

# TẬN DỤNG NHIỆT THẢI TỪ MÁY ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ ĐỂ GIA NHIỆT NƯỚC NÓNG NHẪM TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG

## USING WASTE HEAT FROM AIR CONDITIONERS TO HEAT WATER TO SAVE ENERGY

Hồ Trần Anh Ngọc, Nguyễn Công Vinh

Trường Cao đẳng Công nghệ, Đại học Đà Nẵng; anhngoctr@yahoo.com; vinh240480@gmail.com

**Tóm tắt** - Từ trước đến nay, đa phần lượng nhiệt thừa từ các dàn ngưng tụ của máy điều hòa không khí cục bộ sử dụng trong các hộ gia đình đều thải ra môi trường. Một nguồn nhiệt lượng lớn thải ra môi trường như vậy là rất lãng phí. Trong khi đó, nhu cầu sử dụng nước nóng phục vụ cho sinh hoạt của con người như tắm rửa, nấu ăn, giặt giũ... lại khá lớn. Để tiết kiệm năng lượng, bài báo đưa ra một phương án thu hồi nhiệt thải từ các loại máy điều hòa không khí cục bộ để gia nhiệt cho nước nóng. Với quá trình nghiên cứu lý thuyết kết hợp với chế tạo mô hình thực nghiệm, hệ thống có thể đáp ứng đầy đủ lượng nước nóng phù hợp, phục vụ cho quá trình sinh hoạt của người dân, mà không làm ảnh hưởng đến sự hoạt động bình thường của hệ thống máy điều hòa không khí.

**Từ khóa** - nước nóng; dàn ngưng tụ; tiết kiệm năng lượng; nhiệt thải; điều hòa không khí.

**Abstract** - Until now, most excess heat from condensing unit air conditioners used in local households are discharged into the environment. It is quite wasteful not to make use of such a large waste heat source in the environment while the demand for hot water for human activities such as bathing, cooking, washing... is quite large. To save energy, the paper offers a plan for waste heat recovery from other types of air conditioners to heat water locally. With the research process combined between theory and empirical model fabrication, the system can meet the demand for hot water to serve the people's living activities without affecting the normal operation system of air conditioning.

**Key words** - hot water; condenser unit; save energy; waste heat; air conditioning.

### 1. Đặt vấn đề

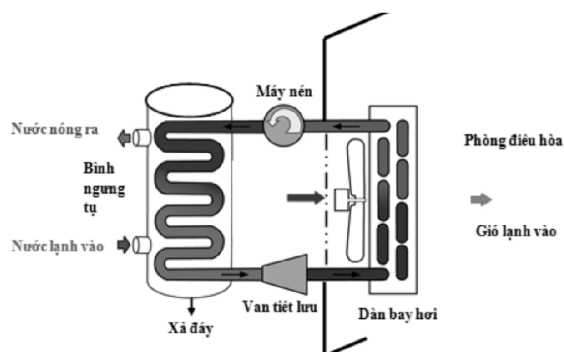
Trong hoạt động của máy điều hòa không khí, nhiệt thải từ dàn ngưng tụ được xem là nguồn nhiệt thải có nhiệt độ thấp, tuy nhiên nhiệt độ này vẫn cao hơn so với nhiệt độ môi trường xung quanh. Trên thực tế, lượng nhiệt thừa này sẽ thải vào môi trường, nó làm nóng xung quanh khu vực được trang bị điều hòa và điều này không có lợi. Đã có nhiều phương án thu hồi lượng nhiệt thừa này, tuy nhiên phổ biến nhất hiện nay là sử dụng nguồn nhiệt này để gia nhiệt cho nước nóng phục vụ nhu cầu sinh hoạt. Đồng thời biện pháp này được xem như việc giải nhiệt dàn ngưng tụ bằng nước, dẫn đến nhiệt độ và áp suất ngưng tụ giảm, giúp cho hiệu quả làm việc của hệ thống tăng lên, tuổi thọ của máy cũng tăng theo đáng kể. Đây là phương án khá hiệu quả. Việc sử dụng máy điều hòa không khí trong các hộ gia đình hiện chưa có nghiên cứu cụ thể về lượng điện năng tiêu thụ hằng tháng, nhưng trong thực tế có thể thấy rằng điện năng tiêu thụ cho máy điều hòa và máy nước nóng lớn hơn rất nhiều so với các máy móc, thiết bị khác.

Để tiết kiệm điện năng sử dụng điều hòa không khí và cung cấp nước nóng sinh hoạt, bài báo trình bày nghiên cứu lý thuyết cũng như chế tạo mô hình thu hồi nhiệt thải từ dàn ngưng tụ của máy điều hòa công suất nhỏ ở các hộ gia đình để gia nhiệt cho nước mà không làm ảnh hưởng đến chế độ làm việc bình thường của máy điều hòa.

### 2. Nội dung nghiên cứu

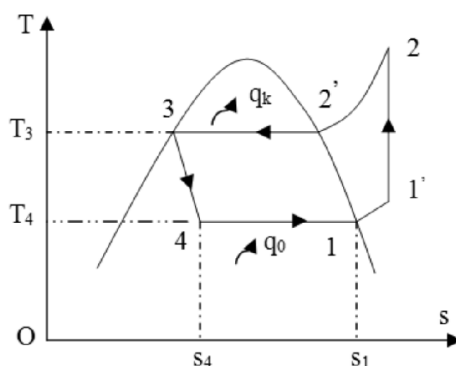
#### 2.1. Sơ đồ khối và đồ thị [1]

Ta xây dựng sơ đồ nguyên lý hoạt động của máy điều hòa không khí, từ đó tận dụng nguồn nhiệt thải ra từ dàn ngưng tụ để làm nóng nước lạnh qua việc trao đổi nhiệt với dàn ngưng. Đồng thời xây dựng đồ thị hoạt động của máy điều hòa không khí như Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý của máy điều hòa nhiệt độ

Xây dựng đồ thị hoạt động của máy điều hòa không khí như Hình 2 [1], [2]:



Hình 2. Đồ thị T-s của máy điều hòa nhiệt độ

#### 2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thu hồi nhiệt thải

##### 2.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ ngưng tụ

Theo Định luật nhiệt động 2 ta có:

$$Q_k = L + Q_0 \quad (\text{kW}) \quad (1)$$

Trong đó:  $Q_k$  – nhiệt tỏa ra từ thiết bị ngưng tụ;

$Q_0$  – nhiệt thu vào từ thiết bị bay hơi;

$L$  – là công tiêu thụ cho máy nén.

Nhìn vào biểu thức trên, ta nhận thấy lượng nhiệt tỏa ra từ thiết bị ngưng tụ là rất lớn (bằng nhiệt lượng thu vào từ dàn lạnh cộng với công tiêu thụ cho máy nén). Trong đề tài, tác giả tận dụng lượng nhiệt thừa này để gia nhiệt cho nước nhằm tiết kiệm năng lượng, nhưng đảm bảo hệ thống điều hòa vẫn hoạt động bình thường.

Quan sát trên đồ thị T-s, nhận thấy có thể thu hồi toàn bộ lượng nhiệt ngưng tụ  $q_k$  nếu nhiệt độ nước nóng sử dụng có giá trị nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ ngưng tụ của hệ thống máy điều hòa giải nhiệt bằng nước. Nếu toàn bộ nhiệt thải từ dàn ngưng tụ được thu hồi, chúng ta có hệ số thu hồi nhiệt thải lý thuyết ( $\varphi$ ) như sau [1]:

$$\varphi = \frac{q_k}{l_0} = \frac{i_2 - i_3}{i_2 - i_1} \quad (2)$$

**Bảng 1.** Thông số trạng thái các điểm nút trên đồ thị T – s sử dụng môi chất lạnh R22

Điểm	1	1'	2	2'	3	4
Nhiệt độ (°C)	5	10	68	45	45	5
Áp suất (bar)	4,9	4,9	16,7	16,7	16,7	4,9
Entanpi (kJ/kg)	694	711	731	715	523	523
Entropi (J/kg.K)	1615	1653	1653	1534	1204	1212

Với máy điều hòa không khí sử dụng môi chất lạnh R22, R134a và R404a giá trị  $\varphi$  lý thuyết được tính theo công thức (2) và cho ở bảng sau:

**Bảng 2.** Chỉ số ( $\varphi$ ) theo nhiệt độ ngưng tụ

Môi chất	$T^0$ ngưng tụ $t_k$ (°C)		
	40	45	50
R22	5,65	5,22	4,65
R134a	6,20	5,70	5,31
R404a	6,15	5,84	5,43

Qua nghiên cứu khảo sát các loại môi chất lạnh, nhận thấy giá trị  $\varphi$  của môi chất lạnh càng cao khi nhiệt độ ngưng tụ càng thấp.

**2.2.2. Ảnh hưởng của môi chất lạnh và nhiệt độ cuối tầm nén**

Hiện nay, các máy điều hòa không khí đang được sử dụng với nhiều loại môi chất lạnh khác nhau, trong đó chủ yếu vẫn là R22, R134a, R404a. Dựa vào thông số trạng thái của các điểm nút trên chu trình hệ thống, ta nhận thấy nhiệt độ của hơi cao áp sau khi nén nằm dao động phổ biến trong khoảng (70-80)°C. Với môi chất lạnh R22, khi nhiệt độ ngưng tụ thay đổi trong khoảng (40-50)°C thì nhiệt độ sau máy nén thay đổi trong khoảng (65-80)°C. Tuy nhiên, trên thực tế khi máy nén hoạt động đều có các tổn thất áp suất, quá trình nén không thuận nghịch... Vì thế hệ số thu hồi nhiệt thải thực tế có thể được tính trên cơ sở lượng nhiệt mà nước nóng trong bình nhận được so với lượng điện năng tiêu thụ của máy điều hòa nhiệt độ.

**2.2.3. Tính chọn thiết bị trao đổi nhiệt**

Trên thực tế có nhiều loại thiết bị trao đổi nhiệt (TBTĐN) khác nhau như dạng ống lồng ống, kiểu tấm

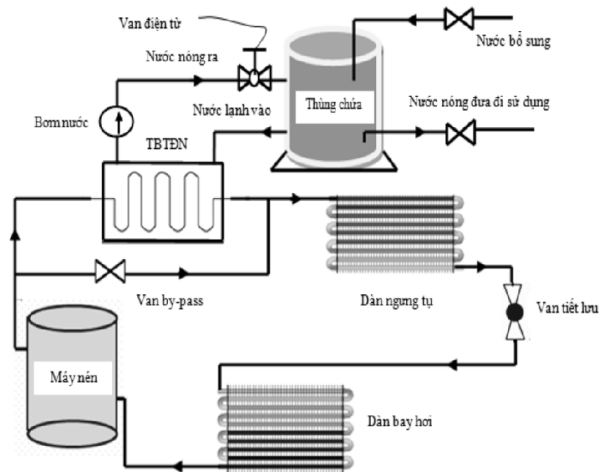
bản, dàn ống có cánh... theo kiểu truyền nhiệt và có thể phân thành kiểu đối lưu tự nhiên hay cưỡng bức. Về tăng cường tối đa gia nhiệt cho nước nóng từ việc thu hồi nhiệt thải của máy điều hòa nhiệt độ có công suất nhỏ, mô hình thực nghiệm cho thấy: Chọn thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống xoắn lò xo đối lưu cưỡng bức đặt trong bình chứa là hiệu quả nhất.

**2.3. Mô hình thực nghiệm [3]**

Mô hình thực nghiệm được thiết kế để thu hồi nhiệt thải từ một máy điều hòa không khí cục bộ có công suất 9.000 Btu/h, sử dụng môi chất lạnh R22. Máy điều hòa đang được sử dụng để làm lạnh cho phòng có diện tích 15m<sup>2</sup> với 4 nhân viên làm việc và các thiết bị trong văn phòng. Để thu hồi nhiệt thải, hệ thống thực nghiệm bao gồm các thiết bị sau:

- Bình ngưng tụ có dung tích 25 lít;
- Bơm nước tuần hoàn 45 W;
- Hệ thống đường ống nước;
- Thiết bị đo nhiệt độ nước, cường độ dòng điện và áp suất ngưng tụ của môi chất;
- Thùng nước nóng 50 lít được bọc cách nhiệt;
- Một van by-pass được lắp đặt để mô hình có thể hoạt động hai chế độ có thu hồi và không thu hồi nhiệt thải.

Khí nước lạnh trong bình ngưng tụ nhận nhiệt của môi chất lạnh sau khi nóng lên đến nhiệt độ yêu cầu sẽ được đưa sang bình chứa và van điện từ mở ra để sử dụng.



**Hình 3.** Sơ đồ nguyên lý của mô hình thực nghiệm

Với máy điều hòa không khí có công suất lạnh 12.000 Btu/h, thay các giá trị của môi chất lạnh R22 vào các công thức [4], [5]:

$$F_k = \frac{Q_k}{k_k \cdot \Delta t} \quad \text{và} \quad l = \frac{F_k}{\pi \cdot d} \quad (3)$$

Kết quả tính toán được: diện tích của bộ trao đổi nhiệt là 0,55 m<sup>2</sup>, chiều dài đường ống 17,5 m.

Với:  $\Delta t$  - độ chênh nhiệt độ trung bình;

$Q_k$  - năng suất nhiệt ngưng tụ, W;

$k$  - hệ số truyền nhiệt, W/m<sup>2</sup>.K;

Ống trao đổi nhiệt có đường kính  $d = 10\text{mm}$ .

Các thông số về áp suất ngưng tụ, nhiệt độ nước nóng và cường độ dòng điện sẽ được đo đạc trong suốt quá trình thí nghiệm.



Hình 4. Mô hình thực nghiệm

## 2.4. Kết quả thực nghiệm và bàn luận

Kết quả đo đạc thực nghiệm được ghi nhận đồng thời theo thời gian tại nhiều thời điểm khác nhau trong ngày để đảm bảo thể hiện tính thực tế cho sự hoạt động của một máy điều hòa và được thể hiện bằng các bảng số liệu sau.

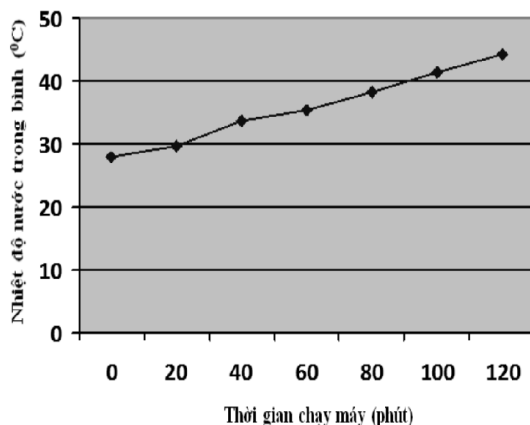
### 2.4.1. Sự thay đổi nhiệt độ của nước nóng theo thời gian

#### a. Kết quả đo đạc

Đo đạc thực nghiệm theo thời gian, ta có được kết quả thực tế và xây dựng được biểu đồ như sau:

Bảng 3. Bảng tổng hợp các kết quả thể hiện thay đổi nhiệt độ của nước nóng theo thời gian

Thời gian (phút)	Nhiệt độ nước ( $^{\circ}\text{C}$ )
0	28
20	29,6
40	33,7
60	35,5
80	38,3
100	41,5
120	44,2



Hình 5. Biểu đồ thể hiện thay đổi nhiệt độ của nước nóng trong bình theo thời gian

### b. Bàn luận

Lúc đầu nhiệt độ của nước tăng nhanh do nước trong bình có nhiệt độ thấp ( $28^{\circ}\text{C}$ ), nên phần lớn lượng nhiệt thải từ thiết bị ngưng tụ của máy điều hòa được nước hấp thụ và có thể xem đây là máy điều hòa giải nhiệt bằng nước. Khi nhiệt độ nước tăng, nhiệt độ và áp suất ngưng tụ của môi chất tăng theo. Khi áp suất ngưng tụ tăng đến bằng giá trị của hệ thống giải nhiệt bằng không khí thì lượng nhiệt mà nước trong bình nhận được bắt đầu giảm. Lúc này nhiệt độ của nước trong bình tăng chậm lại và khi nhiệt độ của nước cao hơn nhiệt độ ngưng tụ thì nước chỉ còn nhận được phần lượng quá nhiệt của môi chất lạnh (từ điểm 2 đến 2' thể hiện trên đồ thị T-s) và cuối cùng sẽ đạt giá trị lớn nhất, phụ thuộc vào nhiệt độ cuối tầm nén của môi chất lạnh. Và giá trị này đo được trong suốt quá trình thực nghiệm.

### 2.4.2. Sự thay đổi áp suất ngưng tụ của môi chất theo nhiệt độ nước nóng

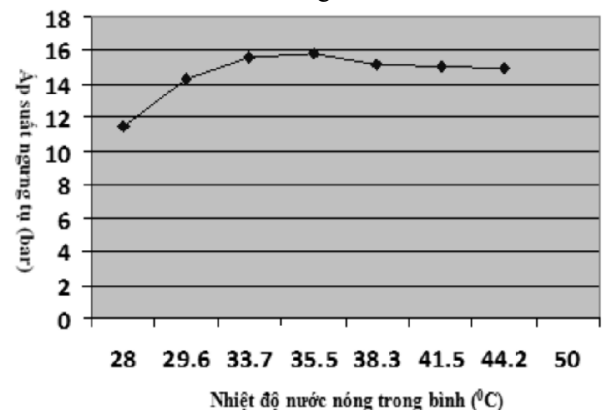
#### a. Kết quả đo đạc

Sử dụng các thiết bị đo (đồng hồ áp suất và đồng hồ nhiệt độ), ta đo được các kết quả sau:

Bảng 4. Bảng tổng hợp các kết quả thể hiện thay đổi áp suất ngưng tụ của môi chất theo nhiệt độ nước nóng

Áp suất ngưng tụ (bar)	Nhiệt độ nước ( $^{\circ}\text{C}$ )
11,5	28
14,3	29,6
15,6	33,7
15,8	35,5
15,2	38,3
15,1	41,5
15,0	44,2

Xây dựng biểu đồ thể hiện sự thay đổi áp suất ngưng tụ theo nhiệt độ của nước nóng như sau:



Hình 6. Biểu đồ thay đổi của áp suất ngưng tụ theo nhiệt độ của nước nóng trong bình

### b. Bàn luận

Khi nhiệt độ nước trong bình chứa càng tăng thì áp suất ngưng tụ môi chất càng tăng. Tuy nhiên, khi nhiệt độ nước lớn hơn  $40^{\circ}\text{C}$  thì áp suất không tăng nữa và giữ ổn định ở giá trị gần bằng với giá trị áp suất của hệ thống khi chạy bình thường (không thu hồi nhiệt thải). Điều này là do bộ trao đổi nhiệt thu hồi nhiệt thải mắc nối tiếp với dàn

ngưng tụ giải nhiệt bằng không khí, do đó khi nhiệt độ nước nóng trong bình tăng cao hơn nhiệt độ ngưng tụ tương ứng với áp suất ngưng tụ của máy điều hòa giải nhiệt bằng không khí thì môi chất lạnh bắt đầu ngưng tụ trong dàn ngưng của máy điều hòa và lúc này hệ thống hoạt động ở áp suất ngưng tụ ổn định tương ứng với giá trị của máy điều hòa giải nhiệt bằng không khí.

Trên thực tế, phụ tải nhiệt trong phòng và nhiệt độ môi trường bên ngoài luôn thay đổi, nên áp suất ngưng tụ thiết bị ngưng tụ giải nhiệt bằng không khí cũng thay đổi theo. Các thông số này thay đổi sẽ kéo theo áp suất ngưng tụ cũng tăng giảm theo, thể hiện trên Hình 6.

#### 2.4.3. Sự thay đổi cường độ dòng điện theo thời gian

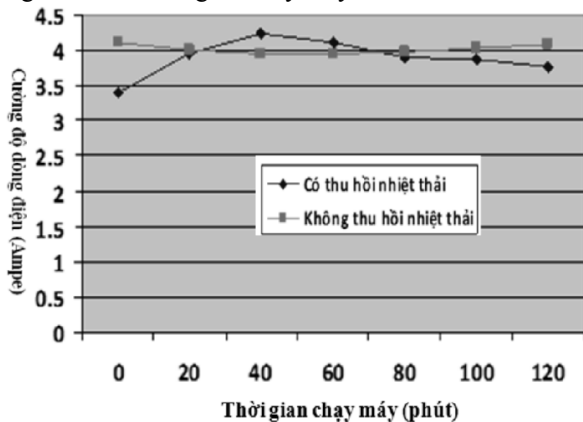
##### a. Kết quả đo đạc

Sử dụng thiết bị đo điện ta xác định được cường độ dòng điện phụ thuộc thời gian và thiết bị như sau:

**Bảng 5.** Bảng tổng hợp các kết quả thể hiện thay đổi của cường độ dòng điện theo thời gian và thiết bị

Thời gian (Phút)	Cường độ dòng điện (Ampe)	
	Có thu hồi nhiệt thải	Không thu hồi nhiệt thải
0	3.41	4.12
20	3.94	4.00
40	4.25	3.96
60	4.12	3.96
80	3.91	3.97
100	3.87	4.02
120	3.76	4.08

Xây dựng biểu đồ thể hiện sự thay đổi của cường độ dòng điện theo thời gian chạy máy như sau:



**Hình 7.** Biểu đồ thể hiện sự thay đổi của cường độ dòng điện theo thời gian chạy máy

##### b. Bàn luận

Đối với trường hợp không thu hồi nhiệt thải thì cường độ dòng điện tương đối ổn định trong suốt thời gian máy điều hòa hoạt động. Đối với trường hợp có thu hồi nhiệt thải, khi hệ thống mới bắt đầu hoạt động, cường độ dòng điện có giá trị nhỏ hơn giá trị định mức (vì nhiệt độ của nước trong bình lúc này còn thấp). Khi nhiệt độ nước tăng

dần thì cường độ dòng điện tăng, nhưng không vượt quá giá trị hoạt động của máy điều hòa khi không thu hồi nhiệt thải. Điều này có thể khẳng định rằng, khi máy điều hòa có thu hồi nhiệt thải, có thể tiết kiệm được một phần điện năng khi nhiệt độ nước trong bình dự trữ có giá trị nhỏ hơn 40°C.

Qua kết quả đo đạc các thông số từ thực nghiệm, ta nhận thấy trong trường hợp có thu hồi nhiệt thải thì cường độ dòng điện không ổn định so với chế độ hoạt động bình thường. Điều này được giải thích là trong trường hợp có thu hồi nhiệt thải, do mắc nối tiếp thêm bộ trao đổi nhiệt nên trở lực đường ống tăng, do đó nhiệt độ sau máy nén cũng tăng cao hơn so với trường hợp không có thu hồi. Tuy nhiên, do dòng hơi cao áp sau khi ra khỏi máy nén thải nhiệt cho nước trong bộ trao đổi nhiệt, vì vậy nhiệt độ của máy nén vẫn không vượt quá mức cho phép.

### 3. Kết luận

Qua quá trình thực nghiệm trên mô hình máy điều hòa không khí cục bộ, ta nhận thấy khi nhiệt độ nước nóng trong bình nhỏ hơn 40°C thì lượng nhiệt thải thực tế thu hồi nhiệt ( $\varphi$ ) được khoảng 50% so với nghiên cứu lý thuyết. Khi nhiệt độ nước nóng trong bình tăng lên đến 45°C thì quá trình thu hồi nhiệt thải càng giảm và lượng nhiệt thu hồi sẽ giảm dần khi nhiệt độ nước trong bình càng tăng. Điều này có nghĩa là hệ thống máy điều hòa chỉ hoạt động hiệu quả khi nhiệt độ nước nóng cần sử dụng có giá trị nhỏ hơn 40°C.

Ngoài ra, khi nhiệt độ nước nóng tăng thì lượng nhiệt thu hồi giảm, quá trình hoạt động của máy điều hòa không khí vẫn không ảnh hưởng gì đáng kể do trong mô hình thực nghiệm đã được thiết kế có bộ trao đổi nhiệt thu hồi nối tiếp với dàn ngưng tụ. Nghĩa là trong trường hợp nhiệt độ nước nóng tăng quá cao, đến gần bằng giá trị của nhiệt độ môi chất lạnh sau máy nén thì toàn bộ môi chất lạnh vẫn có thể ngưng tụ trong dàn ngưng của máy điều hòa không khí. Do đó, hệ thống có thu hồi nhiệt thải vẫn không làm ảnh hưởng đến quá trình hoạt động bình thường của máy điều hòa không khí. Hơn nữa, khi triển khai ứng dụng mô hình này vào thực tế sẽ mang lại hiệu quả kinh tế khá đáng kể từ việc tiết kiệm điện năng. Khi phương án giải nhiệt bằng nước được áp dụng, nhiệt độ và áp suất ngưng tụ giảm đi rõ rệt, giúp máy điều hòa làm việc nhẹ nhàng hơn, đồng thời cũng mang lại nguồn nước nóng phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau trong sinh hoạt.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J.P. Holman, *Heat Transfer*. Tenth Edition, McGraw-Hill International Edition, 2009.
- [2] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, *Kỹ thuật lạnh cơ sở*, Nhà xuất bản Giáo dục, 2007.
- [3] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, Đinh Văn Thuận, *Kỹ thuật lạnh ứng dụng*, Nhà xuất bản Giáo dục, 2009.
- [4] Lê Nguyễn Minh, *Giáo trình nhiệt động kỹ thuật*. Nhà xuất bản Giáo dục, 2009.
- [5] Võ Chí Chính, *Giáo trình Điều hòa không khí*, Nhà xuất bản Khoa học & Kỹ thuật, 2005.