

NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

RESEARCH, MANUFACTURE AN AIR CONDITIONING MODEL USING SOLAR ENERGY

Đặng Trần Thọ, Đặng Văn An

Viện Khoa học và công nghệ nhiệt - lạnh, Đại học Bách khoa Hà Nội

Ngày nhận bài: 19/06/2023, Ngày chấp nhận đăng: 25/7/2023, Phản biện: TS Vũ Văn Chiên

Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, chế tạo mô hình điều hòa không khí sử dụng năng lượng mặt trời dùng cặp môi chất $H_2O/LiBr$ với công suất 12000 BTU/h trong điều kiện khí hậu Việt Nam. Mô hình sau khi chế tạo đã được vận hành thử nghiệm để đánh giá khả năng vận hành thực tế so với các thông số kỹ thuật thiết kế. Kết quả thử nghiệm cho thấy mô hình hoạt động ổn định, có độ tin cậy cao, đáp ứng các thông số công nghệ. Mô hình thực nghiệm đã chế tạo hoàn toàn có thể sử dụng để tiến hành các nghiên cứu, đánh giá sâu hơn về các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả vận hành và khả năng ứng dụng vào thực tiễn.

Từ khóa:

Máy lạnh hấp thụ, cặp môi chất, năng lượng mặt trời, $H_2O/LiBr$.

Abstract:

This article presents the results of a study on the fabrication of a solar-powered air conditioning model that utilizes the $H_2O/LiBr$ pair with a capacity of 12,000 BTU/h in the climatic conditions of Vietnam. After fabrication, the model was subjected to performance testing to evaluate its real-world operational capability vis-a-vis the design specifications. The testing results indicate that the model operated stably, exhibited high reliability, and met the technological parameters. The experimental model has been fully developed and can be used for further in-depth studies and assessments of factors affecting operational efficiency and practical application.

Keywords:

Absorption chillers, refrigerant pair, solar energy, $H_2O/LiBr$.

KÝ HIỆU:

t – Nhiệt độ

P – Áp suất tuyệt đối

Q – Công suất

BHT – Bình hấp thụ

BSH – Bình sinh hơi

TLMC – Tiết lưu môi chất

DBH – Dàn bay hơi

CHỈ SỐ:

HT – Hấp thụ

SH – Sinh hơi

BL – Buồng lạnh

GN – Gia nhiệt

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Tổng quan

Từ lâu làm lạnh và điều hòa không khí đã là một nhu cầu thiết yếu của con người và ngày càng có xu hướng gia tăng khi xã hội phát triển [1]. Tuy nhiên, điều hòa là một trong các nhu cầu tiêu tốn nhiều năng lượng, tới 34% tổng tiêu thụ năng lượng cho các công trình dân dụng. Tỷ trọng tiêu thụ năng lượng lớn gây ra nhiều vấn đề phát sinh trong bối cảnh nguồn cung năng lượng đang dần cạn kiệt và con người đang nỗ lực đi tìm các nguồn năng lượng mới [2].

Ra đời từ nhiều năm trước, tuy nhiên việc áp dụng máy lạnh hấp thụ vào lĩnh vực điều hòa không khí dân dụng vẫn còn khá mới mẻ khi phần lớn các máy lạnh hấp thụ ngày nay đều hướng tới làm lạnh công nghiệp với việc tận dụng nhiệt thải và công suất làm lạnh lớn đến rất lớn [3]. Vì vậy, việc nghiên cứu chế tạo một mô hình máy lạnh hấp thụ tận dụng nguồn năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời để làm mát cho quy mô hộ gia đình hoặc công trình dân dụng là rất cần thiết [4].

1.2. Mục đích nghiên cứu

Nghiên cứu, chế tạo mô hình thử nghiệm máy điều hòa không khí sử dụng năng lượng mặt trời hoạt động trên nguyên lý máy lạnh hấp thụ dùng cặp môi chất $H_2O/LiBr$ có công suất 12000 BTU/h vận hành ổn định, tin cậy để sử dụng cho các nghiên cứu sâu hơn về khả năng ứng dụng và hiệu quả hoạt động của máy lạnh hấp thụ trong lĩnh vực điều hòa không khí tại Việt Nam là mục đích của nghiên cứu.

1.3. Thông số kỹ thuật yêu cầu của mô hình

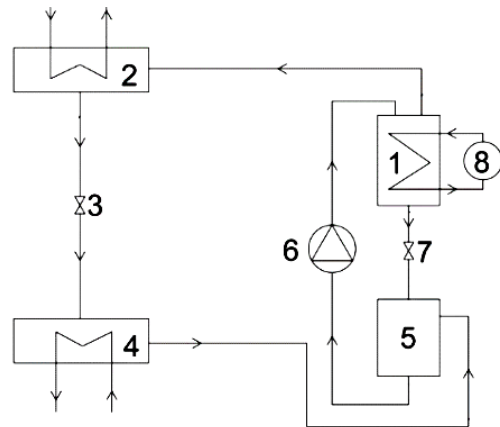
Mô hình thử nghiệm được tính toán, thiết kế với các thông số kỹ thuật có yêu cầu như sau:

- + Cặp môi chất sử dụng: $H_2O/LiBr$;
- + Sử dụng năng lượng mặt trời;
- + Công suất lạnh: 3,5 kW;
- + Nhiệt độ ngưng tụ $t_K = 42^\circ C$
- + Nhiệt độ bay hơi $t_0 = 6^\circ C$
- + Nhiệt độ nước nóng gia nhiệt $t_H \leq 95^\circ C$
- + Mô hình có khả năng chống ăn mòn.

2. TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ MÔ HÌNH THỬ NGHIỆM

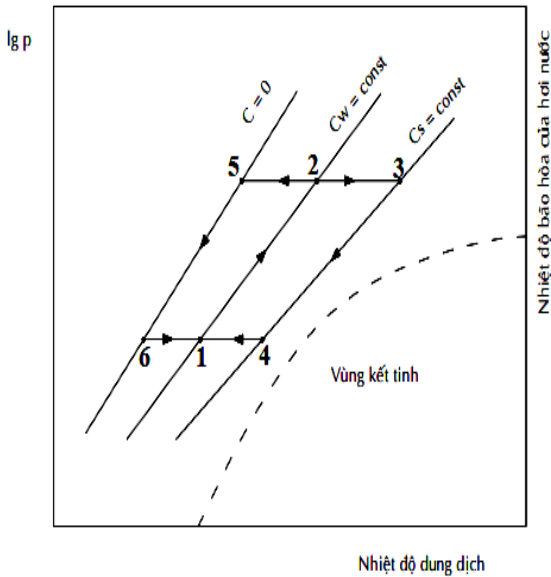
2.1. Tính toán chu trình

Với các yêu cầu kỹ thuật đề ra của mô hình, nhóm nghiên cứu đã tính toán xây dựng sơ đồ nguyên lý và chu trình làm việc của máy lạnh hấp thụ trên Hình 1.



Hình 1. Nguyên lý máy lạnh hấp thụ $H_2O/LiBr$

Trong đó: 1. Bình sinh hơi (BSH); 2. Dàn ngưng tụ (DNT); 3. Van tiết lưu môi chất lạnh (TLMC); 4. Dàn bay hơi (DBH); 5. Bình hấp thụ (BHT); 6. Bơm dung dịch; 7. Van tiết lưu dung dịch (TLDD); 8. Nguồn nhiệt cấp cho bình sinh hơi



Bảng 1. Thông số các điểm nút của chu trình

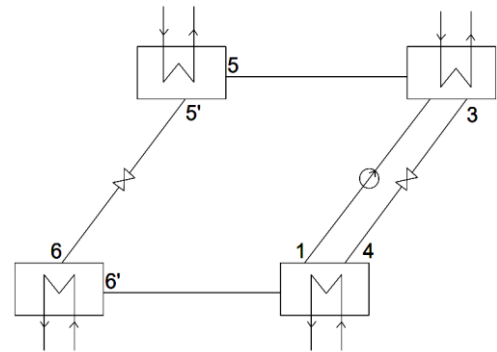
Điểm	Trạng thái	Nhiệt độ [°C]	Áp suất [bar]	Nồng độ [%]	Enthalpy [kJ/kg]
1	Dung dịch loãng rời BHT	42	0,01	56	102,39
2	Dung dịch loãng sôi trong BSH	77	0,08	56	173,33
3	Dung dịch đậm đặc sôi ra khỏi BSH	85	0,08	60	201,82
4	Dung dịch đậm đặc đi vào BHT	46	0,01	60	126,98
5	Hơi H ₂ O quá nhiệt rời BSH	81,5	0,08	0	2652,76
5'	H ₂ O ngưng tụ ra khỏi DNT	42	0,08	0	175,85
6	H ₂ O lỏng rời van TLMC	6	0,01	0	175,85
6'	Hơi H ₂ O rời DBH	6	0,01	0	2512

2.2. Tính toán xác định các phụ tải của thiết bị

Các phụ tải nhiệt là các thông số quan trọng để tính toán, thiết kế mô hình [6]. Kết quả tính toán xác định các phụ tải nhiệt được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính phụ tải nhiệt

STT	Thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Phụ tải nhiệt của bình sinh hơi	Q_{sh}	4,34	kW



Hình 2. Chu trình máy lạnh H₂O/LiBr một cấp

Tiến hành tính toán xác định các điểm nút của chu trình máy lạnh hấp thụ sử dụng cấp môi chất H₂O/LiBr [5]. Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 1.

STT	Thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
2	Phụ tải nhiệt của bình hấp thụ	Q_{ht}	4,13	kW
3	Phụ tải nhiệt dàn ngưng tụ	Q_k	3,72	kW
4	Phụ tải nhiệt dàn bay hơi	Q_o	3,5	kW

2.3. Tính toán, thiết kế mô hình thực nghiệm

Nguồn nhiệt (nước được gia nhiệt bằng

năng lượng mặt trời có nhiệt độ 90°C) thông qua thiết bị trao đổi nhiệt cấp nhiệt cho dung dịch H₂O/LiBr loãng trong bình sinh hơi. Môi chất lạnh là hơi nước sinh ra bay lên dàn ngưng tụ ở phía trên, truyền nhiệt cho nước làm mát và ngưng tụ lại thành nước. Nước sau khi ngưng tụ ở dàn ngưng sẽ chảy về bình chứa. Khi có nhu cầu sử dụng, van sẽ mở cho nước trong bình chứa chảy qua hồi nhiệt, tiết lưu để giảm áp rồi chảy xuống dàn bay hơi. Tại đây, nhờ áp suất thấp, nước bay hơi sinh lạnh. Hơi nước sinh ra sẽ được dung dịch đậm đặc hấp thụ ở bộ phận hấp thụ. Nhiệt tỏa ra do hấp thụ (hay ngưng tụ tại áp suất thấp) sẽ tỏa ra môi trường. Sau khi hấp thụ hơi nước, dung dịch trở thành dung dịch loãng và được bơm dung dịch bơm lên bình sinh hơi tiếp tục vòng tuần hoàn.

Từ nguyên lí hoạt động trên, đã tính toán, thiết kế các thiết bị chính bao gồm [7]: Thiết bị sinh hơi, thiết bị hấp thụ, thiết bị ngưng tụ, thiết bị bay hơi và tính chọn các thiết bị phụ của mô hình.

2.3.1. Tính toán, thiết kế thiết bị ngưng tụ

Thiết bị ngưng tụ là thiết bị trao đổi nhiệt thực hiện chức năng ngưng tụ hơi môi chất ở áp suất cao thành lỏng cao áp [8]. Với đặc tính tiếp xúc trực tiếp với môi chất lạnh của hệ thống, do đó cần lựa chọn vật liệu phù hợp với tính chất hóa học của môi chất cũng như điều kiện làm việc để đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định, đạt hiệu quả. Dựa trên phụ tải nhiệt yêu cầu và đặc tính của thiết bị, kết

quả tính toán, thiết kế thiết bị ngưng tụ của mô hình máy lạnh hấp thụ sử dụng năng lượng mặt trời được trình bày trên Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả tính toán thiết bị ngưng tụ

TT	Thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Hệ số truyền nhiệt	K	500	W/m ² K
2	Diện tích trao đổi nhiệt	F	1,86	m ²
3	Tổng chiều dài ống	L	59	m
4	Tổng số ống	N	99	ống
5	Số hàng ống	Z	4	Hàng
6	Số ống trên 1 hàng	m	25	ống/hàng
7	Chiều dài dàn ngưng tụ (phần trao đổi nhiệt)	D	600	mm
8	Chiều rộng dàn ngưng tụ	W	110	mm
9	Chiều cao dàn ngưng tụ	H	435	mm

2.3.2. Tính toán, thiết kế thiết bị bay hơi

Tương tự thiết bị ngưng tụ, thiết bị bay hơi là một thiết bị chính của hệ thống. Quá trình tính toán, thiết kế thiết bị bay hơi được thực hiện bằng các phương pháp tính toán thiết bị trao đổi nhiệt. Thông số của thiết bị bay hơi được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tính toán thiết bị bay hơi

TT	Thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Hệ số truyền nhiệt thiết bị	K	299	W/m ² K
2	Diện tích trao đổi nhiệt	F	0,59	m ²

TT	Thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
3	Tổng chiều dài ống	L		m
4	Tổng số ống	N	31	ống
5	Số hàng ống	Z	2	Hàng
6	Số ống trên 1 hàng	M	16	ống/hàng
7	Chiều dài dàn bay hơi (phần trao đổi nhiệt)	D	600	mm
8	Chiều rộng dàn bay hơi	W	44	mm
9	Chiều cao dàn bay hơi	H	346	mm

2.3.3. Tính toán, thiết kế thiết bị sinh hơi

Một trong các thiết bị chính của mô hình máy lạnh hấp thụ sử dụng năng lượng mặt trời là bình sinh hơi. Thiết bị sinh hơi có nhiệm vụ gia nhiệt cho dung dịch $H_2O/LiBr$ có nồng độ cao để phân ly H_2O ra khỏi dung dịch tạo thành vòng tuần hoàn trong hệ thống. Các thông số tính toán, thiết kế bình sinh hơi được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5. Bảng kết quả tính toán bình sinh hơi

TT	Thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Hệ số truyền nhiệt	k	4,34	W/m^2K
2	Diện tích trao đổi nhiệt	F	0,79	m^2
3	Tổng chiều dài ống xoắn	L	13,17	m
4	Số vòng xoắn	n	18	Vòng
5	Đường kính bình sinh hơi	D	250	mm
6	Chiều cao bình sinh hơi	H	500	mm

TT	Thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
7	Bề dày lớp cách nhiệt	δ_{cn}	50	mm

3.4. Tính toán, thiết kế bình hấp thụ

Bình hấp thụ có vai trò quan trọng trong hệ thống điều hòa không khí sử dụng năng lượng mặt trời, có nhiệm vụ thực hiện quá trình hấp thụ hơi H_2O từ dàn bay hơi. Nhiệt tỏa trong quá trình hấp thụ được thải cho nước làm mát hoặc không khí. Bằng tính toán thiết bị trao đổi nhiệt, bình hấp thụ được tính toán, thiết kế có các thông số như trình bày trong Bảng 6.

Bảng 6. Bảng kết quả tính toán bình hấp thụ

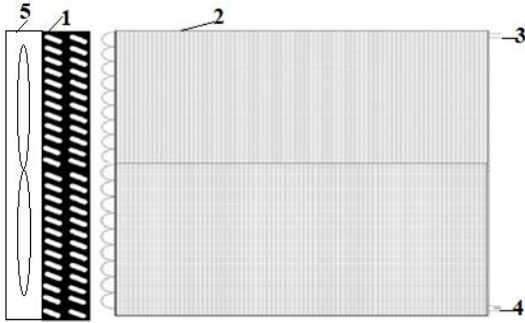
TT	Thông số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Hệ số truyền nhiệt	K	814	W/m^2K
2	Diện tích trao đổi nhiệt	F	0,47	m^2
3	Chiều dài bình hấp thụ	L	0,48	m
4	Số cánh	n_c	18	Cánh
5	Đường kính trong bình hấp thụ	D_o	250	mm
6	Đường kính ngoài bình hấp thụ	D	524	mm

Ngoài nhóm các thiết bị chính còn có các thiết bị phụ như van tiết lưu, van chặn, bơm dung dịch, hệ thống cấp nhiệt,... được tính toán thiết kế đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của mô hình điều hòa không khí sử dụng năng lượng mặt trời.

3. CHẾ TẠO, LẮP ĐẶT MÔ HÌNH THỬ NGHIỆM

Trên cơ sở kết quả tính toán, đã tiến hành chế tạo và lắp ráp mô hình điều hòa không khí sử dụng năng lượng mặt trời hoàn chỉnh. Cụ thể:

3.1. Chế tạo thiết bị ngưng tụ



Hình 3. Bản vẽ thiết bị ngưng tụ

Trong đó: 1. Cánh tản nhiệt; 2. Khung dàn ngưng tụ; 3. Môi chất đi vào; 4. Môi chất đi ra; 5. Quạt dàn ngưng

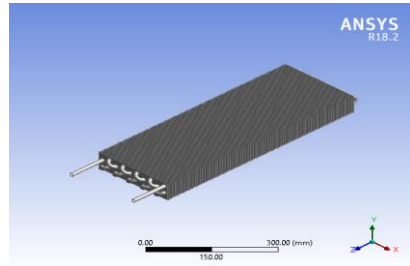
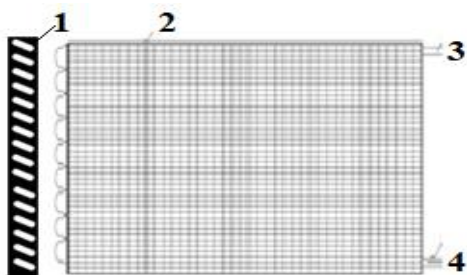
Từ kết quả tính toán, thiết kế thiết bị ngưng tụ, đã tiến hành chọn được thiết bị ngưng tụ. Bản vẽ thiết kế và hình ảnh thiết bị ngưng tụ được thể hiện trên Hình 3 và 4.



Hình 4. Hình ảnh thiết bị ngưng tụ thực tế

3.2. Chế tạo thiết bị bay hơi

Từ kết quả tính toán đã tiến hành thiết kế thiết bị bay hơi. Bản vẽ thiết kế bay hơi được trình bày trên Hình 5.



Hình 5. Bản vẽ và mô hình thiết bị bay hơi

Trong đó: 1. Cánh tản nhiệt; 2. Khung dàn bay hơi; 3. Môi chất đi vào; 4. Môi chất đi ra

Từ kết quả thiết kế đã lựa chọn dàn bay hơi có thông số thiết kế tương tự. Hình ảnh dàn bay hơi thực tế được trình bày trên Hình 6.



Hình 6. Hình ảnh thiết bị bay hơi thực tế

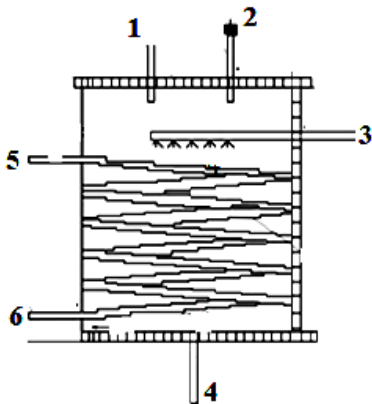
3.3. Chế tạo thiết bị sinh hơi

Từ kết quả tính toán ta thiết kế và chế tạo bình sinh hơi như Hình 7 và 8.

Bình sinh hơi được chế tạo bằng inox 304 để tránh ăn mòn do tiếp xúc trực tiếp với môi chất.

Bình sinh hơi có các đầu kết nối bằng inox 304, kết nối với thiết bị bên ngoài như áp kế, ống dẫn hơi, ống dẫn nước, dung dịch,... bằng các mặt bích có đường kính 8 cm, dày 6 mm cũng được chế tạo bằng inox 304 kết nối với đầu ống bằng phương pháp hàn TIC.

Bộ cấp nhiệt cho bình sinh hơi được chế tạo từ inox 304 có đường kính $d = 20$ mm, được uốn thành các vòng tròn, mỗi vòng tròn có đường kính 250 mm. Ống inox cuộn tròn được gắn vào phía trong bình sinh hơi. Hai đầu ống kết nối với bộ thu nhiệt được hàn lên thân bình bằng phương pháp hàn.



Hình 7. Bản vẽ thiết bị sinh hơi

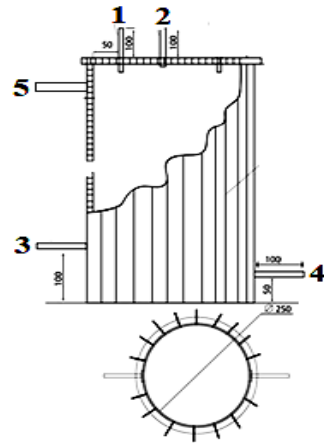
1. Hơi nước vào dàn ngưng tụ; 2. Đầu gắn áp kế;
3. Dung dịch loãng vào; 4. Dung dịch đậm đặc ra;
5. Nước nóng vào; 6. Nước nóng ra



Hình 8. Thiết bị sinh hơi chế tạo thực tế

3.4. Chế tạo thiết bị hấp thụ

Từ kết quả tính toán ta thiết kế và chế tạo thiết bị hấp thụ như Hình 9 và 10.



Hình 9. Bản vẽ thiết bị hấp thụ

1. Hơi nước sau dàn bay hơi về; 2. Van công tác;
3. Dung dịch đậm đặc về; 4. Dung dịch loãng ra;
5. Đầu gắn áp kế



Hình 10. Hình ảnh thiết bị hấp thụ

- Bình hấp thụ tiếp xúc trực tiếp với dung dịch nên được chế tạo bằng inox 304 để tránh bị ăn mòn bởi môi chất.
- Bình hấp thụ có các đầu kết nối bằng inox 304, kết nối với thiết bị bên ngoài như áp kế, ống dẫn hơi, dung dịch,... bằng các mặt bích có đường kính 8 cm dày 6 mm cũng được chế tạo bằng inox 304 kết nối với đầu ống bằng phương pháp hàn TIC.

- Bên ngoài bình hấp thụ được gắn các cánh tản nhiệt bằng inox bằng phương pháp hàn để tăng khả năng trao đổi nhiệt với môi trường.

Ngoài ra còn các thiết bị phụ được chế tạo theo thông số phù hợp với hệ thống. Sau khi kết nối, mô hình thử nghiệm được trình bày trong Hình 11.



Hình 11. Hình ảnh mô hình thiết bị điều hòa không khí sử dụng năng lượng mặt trời

4. VẬN HÀNH THỬ NGHIỆM ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH

Sau khi chế tạo, lắp đặt hoàn thiện mô hình thử nghiệm thiết bị điều hòa không khí sử dụng năng lượng mặt trời, thiết bị được vận hành thử nghiệm theo thông số thiết kế với nguồn nhiệt cấp có nhiệt độ 90°C trong phòng thí nghiệm để kiểm tra, đánh giá các thông số vận hành thực tế của mô hình so với các thông số thiết kế yêu cầu.

4.1. Quy trình vận hành

Sau khi vận hành thử nghiệm, đánh giá đã xây dựng quy trình vận hành thử nghiệm của mô hình như sau:

1. Kiểm tra để đảm bảo mô hình đã sẵn sàng hoạt động, khóa các van chặn, van tiết lưu.

2. Kết nối máy tính, kết nối các đường truyền cảm biến, khởi động phần mềm giám sát, thu thập dữ liệu.

3. Khởi động bộ cấp nhiệt cho bình sinh hơi B4. Khi nhiệt độ nguồn nhiệt cấp đạt yêu cầu vận hành, khởi động bơm dung dịch, mở van cho dung dịch đi vào bình sinh hơi.

4. Quan sát mắt gas, khi môi chất lạnh bắt đầu ngưng tụ, mở van tiết lưu môi chất, mở van tiết lưu dung dịch, điều chỉnh để áp suất tại bình sinh hơi, bình hấp thụ đạt thông số kỹ thuật yêu cầu.

5. Khởi động bộ làm mát bình hấp thụ.

6. Quan sát, theo dõi hoạt động của mô hình, điều chỉnh độ mở van khi cần thiết để hệ thống hoạt động ổn định.

7. Kết thúc thử nghiệm, dừng máy theo thứ tự ngược lại.

8. Truy xuất kết quả đo đạc thử nghiệm và xử lý số liệu thí nghiệm.

4.2. Vận hành thử nghiệm và đánh giá

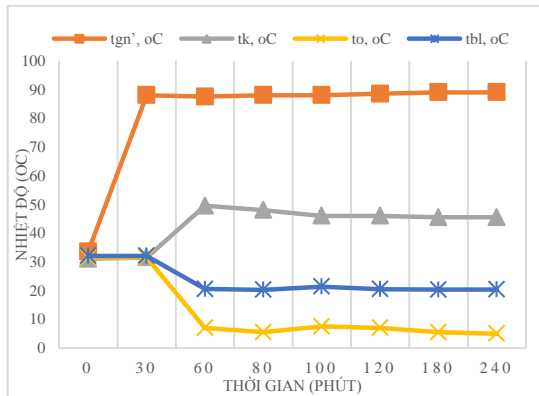
Sau khi chế tạo được mô hình thử nghiệm và thử nghiệm, xây dựng quy trình vận hành đã vận hành thử nghiệm mô hình để đánh giá mô hình. Mô hình đã được vận hành nhiều lần với nhiệt độ nguồn nhiệt cấp là 90°C . Kết quả vận hành thử nghiệm được trình bày trong Bảng 7 là giá trị trung bình của 5 lần đo, trình bày biến thiên các nhiệt độ theo thời gian. Trong đó, t_{gn} : Nhiệt độ nguồn nhiệt cấp; t_k : Nhiệt

độ ngưng tụ; t_o : Nhiệt độ bay hơi; t_{bl} : sinh hơi trên áp kế, P_{ht} : Áp suất tại bình
Nhiệt độ buồng lạnh; P_{sh} : Áp suất tại bình hấp thụ trên áp kế.

Bảng 7. Kết quả vận hành thử nghiệm

Thời gian [phút]	t_{gn} [°C]	t_k [°C]	t_o [°C]	t_{bl} [°C]	P_{sh} [bar]	P_{ht} [bar]
0	33,5	31	31,5	32,08	0,00725	0,00325
30	88	31,5	31,5	32,08	0,00825	0,00225
60	87,5	49,5	7	20,56	0,12125	0,01125
80	88	48	5,5	20,25	0,11025	0,00925
100	88	46	7,5	21,37	0,11125	0,01325
120	88,5	46	7	20,5	0,11025	0,01225
180	89	45,5	5,5	20,31	0,09725	0,00925
240	89	45,5	5	20,37	0,09725	0,00825

Từ kết quả vận hành thử nghiệm đã xây dựng đồ thị biểu diễn sự biến thiên nhiệt độ ngưng tụ, nhiệt độ bay hơi, nhiệt độ buồng lạnh theo thời gian và nhiệt độ nguồn nhiệt. Kết quả được trình bày trên Hình 12.



Hình 12. Biến thiên các nhiệt độ theo thời gian

Từ kết quả vận hành thử nghiệm ở trên, khi vận hành thử nghiệm mô hình trong điều kiện thiết kế với nhiệt độ nguồn nhiệt là 90°C, nhận thấy:

- Nhiệt độ nước gia nhiệt tăng tuyến tính

từ nhiệt độ môi trường đến nhiệt độ cài đặt sau 40 phút vận hành. Sau khi bật bơm dung dịch, nhiệt độ nước gia nhiệt giảm và dao động quanh ngưỡng 90°C với biên độ $\pm 2,5^\circ\text{C}$ do trao đổi nhiệt với dung dịch bơm lên từ bình hấp thụ và quán tính nhiệt, độ trễ của bộ điều khiển nhiệt độ.

- Nhiệt độ ngưng tụ t_k khi bắt đầu tăng nhanh lên 49,5°C, sau đó giảm dần và dao động quanh ngưỡng 46°C.
- Nhiệt độ bay hơi giảm nhanh từ nhiệt độ môi trường xuống 7°C độ, tiếp tục giảm nhẹ dao động quanh ngưỡng 5-7°C và duy trì ổn định nhất so với chế độ 1 và 2. Chi tiết các điểm đo được trình bày trong phụ lục kèm theo.
- Nhiệt độ buồng lạnh giảm dần từ nhiệt độ môi trường xuống 20,5°C và tiếp tục giảm nhẹ xuống mức 20°C và dao động ổn định ở ngưỡng 20°C.

Vận hành thử nghiệm nhiều lần kết quả

nhận được cũng hoàn toàn tương tự. Điều này cho thấy: Mô hình thử nghiệm đã chế tạo có thể hoạt động ổn định, tin cậy sát với các thông số thiết kế. Cụ thể với chế độ vận hành thử nghiệm có nhiệt độ nguồn nhiệt là 90°C thì nhiệt độ bay hơi ổn định ở mức 5-7°C.

5. KẾT LUẬN

Công trình nghiên cứu đã cho kết quả như sau:

1. Đã chế tạo hoàn thiện một mô hình thực nghiệm điều hòa không khí sử dụng năng lượng mặt trời sử dụng cặp môi chất H₂O/LiBr thân thiện với môi trường.
2. Kết quả vận hành thử nghiệm mô hình trong điều kiện làm việc theo thông số

thiết kế với nhiệt độ nguồn nhiệt là 90°C cho thấy mô hình vận hành đạt các thông số theo yêu cầu với nhiệt độ bay hơi thấp nhất đạt 5°C, nhiệt độ ngưng tụ dao động 42-45°C, môi trường không khí được làm mát xuống 20°C sau 60 phút vận hành.

3. Mô hình vận hành ổn định, tin cậy, sẵn sàng cho phép thực hiện các nghiên cứu, đánh giá sâu hơn về các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả làm lạnh, tốc độ làm lạnh của điều hòa không khí sử dụng năng lượng mặt trời, nhiệt thải.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được Bộ Giáo dục và Đào tạo tài trợ qua đề tài mã số B2021-BKA-24.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, Kỹ thuật lạnh cơ sở, NXB Giáo dục, 1996.
- [2] Đặng Trần Thọ, Đặng Văn An, Nguyễn Quốc Thịnh, Ngô Xuân Lộc, Mạc Đức Hải Linh, Nghiên cứu tiềm năng ứng dụng năng lượng mặt trời trong lĩnh vực điều hòa không khí, Tạp chí Năng lượng nhiệt, 7/2019 [4] Đặng Trần Thọ, Hoàng Mai Hồng, Nghiên cứu lý thuyết và thử nghiệm, ứng dụng máy lạnh hấp thụ sử dụng năng lượng mặt trời và nhiệt thải, 2015.
- [3] Trần Thanh Kì, Nghiên cứu, lựa chọn qui trình công nghệ, thiết kế chế tạo một số thiết bị nhiệt lạnh sử dụng nguồn năng lượng rẻ tiền tại địa phương để phục vụ sản xuất và đời sống, Đề tài cấp nhà nước, 2004.
- [4] Đặng Trần Thọ, Đặng Thế Hùng, Nghiên cứu chế tạo máy lạnh hấp thụ sử dụng nhiệt thải và năng lượng mặt trời, Báo Năng lượng nhiệt số 104-3/2012.
- [5] Lê Chí Hiệp, Máy lạnh hấp thụ trong kỹ thuật điều hòa không khí, NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2004.
- [6] Nguyễn Quốc Thịnh, "Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo và vận hành thử nghiệm mô hình hệ thống cấp nhiệt cho ĐHKK sử dụng năng lượng mặt trời", Đại học Bách khoa Hà Nội, 2020.
- [7] Bùi Hải, Dương Đức Hồng, Hà Mạnh Thư, Thiết bị trao đổi nhiệt. Đại học Bách khoa Hà Nội, 1996.
- [8] Hà Mạnh Thư, Bài tập trắc nghiệm kỹ thuật nhiệt, NXB Bách khoa Hà Nội, 2018.

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Đặng Trần Thọ tốt nghiệp đại học năm 2001; nhận bằng Thạc sĩ ngành công nghệ nhiệt - lạnh năm 2003, bằng Tiến sĩ ngành công nghệ nhiệt - lạnh năm 2007 tại Đại học Bách khoa Hà Nội.

Lĩnh vực nghiên cứu: truyền nhiệt - truyền chất, năng lượng, năng lượng mới, kỹ thuật nhiệt.



Tác giả Đặng Văn An tốt nghiệp đại học năm 2020, nhận bằng Thạc sĩ năm 2022 ngành công nghệ nhiệt - lạnh tại Đại học Bách khoa Hà Nội.

Lĩnh vực nghiên cứu: năng lượng, năng lượng mới, kỹ thuật nhiệt.