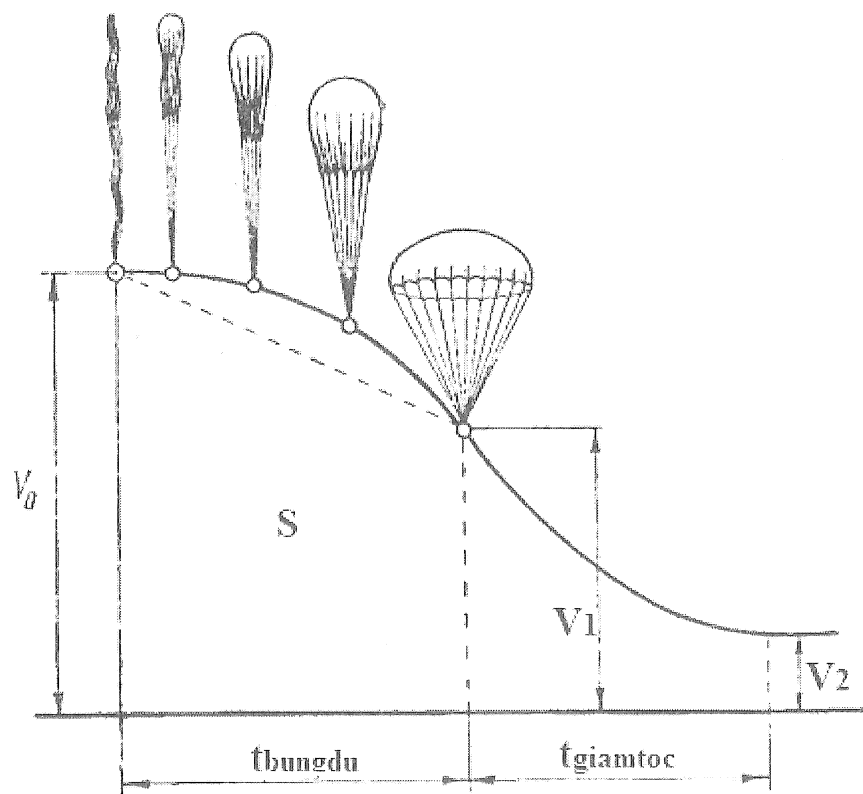
Hình 5



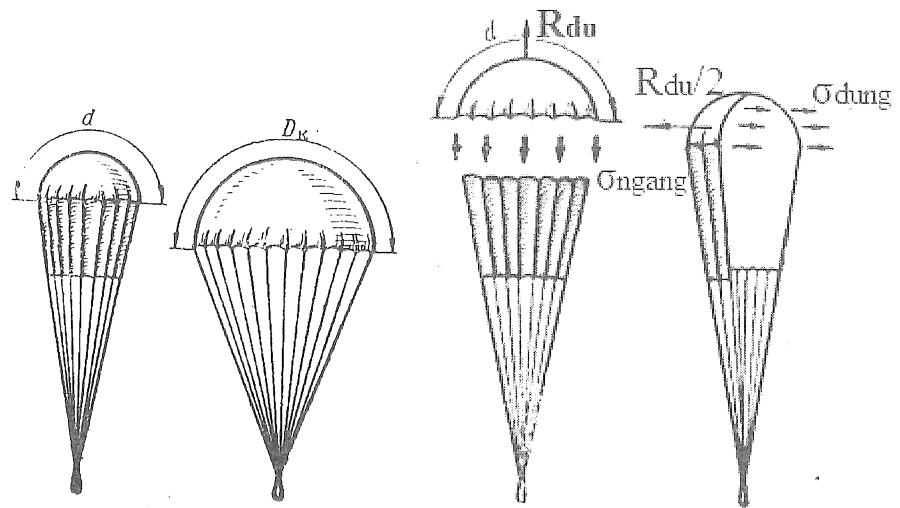
Hình 6



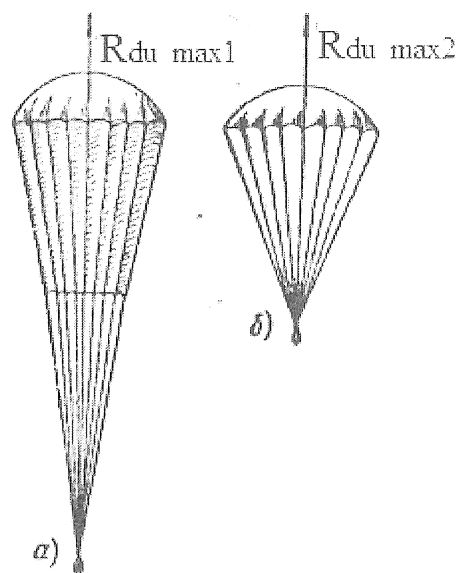
Hình 7



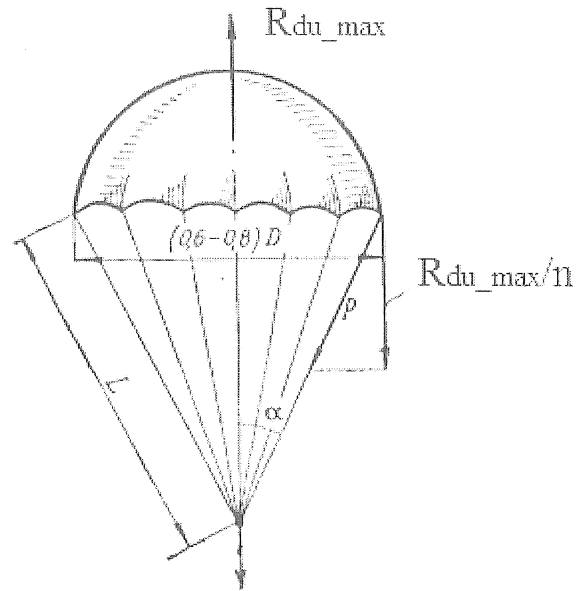
Hình 8



Hình 9



Hình 10



Hình 11