

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM MÔ HÌNH GIẢNG DẠY HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ BA CHỨC NĂNG: LÀM LẠNH - SƯỞI ẤM - KHỬ ẨM

Nguyễn Công Vinh*, Nguyễn Thị Hồng Nhung
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu hệ thống điều hòa không khí thực hiện ba chức năng làm lạnh, sưởi ấm và khử ẩm phục vụ cho sinh hoạt của con người và quá trình sản xuất khi có nhu cầu cần thiết. Sau khi tính toán và xây dựng hệ thống điều hòa, chúng tôi tiến hành chế tạo mô hình với các thông số kỹ thuật như công suất máy lạnh 185W; diện tích dàn bay hơi 0,082 m²; diện tích dàn ngưng tụ 0,11 m²; ống mao với đường kính 1,6 mm. Những thông số này được lựa chọn phù hợp với áp suất và nhiệt độ của môi chất lạnh. Đồng thời, cũng đánh giá các thông số ảnh hưởng đến quá trình hoạt động của máy. Kết quả chạy thử nghiệm hệ thống điều hòa ở ba chế độ khác nhau, cho thấy mô hình được xây dựng hoạt động ổn định, hiệu quả làm lạnh, sưởi ấm và khử ẩm rất tốt, tiện ích cho quá trình sử dụng.

Từ khóa: Máy điều hòa không khí; làm lạnh; sưởi ấm; khử ẩm; môi chất lạnh

Ngày nhận bài: 30/7/2019; Ngày hoàn thiện: 08/8/2019; Ngày đăng: 12/8/2019

STUDY OF THE FABRICATION AND MODELS TEACHING SYSTEM AIR CONDITIONER THREE FUNCTIONS: COOLING - HEATING - DEHUMIDIFICATION

Nguyen Cong Vinh*, Nguyen Thi Hong Nhung
University of Technology and Education - University of Danang

ABSTRACT

This paper introduces the air conditioning system performs three functions cooling, heating and dehumidification serve human activities and manufacturing processes necessary as required. After calculating and building air conditioning systems, we conducted manufacturing model with the technical specifications as 185W cooling capacity, the area of 0.082 m² evaporator, 0.11 m² condenser, capillary tube with a diameter of 1.6 mm. Such parameters were selected to match the pressure and temperature of the refrigerant. At the same time, several parameters affecting the operation of the machine were also evaluated. Results test of the air conditioning systems, running in three different modes, showed that the model provided several advantages, including stable performance, efficient cooling, heating and dehumidification very good, convenient for use.

Keywords: Air conditioner; cooling; heating; dehumidification; refrigerant

Received: 30/7/2019; Revised: 08/8/2019; Published: 12/8/2019

* Corresponding author. Email: vinh240480@gmail.com

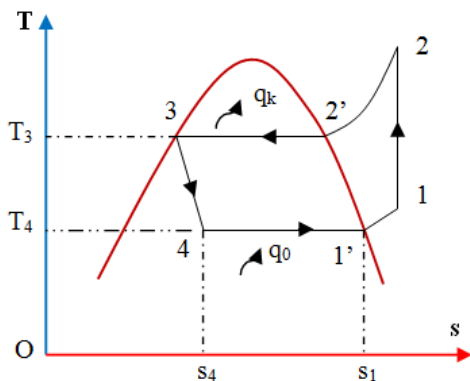
1. Đặt vấn đề

Hiện nay, nhu cầu sử dụng máy điều hòa không khí ở nước ta ngày càng tăng. Việc chế tạo và lắp đặt máy điều hòa thực hiện hai chức năng làm lạnh không khí vào mùa hè và sưởi ấm vào mùa đông đã được triển khai và ứng dụng nhiều trong thời gian qua [1]. Tuy nhiên, bên cạnh đó việc khử ẩm trong không khí là rất quan trọng, nghĩa là cần tách một lượng nước ra khỏi không khí (làm cho không khí khô hơn) để ứng dụng vào quá trình sản xuất của một số ngành công nghiệp là rất cần thiết. Xuất phát từ ý tưởng đó, chúng tôi tiến hành nghiên cứu, chế tạo và thử nghiệm mô hình giảng dạy máy điều hòa không khí tích hợp thực hiện ba chức năng làm lạnh, sưởi ấm và khử ẩm có thể áp dụng hiệu quả trong giảng dạy kỹ thuật chuyên ngành.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Sơ đồ nguyên lý và quá trình làm việc của hệ thống

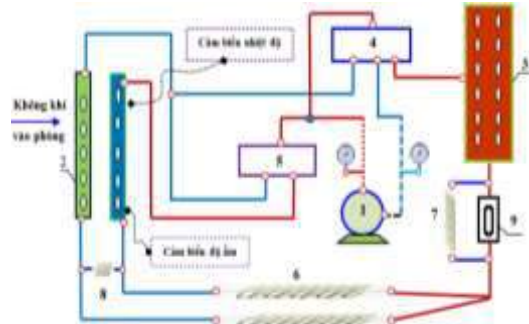
Hệ thống điều hòa không khí hoạt động theo chu trình ngược với bốn quá trình chính ở các nút của mô hình như sau [2]:



Hình 1. Đồ thị $T - s$ của máy điều hòa

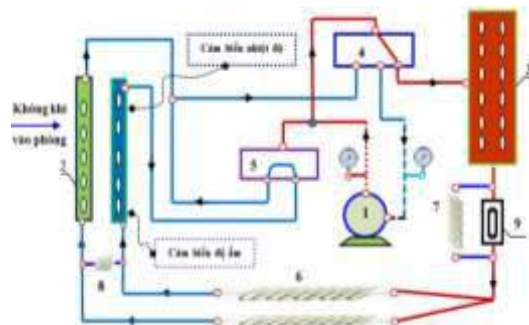
Quá trình nén đoạn nhiệt hơi môi chất từ áp suất thấp, nhiệt độ thấp lên áp suất cao nhiệt độ cao trong máy nén hơi (1-2); quá trình ngưng tụ đa phần đẳng nhiệt, đẳng áp trong thiết bị ngưng tụ và thải nhiệt cho môi trường (2-3); quá trình tiết lưu đẳng entanpi của môi chất lỏng qua van tiết lưu từ áp suất cao xuống áp suất thấp (3-4); cuối cùng là quá trình bay hơi đẳng áp, đa phần đẳng nhiệt ở

nhiệt độ và áp suất thấp thu nhiệt của môi trường cần làm lạnh (4-1). Các quá trình này xây dựng trên đồ thị và thể hiện ở Hình 1.

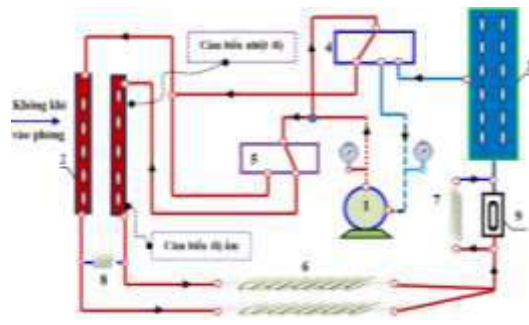


Hình 2. Sơ đồ nguyên lý tổng thể máy điều hòa không khí ba chức năng

Theo đánh giá thực tế sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hòa trong Hình 2 gồm các bộ phận sau: 1- máy nén; 2- dàn trao đổi nhiệt bên trong chia thành hai lớp; 3- dàn trao đổi nhiệt bên ngoài; 4 và 5- van đảo chiều; 6, 7 và 8- các loại ống mao; 9- van một chiều; thiết bị điều khiển; hệ thống đường ống dẫn; đồng hồ đo; cảm biến nhiệt độ và độ ẩm. Ngoài ra các thiết bị khác được lựa chọn phù hợp với máy.



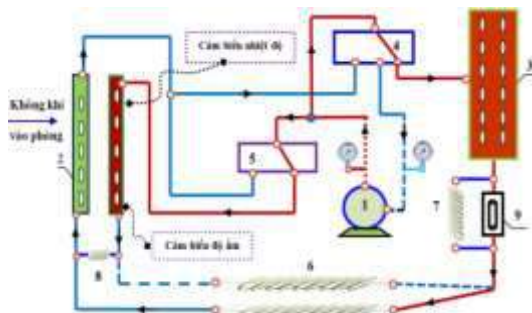
Hình 3. Sơ đồ nguyên lý máy điều hòa không khí ở chế độ làm lạnh



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý máy điều hòa không khí ở chế độ sưởi ấm

* Ở chế độ làm lạnh: Hơi cao áp sau khi ra khỏi máy nén đưa đến dàn trao đổi nhiệt bên ngoài (3) thải nhiệt cho môi trường làm mát là không khí, sau đó ngưng tụ lại thành lỏng cao áp đi qua van một chiều (9) rồi đi qua thiết bị tiết lưu là ống mao (6). Tại đây, môi chất lạnh giảm áp suất và nhiệt độ thành lỏng hạ áp rồi đến dàn trao đổi nhiệt bên trong (2) thực hiện trao đổi nhiệt và làm mát không khí trong phòng. Trong dàn bay hơi, môi chất lạnh hóa hơi, được máy nén (1) hút về và tiếp tục chu trình mới. Đường đi của môi chất lạnh được thể hiện trên Hình 3.

* Ở chế độ sưởi ấm: Vào mùa đông, khi cần sưởi ấm không khí trong phòng, lúc này dàn trao đổi nhiệt bên trong (2) và bên ngoài (3) được hoán đổi cho nhau nhờ hai van đảo chiều (4 và 5). Cần chú ý một điều, trong quá trình hoạt động để tránh trường hợp đóng băng nhiều ở dàn bay hơi. Chúng ta cần cài đặt chế độ sưởi ấm cho dàn bằng cách thỉnh thoảng đảo chiều chuyển động của môi chất lạnh. Dàn ngưng tụ trở thành dàn bay hơi và đường đi của môi chất lạnh được thể hiện trên Hình 4. Do yêu cầu tăng trở lực dòng chảy [2] khi máy điều hòa làm việc ở chế độ sưởi ấm, cần phải bố trí thêm một đoạn ống mao phụ (7). Tuy nhiên, ở chế độ làm lạnh, đoạn ống mao phụ này được ngắt ra nhờ van một chiều (9). Đường đi của môi chất lạnh được thể hiện trên Hình 4.



Hình 5. Sơ đồ nguyên lý máy điều hòa không khí ở chế độ sưởi ấm

* Ở chế độ khử ẩm: Khi cần giảm bớt lượng ẩm của không khí trong phòng, chúng ta chuyển sang chạy chế độ khử ẩm. Với cách bố trí dàn trao đổi nhiệt được chia thành hai

lớp, lớp ngoài đóng vai trò là dàn bay hơi, lớp trong đóng vai trò là dàn ngưng tụ. Quá trình khử ẩm nhất thiết phải có hai quá trình xử lý không khí theo thứ tự: Không khí trong phòng đầu tiên sẽ đi qua dàn bay hơi. Tại đây không khí sẽ được làm lạnh, ẩm ngưng tụ và được thải ra ngoài. Sau đó không khí khô đi qua dàn ngưng tụ (lớp trong) và được gia nhiệt để hạ thấp độ ẩm tương đối nhằm làm tăng khả năng nhận ẩm của không khí trong phòng. Hơi cao áp từ máy nén đi vào dàn trao đổi nhiệt bên ngoài (3) và cả lớp trong của dàn (2). Lỏng cao áp từ dàn (3) đi theo một nhánh của ống mao (6), còn lỏng cao áp từ lớp trong của dàn (2) đi theo ống mao phụ (8) để vào dàn bay hơi (phần phía trước của dàn 2). Đường đi của môi chất lạnh được thể hiện trên Hình 5.



Hình 6. Mô hình máy điều hòa ba chức năng

Để thực hiện được ba chức năng khác nhau, hệ thống cần phải sử dụng van đảo chiều 4 có (4 cửa) và van đảo chiều 5 có (3 cửa). Môi chất lạnh chuyển động trong đường ống thay đổi ở các chế độ khác nhau tùy theo mục đích nhu cầu sử dụng. Quá trình đảo chiều giữa các chế độ mất khoảng 10 giây. Trong quá trình đảo chiều xảy ra hiện tượng hơi nóng có áp suất cao tràn vào đường hút. Áp suất đầu đẩy tụt xuống một chút rồi lại trở về giá trị ban đầu. Áp suất tăng lên rồi lại dần hạ

xuống. Cường độ dòng điện tăng lên chút ít rồi từ từ trở lại giá trị ổn định ban đầu. Diễn biến của áp suất và cường độ dòng điện không diễn ra đột ngột. Để đảm bảo van đảo chiều làm việc được bình thường, chênh lệch áp suất giữa hai bên cao áp và hạ áp ít nhất phải đạt 3,5 bar [3].

2.2. Chế tạo mô hình

Trong mô hình máy điều hòa không khí được thiết kế và chế tạo ở Hình 6, nhiệt độ ngưng tụ của môi chất lạnh R22 được khảo sát ở 45°C tương ứng với áp suất 16,5 bar và nhiệt độ bay hơi ở 5°C tương ứng với áp suất 5,5 bar. Khả năng bay hơi và hấp thụ năng lượng cũng được xét đến trong mục này.

Với các thông số ban đầu như chọn máy nén kín công suất lạnh 185W; môi chất lạnh R22; nhiệt độ ngưng tụ $t_k = 45^{\circ}\text{C}$; nhiệt độ bay hơi $t_0 = 5^{\circ}\text{C}$; dựa vào đồ thị, tra bảng và tính nội suy. Kết quả xác định được thông số trạng thái các điểm nút của chu trình và các đại lượng sau [3]:

- Năng suất lạnh riêng của chu trình: $q_0 = i_1 - i_4 = 159 \text{ (kJ/kg)}$

- Năng suất nhiệt ngưng tụ riêng: $q_k = i_2 - i_3 = 193 \text{ (kJ/kg)}$

- Công nén riêng: $l = i_2 - i_1 = 34 \text{ (kJ/kg)}$

- Lưu lượng hơi hút vào xy lanh máy nén:

$$m = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{185}{159} = 0,00032 \text{ (kg/s)}$$

- Diện tích trao đổi nhiệt của dàn ngưng tụ được tính theo [4]: $F_k = \frac{Q_k}{q_k} = \frac{Q_k}{k_k \cdot \Delta t_k}; \text{ (m}^2\text{)}$

- Diện tích trao đổi nhiệt của dàn bay hơi được tính theo [4]: $F_0 = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{Q_0}{k_0 \cdot \Delta t_0}; \text{ (m}^2\text{)}$

Theo [5] chọn độ chênh nhiệt độ trung bình logarit $\Delta t_k = 6^{\circ}\text{K}$; $\Delta t_0 = 7^{\circ}\text{K}$; năng suất nhiệt ngưng tụ $Q_k = m \cdot q_k = 223,5 \text{ W}$; năng suất lạnh của máy nén $Q_0 = 185 \text{ W}$; hệ số truyền nhiệt $k_k = 342 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$; hệ số truyền nhiệt $k_0 = 320 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Kết quả tính toán được $F_k = 0,011 \text{ m}^2$; $F_0 = 0,082 \text{ m}^2$

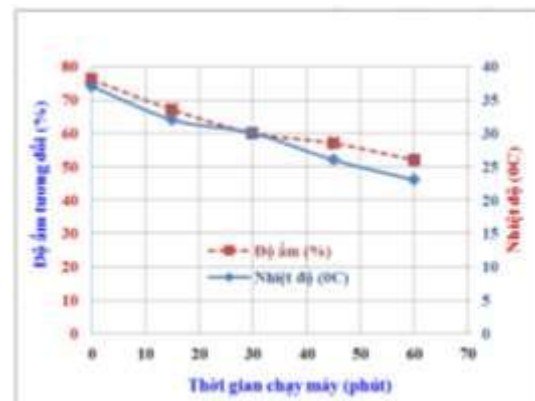
3. Kết quả vận hành máy



Hình 7. Các thiết bị đo khi vận hành máy

Trong quá trình hoạt động của máy điều hòa không khí, chúng tôi đã sử dụng các thiết bị đo như Hình 7 gồm:

- Đồng hồ để đo áp suất môi chất lạnh trong hệ thống ở phần cao áp và hạ áp.
- Biến trở để cài đặt nhiệt độ trong phòng theo ý muốn, khi đạt nhiệt độ máy sẽ tự động ngừng hoạt động.
- Nhiệt kế để theo dõi sự thay đổi nhiệt độ trong phòng.
- Ẩm kế để theo dõi sự thay đổi độ ẩm tương đối trong phòng.
- Ampe kim để theo dõi cường độ dòng điện trong quá trình máy hoạt động và kiểm tra lượng ga nạp vào.

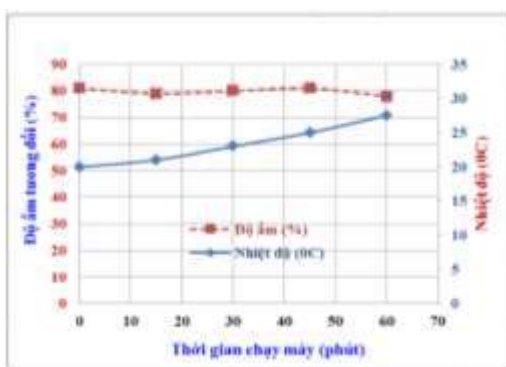


Hình 8. Sự thay đổi nhiệt và độ ẩm ở chế độ làm lạnh

* Với các điều kiện ban đầu ở chế độ làm lạnh vào mùa hè (nhiệt độ trung bình của môi

trường 38°C , độ ẩm tương đối 76%, thời gian máy hoạt động 60 phút). Khi hệ thống bắt đầu hoạt động, nhiệt độ của phòng lạnh hạ thấp rất nhanh do chênh lệch nhiệt giữa môi chất lạnh và môi trường lớn, sau đó quá trình này diễn ra chậm lại. Độ ẩm tương đối của không khí ẩm được giảm dần từ 76% xuống 52 % là do một lượng ẩm đã được tách ra dưới dạng nước ngưng. Cường độ dòng điện và áp suất làm việc của máy khá ổn định trong suốt quá trình làm việc. Sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm của không khí trong phòng được thể hiện trên Hình 8.

* Với các điều kiện ban đầu ở chế độ sưởi ẩm vào mùa đông (nhiệt độ trung bình của môi trường 20°C , độ ẩm tương đối 81%, thời gian máy hoạt động 60 phút). Lúc này van đảo chiều chuyển sang chế độ sưởi ẩm, môi chất lạnh từ máy nén đi vào dàn trao đổi nhiệt trong phòng. Nhiệt độ của phòng được nâng dần lên đến 27°C , độ ẩm tương đối của không khí ẩm thay đổi không đáng kể, cường độ dòng điện và áp suất làm việc của máy khá ổn định trong suốt quá trình làm việc. Để tránh sự đóng băng ở dàn trao đổi nhiệt phía ngoài, chúng tôi thỉnh thoảng đảo chiều môi chất lạnh giữa hai dàn. Sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm của không khí trong phòng được thể hiện trên Hình 9.



Hình 9. Sự thay đổi nhiệt và độ ẩm ở chế độ sưởi ẩm

* Khi cần tăng cường khử ẩm trong phòng để làm không khí khô hơn, lúc này van đảo chiều chuyển sang chế độ khử ẩm, đồng thời dàn trao đổi nhiệt bên ngoài (3) và lớp trong của dàn (2) đóng vai trò là dàn nóng. Không khí sẽ được khử ẩm ở dàn lạnh và lượng ẩm tách

ra dưới dạng nước ngưng, rồi qua dàn nóng phía trong để hạ thấp độ ẩm tương đối nhằm tăng cường khả năng nhận ẩm của không khí và nguồn ẩm trong phòng. Trong quá trình hoạt động để thấy vai trò khử ẩm, chúng tôi đã điều chỉnh lượng môi chất lạnh vào hai dàn sao cho lượng nước tách ra càng nhiều càng tốt và máy nén không bị quá tải. Quan sát cho thấy, khi máy hoạt động ở chế độ khử ẩm, lượng nước đã tách ra nhiều hơn ở chế độ làm lạnh. Tuy nhiên, lượng nước trong không khí ngưng tụ được phụ thuộc khá nhiều yếu tố [5] như kết cấu dàn lạnh; tốc độ gió; hiệu nhiệt độ vào ra... Vấn đề này chúng tôi sẽ nghiên cứu kỹ trong số báo tiếp theo.

4. Kết luận

Dựa trên quá trình thiết lập cơ sở lý thuyết, chúng tôi đã chế tạo thành công mô hình giảng dạy thực hành, có thể được áp dụng hiệu quả trong giảng dạy kỹ thuật chuyên ngành. Kết quả cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, an toàn và rất tiện ích cho quá trình sử dụng. So với máy điều hòa không khí hai chức năng, hệ thống này chỉ bổ sung thêm van đảo chiều (5) và kết cấu dàn trao đổi nhiệt (2) có thay đổi nhưng đã thực hiện tích hợp ba chức năng, điều này nói lên sự tiện ích của hệ thống. Tuy nhiên quá trình vận hành, lắp đặt, hư hỏng và chi phí ban đầu của hệ thống sẽ tăng lên đáng kể.

Lời cảm ơn

“Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ phát triển Khoa học và Công nghệ của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng trong đề tài Cấp cơ sở năm 2019”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, *Kỹ thuật lạnh cơ sở*. Nxb Giáo dục, năm 2007.
- [2]. J.P. Holman, *Heat Transfer*. Tenth Edition, McGraw-Hill International Edition, 2009.
- [3]. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, Đinh Văn Thuận, *Kỹ thuật lạnh ứng dụng*. Nxb Giáo dục, năm 2009.
- [4]. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, *Bài tập Kỹ thuật lạnh*. Nxb Giáo dục, năm 1998.
- [5]. Bùi Hải, Dương Đức Hồng, Hà Mạnh Thư, *Thiết bị trao đổi nhiệt*. Nxb Khoa học Kỹ thuật, năm 1999.

