



(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)



1-0053661

(51)^{2022.01} G05B 23/02; G01M 15/14

(13) B

(21) 1-2024-00543

(22) 23/01/2024

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/04/2024 433

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

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

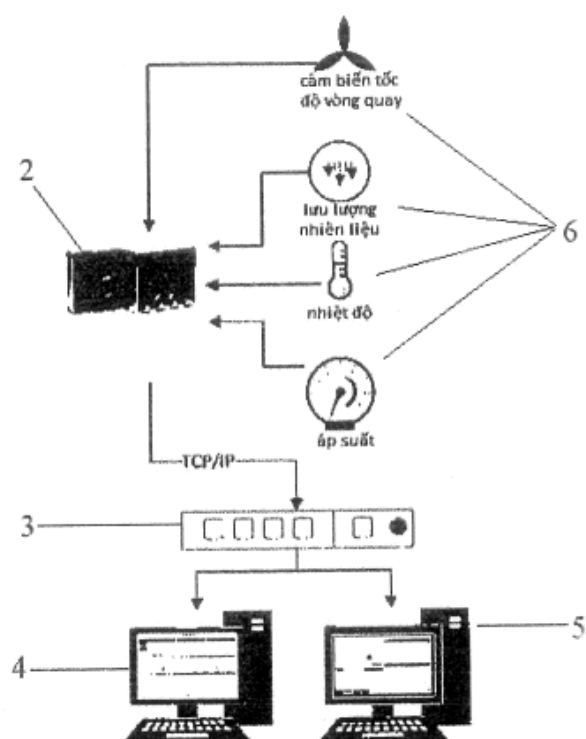
(72) NGUYỄN HUY HOÀNG (VN); BÙI VĂN SƠN (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO LƯỜNG HIỆU SUẤT ĐỘNG CƠ TUA BINH
KHÍ THEO THỜI GIAN THỰC

(21) 1-2024-00543

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp đo lường hiệu suất và đặc tính nhiệt động lực học của động cơ tua bin khí theo thời gian thực. Hệ thống bao gồm: giá thử nghiệm; bộ thu thập dữ liệu; bộ chia tín hiệu; máy tính điều khiển và máy tính phân tích hiệu suất động cơ; các cảm biến; bên cạnh đó, phương pháp tính toán hiệu suất và đặc tính nhiệt động lực học theo thời gian thực được xây dựng dựa trên các hàm tính tham số nhiệt trị riêng và hệ số đẳng entropy của dòng khí theo nhiệt độ và tỷ lệ nhiên liệu không khí, nhờ đó đưa ra kết quả có độ chính xác cao cho các tham số nhiệt động lực học của động cơ.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực. Sáng chế đề cập đến một hệ thống và phương pháp đo lường hiệu suất và đặc tính nhiệt động lực học của động cơ tua-bin khí theo thời gian thực để đánh giá các đặc tính thực tế của động cơ so với các đặc tính khi thiết kế.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các đơn sáng chế trước đây về các hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí thường nhằm mục đích đưa ra các hệ thống và phương pháp đánh giá chất lượng và mức độ xuống cấp của động cơ. Các hệ thống như vậy thường sử dụng những mô hình đặc tính của một động cơ để làm tiêu chuẩn và so sánh hiệu suất của các động cơ khác với nó. Tuy nhiên những hệ thống như vậy là không phù hợp để đánh giá đặc tính của một động cơ đang trong giai đoạn thiết kế phát triển.

Trong đơn sáng chế số US20090055105, tác giả chỉ đo lường một số tham số như nhiệt độ vào máy nén, tỷ số nén, lưu lượng nhiên liệu, từ đó tính toán và đưa ra các giá trị năng lượng của động cơ và nhiệt độ luồng xả. Nhược điểm của phương pháp này là độ chính xác phụ thuộc vào mức độ chính xác của mô hình toán học của động cơ. Tuy nhiên phương pháp xây dựng một mô hình như vậy chưa được trình bày, do đó mức độ chính xác về hiệu suất của động cơ là không chắc chắn.

Đơn sáng chế số US4215412 nêu ra một hệ thống đo lường trong đó sử dụng một số thông số vận hành khác nhau của động cơ để dự đoán giá trị của các tham số hiệu suất động cơ. Các giá trị này sau đó được so sánh với các giá trị đo thực tế để phát hiện dấu hiệu xuống cấp, hỏng hóc của động cơ. Phương pháp này không phù hợp với những động cơ đang trong quá trình phát triển do chưa có một động cơ thực tế được coi là tiêu chuẩn để đánh giá.

Đơn sáng chế số WO2013127993A1 đưa ra phương pháp xác định sự xuống cấp của động cơ theo thời gian bằng cách so sánh hiệu suất tức thời của động cơ với các dữ liệu quá khứ. Phương pháp này không phù hợp để đánh giá một động cơ đang trong quá trình phát triển.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất một hệ thống và phương pháp có khả năng phân tích theo thời gian thực các đặc tính về hiệu suất nhiệt động lực học cho động cơ tua bin khí đang trong quá trình phát triển, từ đó so sánh với các đặc tính theo thiết kế mô phỏng để đánh giá và cải tiến động cơ trên toàn bộ phạm vi hoạt động, khắc phục được các hạn chế nêu ra ở trên.

Để đạt được mục đích trên, hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực bao gồm: giá thử nghiệm động cơ có gắn các cảm biến để đo lường các tham số hoạt động của động cơ; bộ thu thập dữ liệu cảm biến theo thời gian thực; bộ chia tín hiệu; máy vi tính có chức năng phân tích hiệu suất và đặc tính nhiệt động lực học của động cơ; máy vi tính có chức năng điều khiển và hiển thị trạng thái của các cảm biến; các cảm biến trên giá thử nghiệm, bao gồm: tối thiểu một cảm biến lưu lượng nhiên liệu, một cảm biến tốc độ vòng quay động cơ, các cảm biến đo nhiệt độ và áp suất tĩnh sau máy nén, nhiệt độ và áp suất tổng sau buồng đốt, nhiệt độ sau tua bin, các cảm biến đo điều kiện môi trường bao gồm áp suất, độ ẩm, nhiệt độ.

Bên cạnh đó, phương pháp đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực được đề xuất trong sáng chế được xây dựng dựa trên các hàm tính tham số nhiệt trị riêng và hệ số đẳng entropy của dòng khí theo nhiệt độ và tỷ lệ nhiên liệu không khí, nhờ đó đưa ra kết quả có độ chính xác cao cho các tham số nhiệt động lực học của động cơ như lưu lượng khối, hệ số giãn nở nhiệt tại tua bin, nhiệt độ trung bình trước máy nén, biểu diễn các biểu đồ hoạt động của máy nén, tua bin, biểu đồ hiệu suất cháy, hiệu suất máy nén, hiệu suất tua bin, biểu đồ chu trình nhiệt entropy, enthalpy; phương pháp được thực hiện theo các bước như sau: khởi tạo các giá trị điều kiện môi trường; khởi tạo các giả định; hiển thị các đường mô phỏng trên biểu đồ hoạt động và hiệu suất của máy nén, tua bin; thực hiện vòng lặp liên tục theo thời gian thực, trong đó bao gồm các bước: liên tục nhận dữ liệu từ bộ thu thập dữ liệu cảm biến theo thời gian thực, thực hiện vòng lặp phụ tính toán dựa trên định luật cân bằng năng lượng của động cơ, thực hiện vòng lặp phụ tính toán dựa trên phương trình cân bằng công suất trục động cơ, thực hiện các phương trình tính toán các tham số nhiệt động lực học và hiệu suất các thành phần động cơ, dựa trên kết quả tính toán các bước trước đó, cập nhật và hiển thị liên tục các tham số và biểu đồ kết quả tính toán.

Trong sáng chế này, các tham số hiệu suất và đặc tính nhiệt động lực học được tính toán bao gồm: lưu lượng khối không khí và tỷ lệ nhiên liệu không khí, lưu lượng khối tổng qua tua bin, tỷ số áp suất tại tua bin, công suất của máy nén, nhiệt trị riêng của dòng khí qua

tua bin và nhiệt độ trước tua bin, hiệu suất máy nén, hiệu suất tua bin, hiệu suất cháy, tham số tải buồng đốt, enthalpy và entropy tại các điểm sau máy nén, sau buồng đốt, sau tua bin, điểm thoát của ống xả.

Các đường đặc tính của động cơ theo thiết kế và mô phỏng được hiển thị trên cùng các đồ thị làm việc của động cơ, ví dụ như biểu đồ hoạt động của máy nén, biểu đồ hoạt động của tua bin, hiệu suất tua bin, hiệu suất máy nén; trên đồ thị biểu diễn biểu đồ hoạt động của máy nén, các đường đặc tính này bao gồm đường giới hạn học khí, các đường biểu diễn điểm làm việc của động cơ tại cùng một tốc độ vòng quay; trên đồ thị biểu đồ hoạt động của tua bin, các đường đặc tính này bao gồm các đường giới hạn làm việc của tua bin tại cùng một tốc độ vòng quay; trên các đồ thị hiệu suất máy nén và hiệu suất tua bin, các đường đặc tính này bao gồm các đường biểu diễn hiệu suất của máy nén và hiệu suất tua bin tại cùng một tốc độ vòng quay; dựa vào điểm làm việc thực tế của động cơ và vị trí của nó so với các đường đặc tính theo mô phỏng, ta có thể đưa ra các nhận xét về hiệu suất và đặc tính làm việc của động cơ.

Theo một phương án khác, sáng chế đề cập tới hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực trong đó:

Các biểu đồ biểu diễn hiệu suất và điểm làm việc của động cơ trong đó biểu diễn các điểm làm việc tức thời của động cơ, các điểm làm việc động cơ đã trải qua trong cùng phiên nổ máy và các đường cố định biểu diễn kết quả tính toán nhiệt động lực học theo thiết kế của động cơ; điểm làm việc tức thời được liên tục cập nhật theo thời gian thực và có thể quan sát được sự chuyển động của nó khi trạng thái hoạt động của động cơ thay đổi; các điểm làm việc động cơ đã trải qua được biểu diễn bằng các điểm rời rạc cách đều nhau, nhờ đó có thể quan sát được xu hướng và đặc tính mà động cơ thể hiện trong toàn bộ quá trình nổ máy.

Theo một phương án khác, sáng chế đề cập tới hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực trong đó:

Các kết quả tính toán của hệ thống dưới dạng tham số nhiệt động lực học được hiển thị cập nhật liên tục theo thời gian thực và lưu dưới dạng báo cáo, từ đó giúp phân tích chuyên sâu các đặc tính của động cơ, ví dụ như khả năng hoạt động của máy nén, tua bin, khả năng phối hợp làm việc của máy nén và tua bin trong toàn bộ phạm vi hoạt động, các điểm hoạt động bất thường khi tua bin và máy nén chưa phối hợp tốt với nhau; sự suy giảm hiệu suất của từng bộ phận trong động cơ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ kết nối các thành phần trong hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực;

Hình 2 là biểu đồ hoạt động của máy nén theo thời gian thực;

Hình 3 là biểu đồ hiệu suất máy nén của động cơ tua bin khí theo thời gian thực;

Hình 4 là biểu đồ hoạt động của tua bin theo thời gian thực;

Hình 5 là biểu đồ hiệu suất làm việc của tua bin theo thời gian thực;

Hình 6 là biểu đồ hiệu suất cháy của buồng đốt động cơ tua bin khí theo thời gian thực.

Hình 7 là vòng lặp tính toán dựa trên định luật bảo toàn năng lượng của động cơ

Hình 8 là vòng lặp tính toán dựa trên phương trình cân bằng công suất trục của động cơ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, các hình vẽ này nhằm mục đích minh họa các phương án của sáng chế mà không làm giới hạn phạm vi bảo hộ sáng chế.

Hình 1 mô tả sơ đồ kết nối các thành phần trong hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực. Hệ thống bao gồm:

Giá thử nghiệm 1 có gắn các cảm biến 6 để đo lường các tham số hoạt động của động cơ, trên giá có các vị trí gá lắp và cố định động cơ, giá làm bằng kim loại được sơn tĩnh điện để chống dẫn điện, giá được tiếp địa để chống nhiễu cho các cảm biến.

Bộ thu thập dữ liệu 2: thu thập các dữ liệu được đưa về từ các cảm biến 6, tại đây các dữ liệu này được đồng bộ hóa về thời gian, lọc nhiễu, sau đó bộ thu thập dữ liệu 2 đưa ra một bản tin về trạng thái động cơ và đẩy bản tin về bộ chia tín hiệu. Cụ thể, bộ thu thập dữ liệu 2 thu thập dữ liệu theo thời gian thực có thể được lập trình tích hợp các bộ lọc tín hiệu cảm biến để xử lý nhiễu tín hiệu, nhưng vẫn đảm bảo độ nhạy để ghi lại chính xác các sự kiện đặc biệt trong quá trình hoạt động của động cơ, ví dụ như hiện tượng mất áp suất tại máy nén do thất tốc; đồng thời bộ thu thập dữ liệu 2 theo thời gian thực cần đảm bảo các dữ liệu cảm biến được đồng bộ về mặt thời gian và được truyền không gián đoạn đến các máy tính điều khiển 4, máy tính phân tích hiệu suất động cơ 5.

Bộ chia tín hiệu 3 để gửi bản tin về trạng thái động cơ đồng thời về máy tính điều khiển 4 và máy tính phân tích hiệu suất động cơ 5.

Máy tính phân tích hiệu suất động cơ 5: có chức năng phân tích hiệu suất và đặc tính nhiệt động lực học của động cơ, máy tính này có gắn bộ phận xử lý đồ họa để hiển thị được các biểu đồ theo thời gian thực.

Máy tính điều khiển 4 có chức năng điều khiển và hiển thị trạng thái của các cảm biến.

Các loại cảm biến 6 gắn trên động cơ bao gồm cảm biến tốc độ vòng quay động cơ, cảm biến lưu lượng nhiên liệu, các cảm biến nhiệt độ và áp suất tại các điểm khác nhau như trước động cơ, sau máy nén, sau buồng đốt, sau tua bin, và cảm biến đo điều kiện môi trường bao gồm áp suất, độ ẩm, nhiệt độ.

Biểu đồ hoạt động của máy nén theo thời gian thực được mô tả trong Hình 2 trong đó trục tung biểu diễn tỷ số nén của máy nén, trục hoành biểu diễn lưu lượng khối không khí qua máy nén. Các đường cong cách nhau trên đồ thị là các đường làm việc của động cơ theo thiết kế và mô phỏng nhiệt động lực học. Đường nối đỉnh các đường cong là đường giới hạn làm việc của máy nén. Các điểm hình sao nhỏ biểu diễn các điểm làm việc máy nén đã trải qua. Điểm hình tam giác lớn biểu diễn điểm hoạt động hiện tại của máy nén.

Biểu đồ hiệu suất máy nén của động cơ tua bin khí theo thời gian thực được mô tả trong Hình 3, trong đó trục tung biểu diễn hiệu suất của máy nén, trục hoành biểu diễn lưu lượng khối không khí qua máy nén. Các đường cong biểu diễn các đường mô phỏng hiệu suất máy nén theo các tốc độ vòng quay khác nhau. Các điểm hình chấm nhỏ biểu diễn các điểm làm việc máy nén đã trải qua. Điểm hình tam giác lớn biểu diễn điểm hoạt động hiện tại của máy nén.

Hình 4 biểu diễn biểu đồ hoạt động của tua bin theo thời gian thực trong đó trục tung biểu diễn lưu lượng khối giảm qua tua bin, trục hoành biểu diễn tỷ lệ áp suất qua tua bin. Các đường cong sát nhau biểu diễn các đường giới hạn hoạt động theo mô phỏng tại các tốc độ vòng quay khác nhau. Các điểm hình chấm nhỏ biểu diễn các điểm làm việc tua bin đã trải qua. Điểm hình tam giác lớn biểu diễn điểm hoạt động hiện tại của tua bin.

Hình 5 biểu diễn biểu đồ hiệu suất làm việc của tua bin trong đó trục tung biểu diễn hiệu suất của tua bin, trục hoành biểu diễn tỷ lệ áp suất qua tua bin. Các đường cong biểu diễn các đường mô phỏng hiệu suất của tua bin tại các tốc độ vòng quay khác nhau. Các điểm hình chấm nhỏ biểu diễn các điểm làm việc tua bin đã trải qua. Điểm hình tam giác lớn biểu diễn điểm hoạt động hiện tại của tua bin.

Hình 6 biểu diễn biểu đồ hiệu suất cháy của buồng đốt động cơ tua bin khí trong đó trục tung biểu diễn hiệu suất cháy của buồng đốt, trục hoành biểu diễn hệ số tải của buồng đốt. Các điểm chấm nhỏ biểu diễn các điểm làm việc buồng đốt đã trải qua. Điểm hình tam giác lớn biểu diễn điểm hoạt động hiện tại của buồng đốt.

Hình 7 biểu diễn quá trình tính toán theo vòng lặp dựa trên định luật bảo toàn năng lượng đối với động cơ, trong đó giả sử rằng năng lượng đi vào động cơ thông qua lưu lượng khối khí và nhiệt lượng từ nhiên liệu bằng với năng lượng đi ra khỏi ống xả động cơ.

Hình 8 biểu diễn quá trình tính toán dựa trên phương trình cân bằng công suất trục của động cơ, trong đó giả sử công suất của tua bin nhân với hệ số hiệu suất cơ khí bằng công suất của máy nén.

Theo khía cạnh thứ nhất, tham chiếu Hình 1, sáng chế đề xuất hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực bao gồm: giá thử nghiệm 1; bộ thu thập dữ liệu; bộ chia tỉ hiệu 3; máy tính điều khiển 4 và máy tính phân tích hiệu suất động cơ 5; các cảm biến 6. Các bộ phận này đã được mô tả chi tiết ở trên.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực có đặc điểm:

Được xây dựng dựa trên các hàm tính tham số nhiệt trị riêng và hệ số đẳng entropy của dòng khí theo nhiệt độ và tỷ lệ nhiên liệu không khí, quá trình tính toán theo thời gian thực dựa trên các định luật bảo toàn năng lượng và cân bằng công suất trục động cơ, nhờ đó đưa ra kết quả có độ chính xác cao cho các tham số nhiệt động lực học của động cơ như lưu lượng khối, hệ số giãn nở nhiệt tại tua bin, nhiệt độ trung bình trước máy nén, biểu diễn các biểu đồ hoạt động của máy nén, tua bin, biểu đồ hiệu suất cháy, hiệu suất máy nén, hiệu suất tua bin, biểu đồ chu trình nhiệt entropy, enthalpy; chương trình tính toán được thực hiện theo các bước như sau:

Bước 1: khởi tạo các giá trị điều kiện môi trường dựa theo các giá trị từ cảm biến đo trạng thái môi trường như áp suất, nhiệt độ, độ ẩm;

Bước 2: khởi tạo các giả định bao gồm giả định về giá trị hiệu suất cơ khí của trục động cơ và giả định giá trị nhiệt độ luồng xả trung bình bằng trung bình cộng của giá trị các cảm biến đo nhiệt độ luồng xả;

Bước 3: hiển thị các đường mô phỏng từ thiết kế khí động của động cơ trên biểu đồ hoạt động và biểu đồ hiệu suất của máy nén, tua bin;

Bước 4: thực hiện vòng lặp liên tục theo thời gian thực, trong đó bao gồm các bước:

Bước 4.1: liên tục nhận dữ liệu từ bộ thu thập dữ liệu cảm biến theo thời gian thực;

Bước 4.2: thực hiện vòng lặp phụ tính toán dựa trên định luật cân bằng năng lượng của động cơ. Định luật này giả sử rằng năng lượng ra khỏi động cơ bằng với năng lượng đi vào động cơ, từ đó xây dựng được các phương trình và vòng lặp tính toán như trong Hình 7 cho đến khi các kết quả hội tụ. Các ký hiệu của các biến trong phương trình đều là ký hiệu tiêu chuẩn và phổ biến trong nhiệt động lực học;

Bước 4.3: thực hiện vòng lặp phụ tính toán dựa trên phương trình cân bằng công suất trục động cơ. Phương trình này giả sử công suất của tua bin nhân với hệ số hiệu suất cơ khí bằng công suất của máy nén. Từ đó suy ra các công thức và quá trình tính toán như trong Hình 8.

Bước 4.4: thực hiện các phương trình tính toán các tham số nhiệt động lực học và hiệu suất các thành phần động cơ, dựa trên kết quả tính toán ở bước 4.2 và bước 4.3, bao gồm các phương trình tính lưu lượng khối rút gọn qua tua bin:

$$W_{red_T} = [(W_2 + W_f)\sqrt{Tt_4}]/Pt_4$$

tỷ lệ áp suất qua tua bin:

$$Pr_T = 1/\left(\frac{Tt_5^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}}{Tt_4}\right)$$

hiệu suất máy nén:

$$\eta_{is,c} = \left[\left(\frac{Pt_3}{Pt_2} \right)^{\frac{\gamma_c-1}{\gamma_c}} - 1 \right] / \left(\frac{Tt_3}{Tt_2} - 1 \right)$$

hiệu suất tua bin:

$$\eta_T = \frac{PW_c}{\eta_m(Tt_4Cp_4 - Tt_5Cp_5)W_4}$$

hiệu suất cháy:

$$\eta_B = \frac{(1+f)Cp_B Tt_4 - Cp_B Tt_3}{fQ}$$

tải buồng đốt:

$$\Theta = \frac{Pt_3^{1.75} e^{Tt_3/300}}{W_3} 10^{-4}$$

entropy tại các điểm:

$$S_X = S_{ref} + Cp_{X,ref} \ln \left(\frac{Tt_X}{Tt_{ref}} \right) - R \ln \left(\frac{Pt_X}{Pt_{ref}} \right)$$

enthalpy tại các điểm:

$$Ht_X = \int_{X_{ref}}^X C_{p_X} dX$$

Bước 4.5: cập nhật và hiển thị liên tục các tham số và biểu đồ kết quả tính toán trên màn hình giao diện phần mềm chương trình phân tích hiệu suất động cơ;

Trong đó, các tham số hiệu suất và đặc tính nhiệt động lực học được tính toán bao gồm: lưu lượng khối không khí và tỷ lệ nhiên liệu không khí, lưu lượng khối tổng qua tua bin, tỷ số áp suất tại tua bin, công suất của máy nén, nhiệt trị riêng của dòng khí qua tua bin và nhiệt độ trước tua bin, hiệu suất máy nén, hiệu suất tua bin, hiệu suất cháy, tham số tải buồng đốt, enthalpy và entropy tại các điểm sau máy nén, sau buồng đốt, sau tua bin, điểm thoát của ống xả.

Theo khía cạnh tiếp theo, sáng chế đề xuất hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực trong đó:

Các đường đặc tính của động cơ theo thiết kế và mô phỏng được hiển thị trên cùng các đồ thị làm việc của động cơ, ví dụ như biểu đồ hoạt động của máy nén, biểu đồ hoạt động của tua bin, hiệu suất tua bin, hiệu suất máy nén; trên đồ thị biểu diễn biểu đồ hoạt động của máy nén, các đường đặc tính này bao gồm đường giới hạn học khí, các đường biểu diễn điểm làm việc của động cơ tại cùng một tốc độ vòng quay; trên đồ thị biểu đồ hoạt động của tua bin, các đường đặc tính này bao gồm các đường giới hạn làm việc của tua bin tại cùng một tốc độ vòng quay; trên các đồ thị hiệu suất máy nén và hiệu suất tua bin, các đường đặc tính này bao gồm các đường biểu diễn hiệu suất của máy nén và hiệu suất tua bin tại cùng một tốc độ vòng quay; dựa vào điểm làm việc thực tế của động cơ và vị trí của nó so với các đường đặc tính theo mô phỏng, ta có thể đưa ra các nhận xét về hiệu suất và đặc tính làm việc của động cơ.

Theo khía cạnh tiếp theo, sáng chế đề xuất hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực trong đó:

Các biểu đồ biểu diễn hiệu suất và điểm làm việc của động cơ trong đó biểu diễn các điểm làm việc tức thời của động cơ, các điểm làm việc động cơ đã trải qua trong cùng phiên nổ máy và các đường cố định biểu diễn kết quả tính toán nhiệt động lực học theo thiết kế của động cơ; điểm làm việc tức thời được liên tục cập nhật theo thời gian thực và có thể quan sát được sự chuyển động của nó khi trạng thái hoạt động của động cơ thay đổi; các điểm làm việc động cơ đã trải qua được biểu diễn bằng các điểm rời rạc cách đều nhau, nhờ

đó có thể quan sát được xu hướng và đặc tính mà động cơ thể hiện trong toàn bộ quá trình nổ máy. .

Theo khía cạnh tiếp theo, sáng chế đề xuất hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực trong đó:

Các kết quả tính toán của hệ thống dưới dạng tham số nhiệt động lực học được hiển thị cập nhật liên tục theo thời gian thực và lưu dưới dạng báo cáo, từ đó giúp phân tích chuyên sâu các đặc tính của động cơ, ví dụ như khả năng hoạt động của máy nén, tua bin, khả năng phối hợp làm việc của máy nén và tua bin trong toàn bộ phạm vi hoạt động, các điểm hoạt động bất thường khi tua bin và máy nén chưa phối hợp tốt với nhau; sự suy giảm hiệu suất của từng bộ phận trong động cơ. .

Khi một động cơ mới được thiết kế chế tạo, nó cần được đánh giá so sánh đặc tính và hiệu suất trong thực tế so với tính toán mô phỏng và thiết kế. Theo phương án ưu tiên, hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực được nêu ở sáng chế này có thể đưa ra các phân tích tức thời và đảm bảo chính xác về hiệu suất động cơ và được hiển thị, so sánh với các biểu đồ đặc tính và hiệu suất theo thiết kế để từ đó phát hiện ra các điểm làm việc bất thường, sự khác nhau về hiệu suất thiết kế và thực tế của từng thành phần trong động cơ.

Nhờ kết quả phân tích từ hệ thống đo lường hiệu suất động cơ theo sáng chế này, có thể đưa ra các đánh giá chính xác về những điểm cần cải tiến tại từng bộ phận và từng điểm làm việc trong động cơ tua bin khí, từ đó giúp sáng tỏ các vấn đề trong quá trình thiết kế chế tạo động cơ tiết kiệm thời gian, chi phí nghiên cứu phát triển.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực giúp so sánh đặc tính của động cơ thực tế và theo thiết kế, từ đó phát hiện các vấn đề trong quá trình nghiên cứu phát triển động cơ tua bin khí, giúp tiết kiệm thời gian, chi phí nghiên cứu phát triển động cơ.

Mặc dù các mô tả nêu trên chứa nhiều chi tiết cụ thể, chúng không được coi là giới hạn về phương án thực thi sáng chế, mà chỉ nhằm mục đích minh họa một số phương án thực thi được ưu tiên.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực bao gồm:

giá thử nghiệm có gắn các cảm biến để đo lường các tham số hoạt động của động cơ, trên giá có các vị trí giá lắp và cố định động cơ, giá làm bằng kim loại được sơn tĩnh điện để chống dẫn điện, giá được tiếp địa để chống nhiễu cho các cảm biến;

bộ thu thập dữ liệu thu thập các dữ liệu được đưa về từ các cảm biến, tại đây các dữ liệu này được đồng bộ hóa về thời gian, lọc nhiễu, sau đó bộ thu thập dữ liệu đưa ra một bản tin về trạng thái động cơ và đẩy bản tin về bộ chia tín hiệu; cụ thể, bộ thu thập dữ liệu thu thập dữ liệu theo thời gian thực có thể được lập trình tích hợp các bộ lọc tín hiệu cảm biến để xử lý nhiễu tín hiệu, nhưng vẫn đảm bảo độ nhạy để ghi lại chính xác các sự kiện đặc biệt trong quá trình hoạt động của động cơ, ví dụ như hiện tượng mất áp suất tại máy nén do thất tốc; đồng thời bộ thu thập dữ liệu theo thời gian thực cần đảm bảo các dữ liệu cảm biến được đồng bộ về mặt thời gian và được truyền không gián đoạn đến các máy tính điều khiển, máy tính phân tích hiệu suất động cơ;

bộ chia tín hiệu để gửi bản tin về trạng thái động cơ đồng thời về máy tính điều khiển và máy tính phân tích hiệu suất động cơ;

máy tính phân tích hiệu suất động cơ: có chức năng phân tích hiệu suất và đặc tính nhiệt động lực học của động cơ, máy tính này có gắn bộ phận xử lý đồ họa để hiển thị được các biểu đồ theo thời gian thực;

máy tính điều khiển có chức năng điều khiển và hiển thị trạng thái của các cảm biến;

các loại cảm biến gắn trên động cơ bao gồm cảm biến tốc độ vòng quay động cơ, cảm biến lưu lượng nhiên liệu, các cảm biến nhiệt độ và áp suất tại các điểm khác nhau như trước động cơ, sau máy nén, sau buồng đốt, sau tua bin, và cảm biến đo điều kiện môi trường bao gồm áp suất, độ ẩm, nhiệt độ.

2. Hệ thống đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực theo điểm 1, trong đó:

các kết quả tính toán của hệ thống dưới dạng tham số nhiệt động lực học được hiển thị cập nhật liên tục theo thời gian thực và lưu theo miền thời gian, từ đó giúp phân tích chuyên sâu các đặc tính của động cơ, ví dụ như khả năng hoạt động của máy nén, tua bin, khả năng phối hợp làm việc của máy nén và tua bin trong toàn bộ phạm vi hoạt động, các điểm hoạt động bất thường khi tua bin và máy nén chưa phối hợp tốt với nhau; sự suy giảm hiệu suất của từng bộ phận trong động cơ.

3. Phương pháp đo lường hiệu suất động cơ tua bin khí theo thời gian thực, bao gồm:

bước 1: khởi tạo các giá trị điều kiện môi trường dựa theo các giá trị từ cảm biến đo trạng thái môi trường như áp suất, nhiệt độ, độ ẩm;

bước 2: khởi tạo các giá định bao gồm giá định về giá trị hiệu suất cơ khí của trục động cơ và giá định giá trị nhiệt độ luồng xả trung bình bằng trung bình cộng của giá trị các cảm biến đo nhiệt độ luồng xả;

bước 3: hiển thị các đường mô phỏng từ thiết kế khí động của động cơ trên biểu đồ hoạt động và biểu đồ hiệu suất của máy nén, tua bin;

bước 4: thực hiện vòng lặp liên tục theo thời gian thực, trong đó bao gồm các bước:

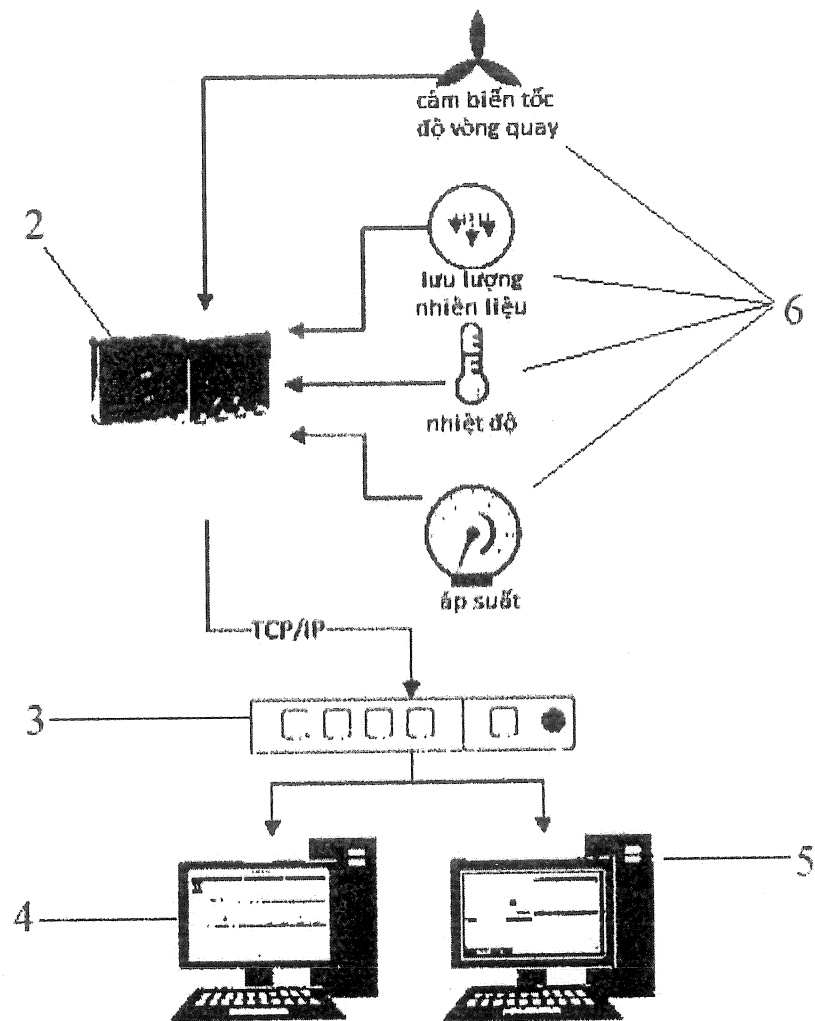
bước 4.1: liên tục nhận dữ liệu từ bộ thu thập dữ liệu cảm biến theo thời gian thực;

bước 4.2: thực hiện vòng lặp phụ tính toán dựa trên định luật cân bằng năng lượng của động cơ; định luật này giả sử rằng năng lượng ra khỏi động cơ bằng với năng lượng đi vào động cơ, từ đó xây dựng được các phương trình và vòng lặp tính toán;

bước 4.3: thực hiện vòng lặp phụ tính toán dựa trên phương trình cân bằng công suất trục động cơ; phương trình này giả sử công suất của tua bin nhân với hệ số hiệu suất cơ khí bằng công suất của máy nén; từ đó suy ra các công thức và quá trình tính toán;

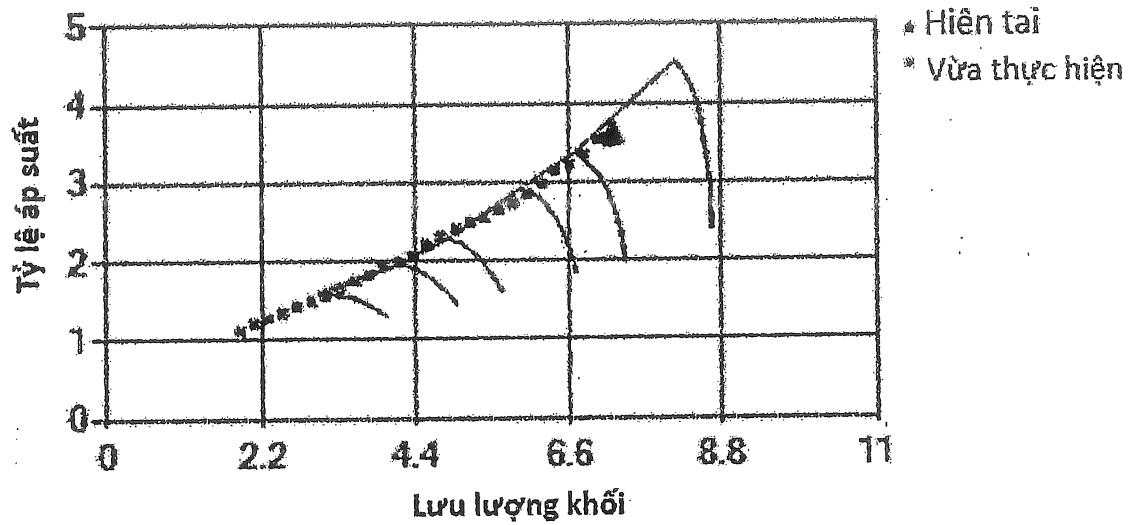
bước 4.4: thực hiện các phương trình tính toán các tham số nhiệt động lực học và hiệu suất các thành phần động cơ, dựa trên kết quả tính toán ở bước 4.2 và bước 4.3, bao gồm các phương trình tính lưu lượng khối rút gọn qua tua bin, tỷ lệ áp suất qua tua bin, hiệu suất máy nén, hiệu suất tua bin, hiệu suất cháy, tải buồng đốt, entropy tại các điểm, enthalpy tại các điểm.

bước 4.5: cập nhật và hiển thị liên tục các tham số và biểu đồ kết quả tính toán trên màn hình giao diện phần mềm chương trình phân tích hiệu suất động cơ; trong đó, các tham số hiệu suất và đặc tính nhiệt động lực học được tính toán bao gồm: lưu lượng khối không khí và tỷ lệ nhiên liệu không khí, lưu lượng khối tổng qua tua bin, tỷ số áp suất tại tua bin, công suất của máy nén, nhiệt trị riêng của dòng khí qua tua bin và nhiệt độ trước tua bin, hiệu suất máy nén, hiệu suất tua bin, hiệu suất cháy, tham số tải buồng đốt, enthalpy và entropy tại các điểm sau máy nén, sau buồng đốt, sau tua bin, điểm thoát của ống xả.



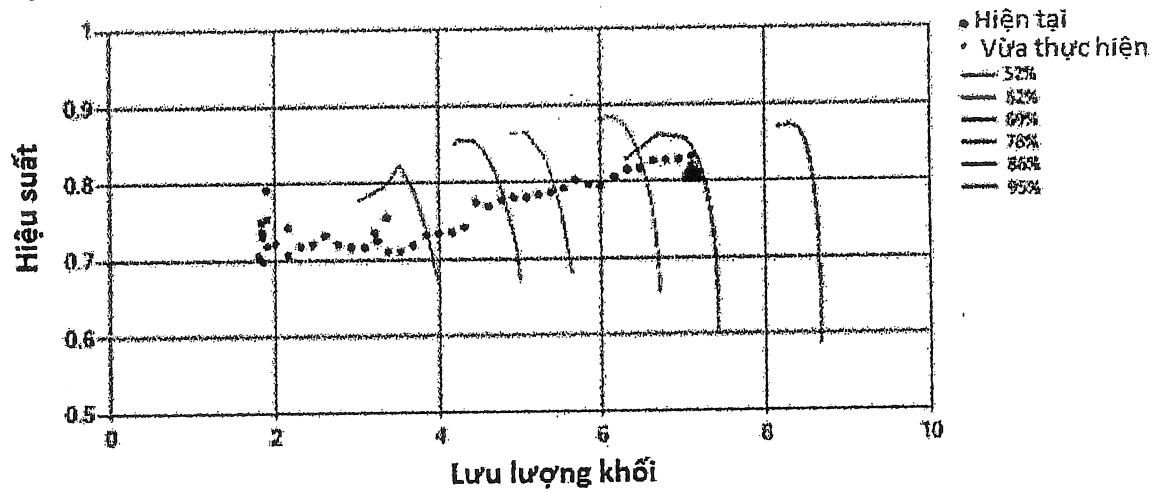
Hình 1

Biểu đồ hoạt động của máy nén



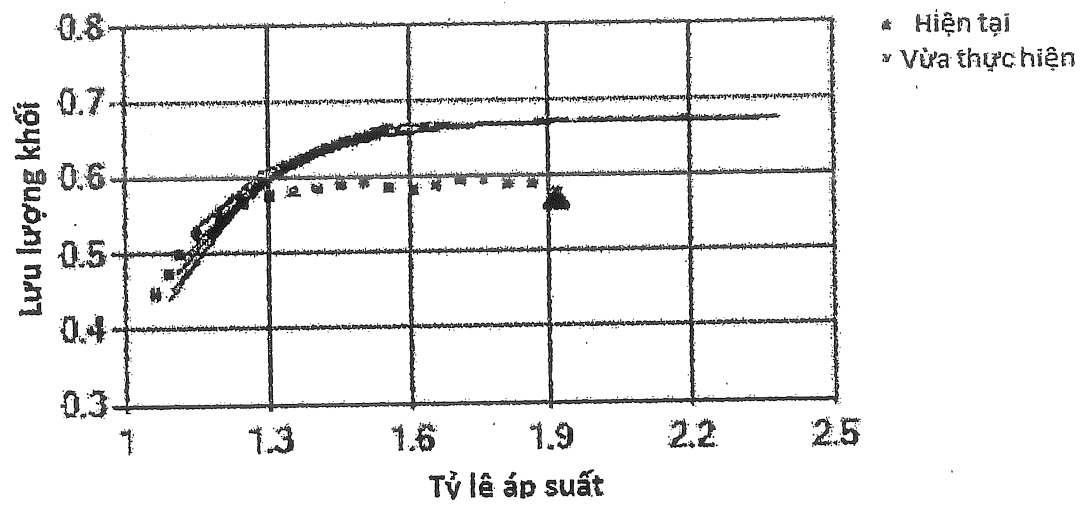
Hình 2

Hiệu suất máy nén (Compressor efficiency)



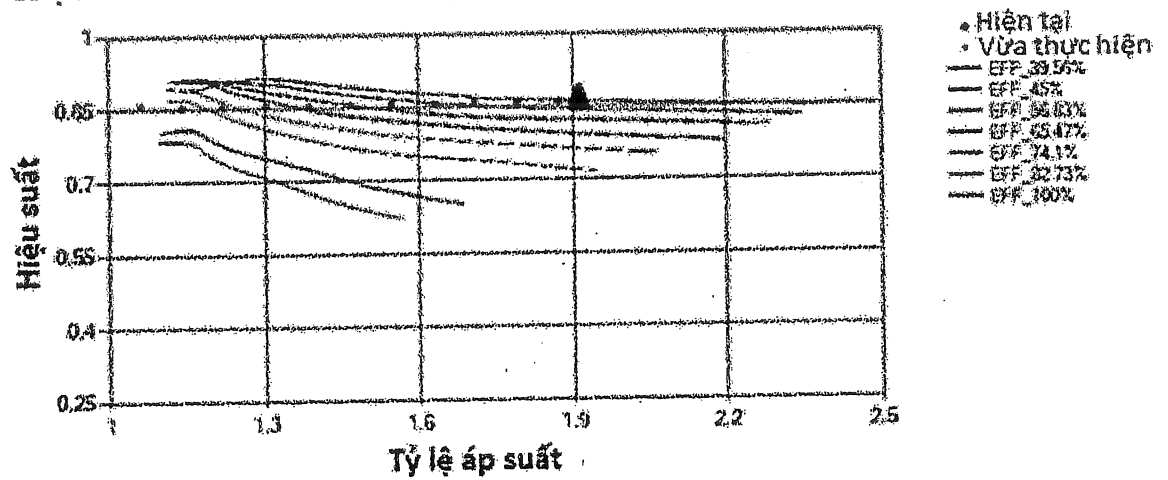
Hình 3

Biểu đồ hoạt động của tua bin



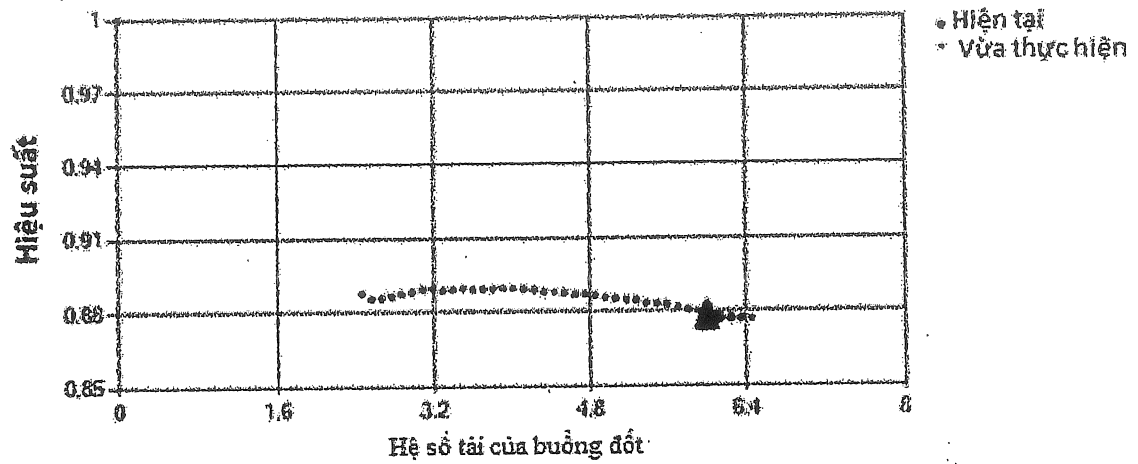
Hình 4

Hiệu suất tua bin



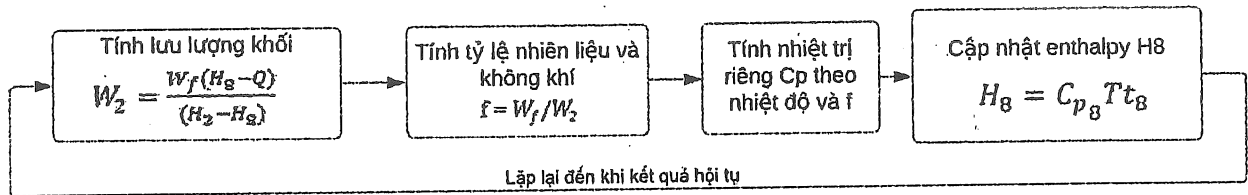
Hình 5

Hiệu suất cháy

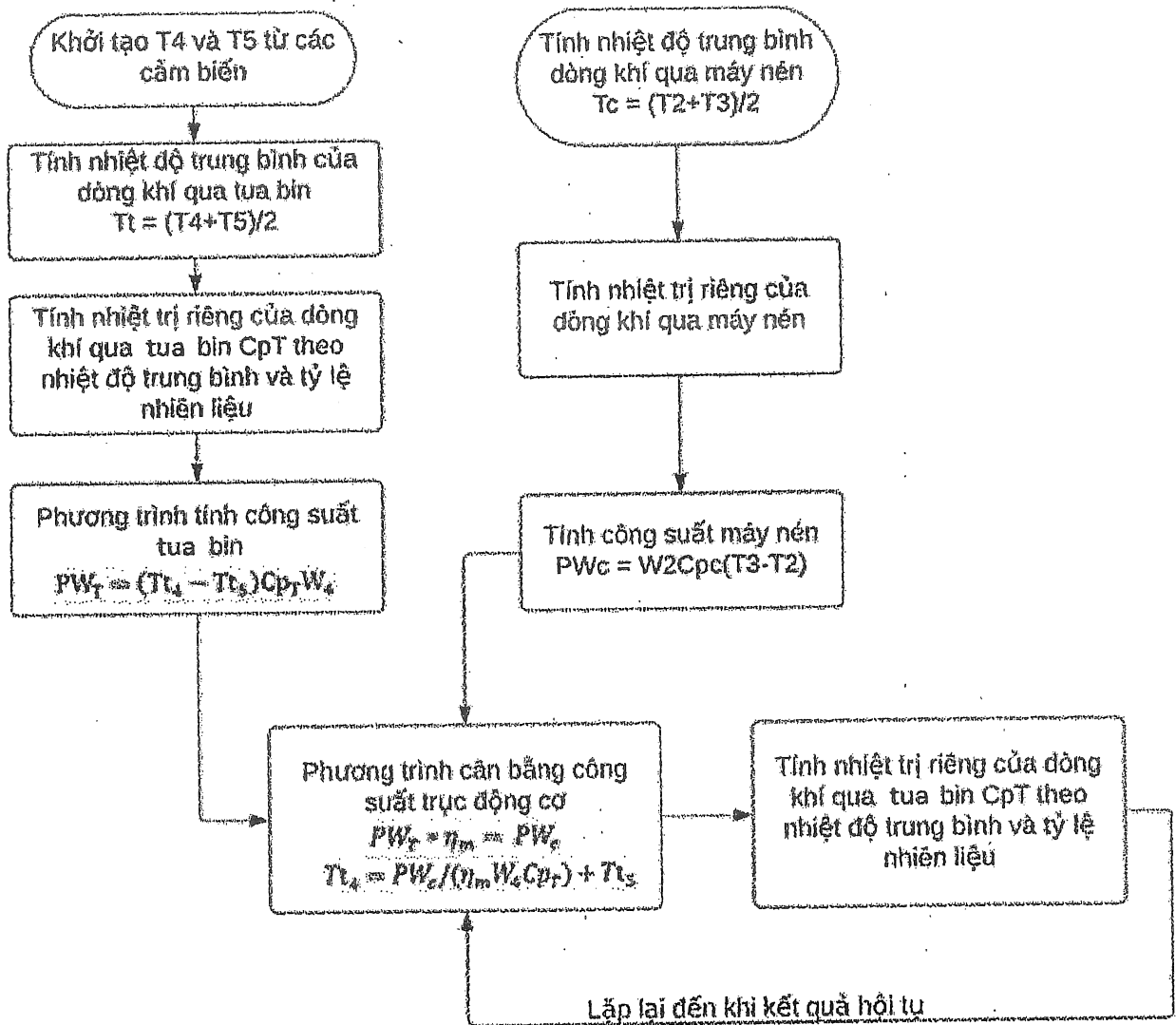


Hình 6

16



Hình 7



Hình 8