



(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)



1-0037908

(51)^{2020.01} F02C 7/26; F02N 7/00; F02C 9/00;
F02C 7/232

(13) B

(21) 1-2021-04016

(22) 01/07/2021

(45) 25/12/2023 429

(43) 27/09/2021 402

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỆN THÔNG QUÂN ĐỘI (VIETTEL) (VN)

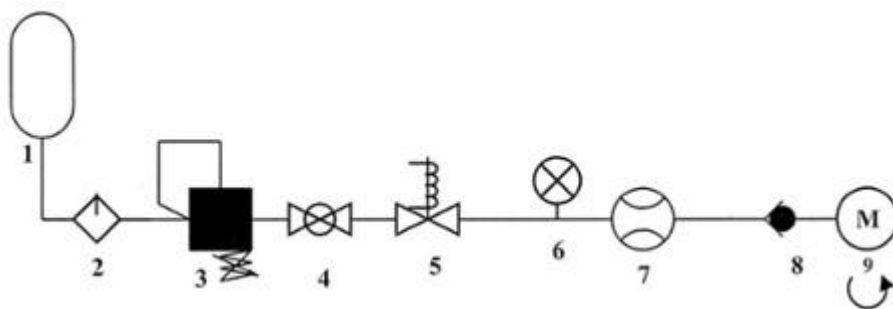
Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Bùi Xuân Long (VN); Nguyễn Phi Minh (VN); Nguyễn Quang Hải (VN); Nguyễn Quốc Huy (VN); Phạm Công Ánh (VN).

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

(54) HỆ THỐNG KHỞI ĐỘNG DÙNG KHÍ NÉN SỬ DỤNG CHO ĐỘNG CƠ PHẢN LỰC

(57) Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực bao gồm: bình tích khí nén, bộ lọc khí nén, van giảm áp, van bi (van tay), van điện từ, thiết bị đo áp suất/ cảm biến áp suất, thiết bị đo lưu lượng, van một chiều, cơ cấu khởi động động cơ. Trong đó, cơ cấu khởi động động cơ gồm hai đường ống dẫn khí nén được đặt đối xứng nhau qua trục động cơ, dẫn khí nén từ hệ thống khởi động khí nén thổi khí nén dẫn động rô-to tua bin, tạo mô men làm quay trục động cơ đến một giá trị vòng quay thích hợp để khởi động động cơ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề xuất hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực. Cụ thể, hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực được sử dụng trong lĩnh vực hàng không, vũ trụ; hàng hải, công nghiệp năng lượng, các lĩnh vực yêu cầu thiết bị cung cấp lực đẩy, công suất lớn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Động cơ phản lực không khí được biết đến là thiết bị cung cấp lực đẩy (sử dụng trong lĩnh vực vận tải dân dụng, quân sự, các thiết bị bay ...), thiết bị cung cấp mô men (động cơ máy phát điện, động cơ trục thẳng, động cơ tàu thủy...). Nguyên lý hoạt động là trục chính được dẫn động bởi tua bin, mô men từ trục chính khiến cụm máy nén quay, nén không khí đến một áp suất nhất định, đưa vào buồng cháy hòa trộn với nhiên liệu, các chất trong hỗn hợp xảy ra phản ứng hóa học, hỗn hợp nhiên liệu – không khí cháy và cung cấp năng lượng cho dòng khí dưới dạng nhiệt năng, sau đó khí cháy giãn nở qua tua bin, cung cấp công năng dẫn động tua bin tạo thành chu trình khép kín. Tuy nhiên buồng đốt động cơ chỉ có thể hoạt động khi máy nén cung cấp khí nén ở một giá trị áp suất nhất định, tương ứng một tốc độ vòng quay trục chính nhất định. Hệ thống khởi động đóng vai trò cung cấp mô men dẫn động trục động cơ đến tốc độ vòng quay yêu cầu này.

Có nhiều dạng hệ thống khởi động đã được nghiên cứu, phát triển như:

Hệ thống khởi động dùng động cơ điện/ động cơ khí dùng cơ cấu kết nối để truyền mô men vào trục chính, phương pháp khởi động này chủ yếu dùng cho động cơ có công suất nhỏ (hệ thống dùng động cơ điện), có ưu điểm là không gây nhiễu động đến đặc tính khí động của các thành phần trong động cơ, có nhược điểm là cấu tạo phức tạp, có thể gây ra ảnh hưởng bất lợi cho hoạt động của động cơ như đặc tính rung động khi hoạt động ở vòng quay lớn, nhạy cảm với tác động từ môi trường như yếu tố nhiệt độ, độ ẩm vì vậy cần bảo dưỡng, kiểm tra thường xuyên (hệ thống dùng động cơ điện).

Hệ thống khởi động khí nén dùng khí nén lưu lượng lớn thổi vào buồng đốt động cơ, sử dụng kênh dẫn khí từ buồng cháy đến sta-to tua bin, thổi vào cánh rô-to và dẫn động trục chính quay. Phương pháp này có ưu điểm là không cần hệ thống dẫn động, ít ảnh hưởng đến đặc tính rung động của động cơ, không bị ảnh hưởng bởi môi trường hoạt động, không cần bảo dưỡng thường xuyên. Nhược điểm của phương pháp

này là yêu cầu lưu lượng khí nén lớn, gây nhiều động đến hoạt động của máy nén, buồng cháy và tua bin, gây khó khăn cho việc đánh lửa, đốt cháy nhiên liệu.

Hệ thống khởi động dùng khí nén để quay động cơ từ máy nén – quay động cơ bằng sức gió: khí nén lưu lượng lớn, áp suất cao được thổi vào phía trước máy nén của động cơ, dẫn động trực động cơ quay tới vòng quay yêu cầu để khởi động động cơ. Phương pháp này thường được sử dụng để khởi động động cơ trên không, lợi dụng vận tốc bay của vật thể bay mang động cơ trong pha phóng, luồng khí chảy qua động cơ tương tự như việc thổi khí nén vào động cơ đứng yên. Ưu điểm của hệ thống là cấu tạo đơn giản, không ảnh hưởng đến các thành phần của động cơ, không cần bảo dưỡng. Nhược điểm là tốc độ khởi động phụ thuộc vào nguồn cấp khí/ vận tốc bay của vật thể mang động cơ và tốc độ khởi động thường chậm hơn so với các giải pháp khác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất một hệ thống khởi động động cơ bằng khí nén thấp áp thổi vào rô-to tua bin thông qua hai kênh dẫn đối xứng nhau qua trục động cơ. Do lá cánh của rô-to tua bin có khả năng chịu tải rất tốt (so sánh với cánh máy nén), vì vậy dải áp suất khí nén làm việc rộng hơn rất nhiều. Do kênh dẫn làm việc hiệu quả nên hệ thống yêu cầu lưu lượng khí nhỏ, nguồn cấp khí nén có thể là khí nén thấp áp nhà máy hoặc khí nén cao áp trong bình tích khí di động. Nhờ thiết kế này, hệ thống có thể dùng để khởi động động cơ ở cả hai điều kiện: khởi động mặt đất và khởi động trên không. Để đạt được mục đích trên, hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực bao gồm:

- Bình tích khí nén: là bình thép, có áp suất làm việc tối đa 200atm, có chức năng cung cấp nguồn khí nén, có khả năng cung cấp tối thiểu 40kg không khí.
- Bộ lọc khí nén: là bộ lọc dùng màng thép, độ tinh lọc đến $1\mu m$, lưu lượng thông qua lọc lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s. Bộ lọc có chức năng làm sạch nguồn khí nén.
- Van giảm áp: là van giảm áp bằng thép không gỉ, áp suất khí nén đầu vào tối đa là 200atm, áp suất khí nén đầu ra điều chỉnh được từ $5 \div 70$ atm. Có chức năng giảm áp suất của nguồn cấp khí nén.
- Van bi (van tay): là van cầu, làm bằng thép không gỉ, áp suất làm việc đến 70atm, lưu lượng không khí đi qua van lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s. Chi tiết này đóng vai trò là van khóa an toàn.
- Van điện từ: thân van bằng đồng, màng chế tạo bằng cao su, được điều khiển bằng điện, áp suất đầu vào đến 70atm, lưu lượng không khí đi qua van

lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s. Van có chức năng đóng ngắt nguồn cấp khí nén từ xa.

- Thiết bị đo áp suất/ cảm biến áp suất: cấu tạo bằng thép, cảm biến áp suất dạng màng, có áp suất đến 75atm. Thiết bị có chức năng đo áp suất nguồn cấp khí nén trên hệ thống sau van giảm áp.
- Thiết bị đo lưu lượng: thiết bị đo lưu lượng có chức năng đo lưu lượng không khí theo thời gian, thiết bị sử dụng cảm biến áp suất để đo áp suất tổng và áp suất tĩnh, từ đó tính ra lưu lượng không khí đi qua, dải đo lưu lượng không khí đi qua thiết bị từ 0,1kg/s đến 2kg/s.
- Van một chiều: có chức năng cho không khí đi qua một chiều (từ nguồn cấp khí nén đến động cơ), ngăn không khí nóng từ động cơ đi ngược trở lại làm hỏng hệ thống. Van chế tạo bằng thép không rỉ, áp suất làm việc đến 70atm, lưu lượng không khí đi qua van lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s, nhiệt độ làm việc đến 400°C.
- Cơ cấu khởi động động cơ: chế tạo bằng thép không rỉ, độ bền nhiệt và độ chịu tải cao (ví dụ SUS422), có chức năng định hướng và tăng tốc dòng không khí, lưu lượng không khí đi qua lớn đến 2kg/s.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 mô tả sơ đồ hệ thống khởi động động cơ;

Hình 2 mô tả cấu tạo chính của động cơ phản lực tích hợp cơ cấu khởi động được đề cập trong sáng chế này;

Hình 3 là hình ảnh mặt cắt tại vị trí I – I của Hình 2;

Hình 4 là hình ảnh mặt cắt tại vị trí II – II của Hình 3;

Hình 5 là hình mô tả mặt cắt thẳng đứng của một ống ven-tu-ri điển hình.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu Hình 1, hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực bao gồm các chi tiết:

- Bình tích khí nén 1: là bình thép, có áp suất làm việc tối đa 200atm, có chức năng cung cấp nguồn khí nén, có khả năng cung cấp tối thiểu 40kg không khí.
- Bộ lọc khí nén 2: là bộ lọc dùng màng thép, độ tinh lọc đến 1 μ m, lưu lượng thông qua lọc lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s. Bộ lọc có chức năng làm sạch nguồn khí nén.

- Van giảm áp 3: là van giảm áp bằng thép không gỉ, áp suất khí nén đầu vào tối đa là 200atm, áp suất khí nén đầu ra điều chỉnh được từ $5 \div 70$ atm. Có chức năng giảm áp suất của nguồn cấp khí nén.
- Van bi (van tay) 4: là van cầu, làm bằng thép không gỉ, áp suất làm việc đến 70atm, lưu lượng không khí đi qua van lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s. Chi tiết này đóng vai trò là van khóa an toàn.
- Van điện từ 5: thân van bằng đồng, màng chế tạo bằng cao su, được điều khiển bằng điện, áp suất đầu vào đến 70atm, lưu lượng không khí đi qua van lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s. Van có chức năng đóng ngắt nguồn cấp khí nén từ xa.
- Thiết bị đo áp suất/ cảm biến áp suất 6: cấu tạo bằng thép, cảm biến áp suất dạng màng, có áp suất đến 75atm. Thiết bị có chức năng đo áp suất nguồn cấp khí nén trên hệ thống sau van giảm áp.
- Thiết bị đo lưu lượng 7: thiết bị đo lưu lượng có chức năng đo lưu lượng không khí theo thời gian, thiết bị sử dụng cảm biến áp suất để đo áp suất tổng và áp suất tĩnh, từ đó tính ra lưu lượng không khí đi qua, dải đo lưu lượng không khí đi qua thiết bị từ 0,1kg/s đến 2kg/s.
- Van một chiều 8: có chức năng cho không khí đi qua một chiều (từ nguồn cấp khí nén đến động cơ), ngăn không khí nóng từ động cơ đi ngược trở lại làm hỏng hệ thống. Van chế tạo bằng thép không gỉ, áp suất làm việc đến 70atm, lưu lượng không khí đi qua van lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s, nhiệt độ làm việc đến 400°C.
- Cơ cấu khởi động động cơ 17: chế tạo bằng thép không gỉ, độ bền nhiệt và độ chịu tải cao (ví dụ SUS422), có chức năng định hướng và tăng tốc dòng không khí, lưu lượng không khí đi qua lớn đến 2kg/s.

Trong đó, khí nén đi từ bình tích khí nén 1, đi qua bộ lọc khí nén 2 để làm sạch khí; khí nén sạch đi qua van giảm áp 3 để điều chỉnh áp suất khí nén về giá trị mong muốn. Khí nén sau đó đi qua một van bi (van tay) 4 và một van điện từ 5, van bi đóng vai trò là van khóa an toàn, van điện từ giúp đóng ngắt nguồn cấp khí từ xa. Thiết bị đo áp suất/ cảm biến áp suất 6 và thiết bị đo lưu lượng 7 được sử dụng để đo lưu lượng và áp suất của dòng khí sử dụng. Van một chiều 8 có vai trò ngăn dòng khí có nhiệt độ cao khi động cơ hoạt động đi ngược lại đường ống, nhằm bảo vệ hệ thống khởi động. Sau khi đi qua van một chiều 8, dòng khí đi vào cơ cấu khởi động động cơ 17 gắn trên động cơ phản lực 9, cơ cấu này có chức năng điều chỉnh hướng, vận tốc dòng khí nén

theo yêu cầu thiết kế, thổi khí nén vào rô-to tua bin của động cơ, dẫn động động cơ đến vòng quay yêu cầu.

Tham chiếu Hình 2, trên động cơ phản lực 9 có cơ cấu khởi động động cơ 17, bên cạnh đó, trên động cơ phản lực 9 còn có rô-to máy nén 11b, sta-to máy nén 11a và sta-to tua bin 14, rô-to tua bin 15 được lắp đồng trục, rô-to máy nén 11b và rô-to tua bin 15 được kết nối với nhau thông qua trục động cơ 13. Khi hỗn hợp cháy đi ra từ buồng đốt động cơ 12 giãn nở qua tua bin động cơ hoặc khí nén được thổi vào cơ cấu khởi động động cơ 17, rô-to tua bin 15 được công của dòng khí dẫn động. Mô men quay từ rô-to tua bin 15 được truyền qua trục động cơ 13, dẫn động rô-to máy nén 11b quay. Khi máy nén hoạt động, không khí đi qua cửa hút động cơ 10 được nén lại, tăng áp suất và nhiệt độ. Dòng khí nén hòa trộn với nhiên liệu tại buồng đốt, quá trình đốt cháy hỗn hợp không khí – nhiên liệu cung cấp năng lượng cho dòng khí dưới dạng nhiệt năng. Dòng khí có áp suất, nhiệt độ cao giãn nở, truyền động năng cho tua bin động cơ, sau đó thoát ra ngoài qua ống xả của động cơ 16 để tạo lực đẩy và đưa khí thải ra ngoài, khép kín chu trình hoạt động của động cơ. Mũi tên tại A và B chỉ đường đi của không khí thông qua động cơ trong quá trình hoạt động.

Tham chiếu Hình 3 mô tả chi tiết cấu tạo tua bin của động cơ và mặt cắt ngang cơ cấu khởi động động cơ 17, tương ứng mặt cắt I – I trong Hình 2. Sta-to tua bin 14 bao gồm các lá cánh tĩnh 19 có nhiệm vụ điều chỉnh hướng dòng khí sau buồng đốt động cơ 12 đến một giá trị góc phù hợp với yêu cầu của lá cánh rô-to tua bin 20. Sau khi dòng khí giãn nở, sinh công, truyền mô men cho lá cánh rô-to tua bin 20, dòng khí đi ra ngoài động cơ thông qua ống xả của động cơ 16. Trên vành ngoài của sta-to tua bin 14, cơ cấu khởi động động cơ 17 gồm hai đường ống dẫn khí nén (đường ống dẫn khí nén thứ nhất 18a và đường ống dẫn khí nén thứ hai 18b) được thiết kế tiếp tuyến với đường tròn có tâm nằm trên trục động cơ tại một bán kính thích hợp, đặt đối xứng nhau (tạo ngẫu lực cân bằng), dẫn khí nén thổi vào dẫn động rô-to tua bin để khởi động động cơ. Thiết diện đường ống khởi động có thể là dạng tròn, e-lip hoặc hình chữ nhật. Tuy nhiên đầu kết nối cần có dạng hình trụ, được tiện ren để thuận tiện kết nối đường ống dẫn khí. Với áp suất khí nén đầu vào đủ lớn, vận tốc dòng khí tại miệng ống thổi có thể đạt giá trị trên âm. Với cùng một giá trị áp suất khí nén khởi động, kích thước và số lượng đường ống dẫn khí của hệ thống khởi động càng lớn thì công suất cấp cho tua bin động cơ càng lớn, động cơ có thể đạt đến vòng quay lớn hơn. Ngược lại, với kích thước đường ống cố định, để tăng tốc độ vòng quay tối đa của động cơ, cần tăng áp suất khí nén đầu vào. Tuy nhiên khi động cơ hoạt động, khu vực tua bin luôn làm việc tại nhiệt độ cao, nên kỹ sư thiết kế luôn muốn tối thiểu hóa kích thước

và số lượng đường khí nén khởi động để giảm thiểu ảnh hưởng của quá trình giãn nở nhiệt. Cấu hình cơ cấu khởi động cuối cùng được lựa chọn dựa trên sự cân bằng của các yêu cầu trên.

Hình 4 mô tả mặt cắt II – II trong Hình 3. Trong hình mô tả đường ống dẫn khí thứ nhất 18a được thiết kế hợp với trục chính động cơ một góc α , giá trị góc này được xác định thông qua quá trình tính toán thiết kế để tìm giá trị tối ưu cho mỗi mô hình động cơ. Thiết diện đường ống dẫn khí nén thứ nhất 18a có thể là dạng đồng nhất hoặc biến thiên theo đường đi của dòng khí để tạo ra dạng ống ven-tu-ri như trong Hình 5 để tăng tốc dòng khí, nâng cao hiệu quả quay nguội động cơ, đặc tính của ống ven-tu-ri phụ thuộc giá trị của năm tham số thiết kế $L_1, L_2, \alpha_1, \alpha_2, D$. Khí nén khởi động đi từ đường ống dẫn khí nén thứ nhất 18a theo chiều mũi tên 24, kết hợp với khí được động cơ hút vào, thổi đến tua bin qua kênh dẫn 21 giữa các lá cánh sta-to theo mũi tên 23 thổi vào lá cánh rô-to tua bin 20, dẫn động tua bin quay, thoát ra ngoài qua kênh dẫn 22. Nhờ thiết kế này, động cơ càng quay đến tốc độ cao thì hiệu quả truyền mô men cho lá cánh càng tốt do khi đó 100% dòng khí khởi động sẽ đi qua cánh rô-to và trao đổi công suất. Thông qua tính toán, đường kính đường ống khởi động không nên lớn hơn 0,8 lần độ rộng phần đỉnh cánh của rô-to tua bin.

Đồng thời hệ thống khởi động này có công dụng làm mát động cơ nhanh thông qua việc thổi trực tiếp khí nén nhiệt độ thấp, vận tốc cao vào rô-to và sta-to của tua bin; khi đó máy nén được dẫn động hút khí nén từ bên ngoài làm mát các thành phần khác của động cơ.

Hai đường ống dẫn khí nén có thể được hàn vào vành của sta-to khởi động hoặc chế tạo đồng bộ cùng sta-to tua bin thông qua phương pháp phay.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực bao gồm:

binh tích khí nén: là bình thép, có áp suất làm việc tối đa 200atm, có chức năng cung cấp nguồn khí nén, có khả năng cung cấp tối thiểu 40kg không khí;

bộ lọc khí nén: là bộ lọc dùng màng thép, độ tinh lọc đến $1\mu m$, lưu lượng thông qua lọc lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s; bộ lọc có chức năng làm sạch nguồn khí nén;

van giảm áp: là van giảm áp bằng thép không gỉ, áp suất khí nén đầu vào tối đa là 200atm, áp suất khí nén đầu ra điều chỉnh được từ $5 \div 70$ atm; có chức năng giảm áp suất của nguồn cấp khí nén;

van bi (van tay): là van cầu, làm bằng thép không gỉ, áp suất làm việc đến 70atm, lưu lượng không khí đi qua van lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s; chi tiết này đóng vai trò là van khóa an toàn;

van điện từ: thân van bằng đồng, màng chế tạo bằng cao su, được điều khiển bằng điện, áp suất đầu vào đến 70atm, lưu lượng không khí đi qua van lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s; van có chức năng đóng ngắt nguồn cấp khí nén từ xa;

thiết bị đo áp suất/ cảm biến áp suất: cấu tạo bằng thép, cảm biến áp suất dạng màng, có áp suất đến 75atm; thiết bị có chức năng đo áp suất nguồn cấp khí nén trên hệ thống sau van giảm áp;

thiết bị đo lưu lượng: thiết bị đo lưu lượng có chức năng đo lưu lượng không khí theo thời gian, thiết bị sử dụng cảm biến áp suất để đo áp suất tổng và áp suất tĩnh, từ đó tính ra lưu lượng không khí đi qua, dải đo lưu lượng không khí đi qua thiết bị từ 0,1kg/s đến 2kg/s;

van một chiều: có chức năng cho không khí đi qua một chiều (từ nguồn cấp khí nén đến động cơ), ngăn không khí nóng từ động cơ đi ngược trở lại làm hỏng hệ thống. van chế tạo bằng thép không gỉ, áp suất làm việc đến 70atm, lưu lượng không khí đi qua van lớn hơn hoặc bằng 0,5kg/s, nhiệt độ làm việc đến 400°C;

cơ cấu khởi động động cơ: chế tạo bằng thép không gỉ, độ bền nhiệt và độ chịu tải cao (ví dụ sus422), có chức năng định hướng và tăng tốc dòng không khí, lưu lượng không khí đi qua lớn đến 2kg/s.

2. Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực theo điểm 1, trong đó, cơ cấu khởi động động cơ gồm hai đường ống dẫn khí nén được đặt đối xứng nhau qua trục động cơ, dẫn khí nén từ hệ thống khởi động khí nén thổi khí nén dẫn

động rô-to tua bin, tạo mô men làm quay trục động cơ đến một giá trị vòng quay thích hợp để khởi động động cơ.

3. Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực theo điểm 2, trong đó, đường ống dẫn khí nén có thể có dạng tròn, elip hoặc hình chữ nhật; tuy nhiên đầu kết nối có dạng trụ, được tiện ren để thuận tiện kết nối đường ống dẫn khí.

4. Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực theo điểm 3, trong đó, thiết diện đường ống dẫn khí nén có thể là đồng nhất hoặc biến thiên để tạo biên dạng ống dẫn tương tự ống ven-tu-ri.

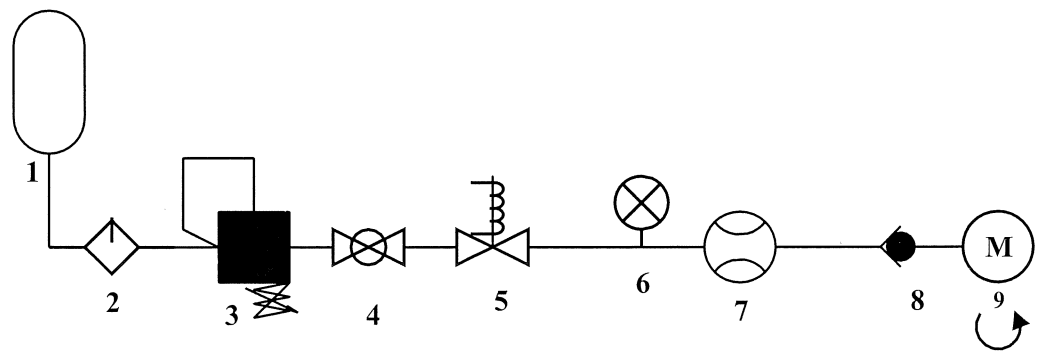
5. Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực theo điểm 4, trong đó, kích thước độ rộng đường ống dẫn khí nén có kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 0,8 lần độ phần đỉnh rộng cánh rô-to tua bin.

6. Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực theo một trong các điểm từ điểm 2 đến điểm 5, trong đó, phối trí đường ống dẫn khí nén trên vành sta-to/vỏ động cơ được đặt tiếp tuyến với đường tròn có bán kính nhỏ hơn bán kính lớn nhất của sta-to động cơ và hợp một góc α thích hợp với trục chính của động cơ.

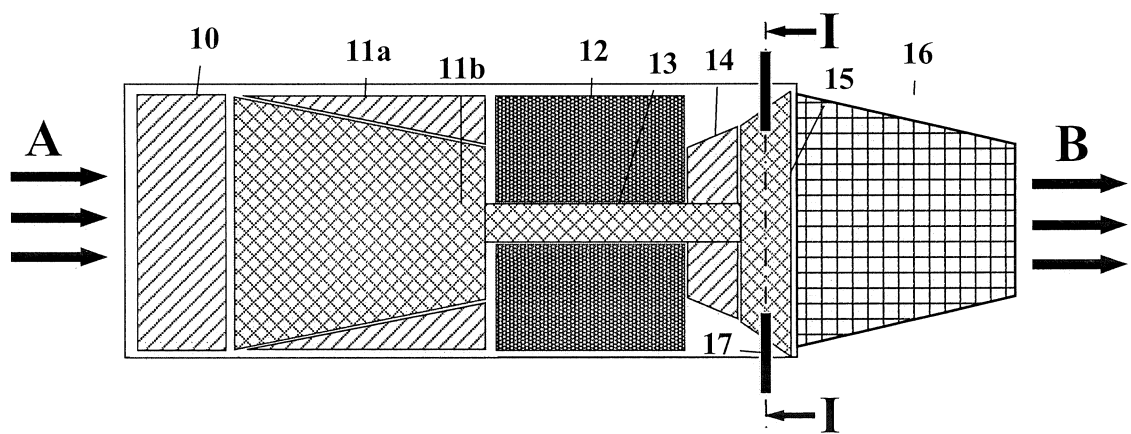
7. Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực theo điểm 2, trong đó, nguồn khí nén dùng cho cơ cấu khởi động có thể là khí nén thấp áp nhà máy hoặc khí nén trong bình tích di động, thiết bị hỏa thuật tạo khí.

8. Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực theo điểm 2, trong đó, phương pháp thay đổi tốc độ động cơ, tốc độ tăng tốc động cơ bằng cách thay đổi giá trị độ lớn áp suất nguồn cấp khí hoặc thiết diện đường ống dẫn khí nén trong cơ cấu khởi động động cơ.

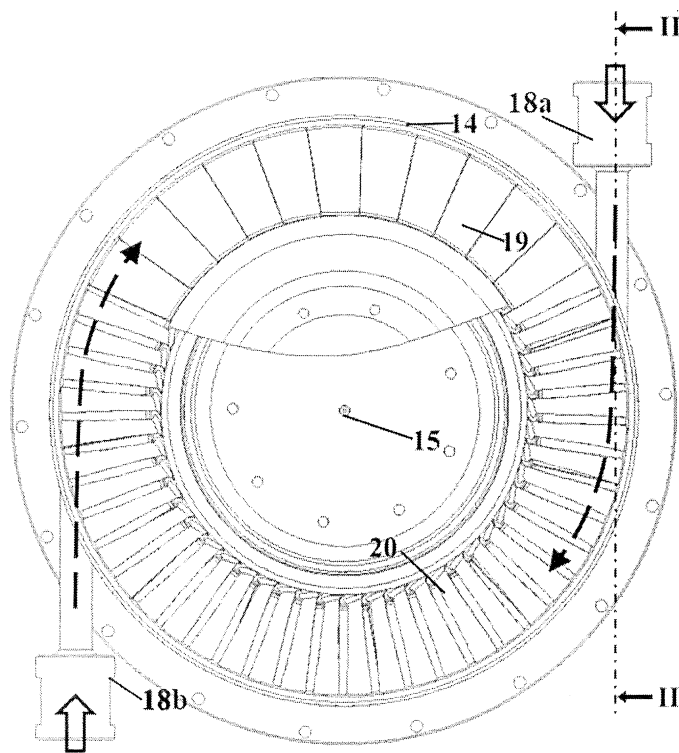
9. Hệ thống khởi động dùng khí nén sử dụng cho động cơ phản lực theo điểm 2, trong đó, phương pháp làm mát động cơ phản lực dùng khí nén thấp áp thông qua hệ thống khởi động khí nén.



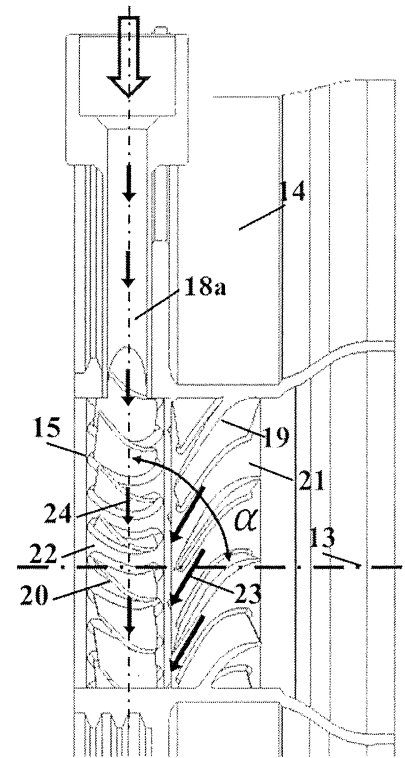
Hình 1



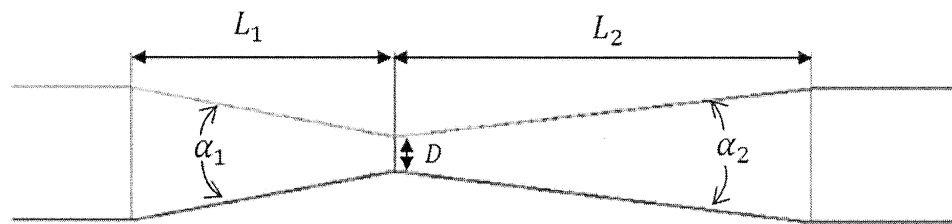
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5