

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

TRƯỜNG THỂ PHÚC

**NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ TRỮ NHIỆT
TỪ NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI
ĐỂ CẤP NHIỆT CHO MÁY LẠNH HẤP THỤ**

Chuyên ngành: CÔNG NGHỆ NHIỆT

Mã số: 60.52.80

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng – Năm 2015

Công trình được hoàn thành tại

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: TS. NGUYỄN THÀNH VĂN

Phản biện 1: PGS. TS. Trần Văn Vang

Phản biện 2: PGS. TS. Nguyễn Bốn

Luận văn đã được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ Kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 20 tháng 7 năm 2015

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm thông tin học liệu, Đại học Đà Nẵng
- Thư viện trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Ngành kỹ thuật lạnh ở nước ta đã phát triển rất mạnh mẽ trong những năm vừa qua, được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như điều hòa không khí, chế biến và bảo quản thủy sản, sản xuất công nghiệp... Các thiết bị nhiệt lạnh là những thiết bị tiêu thụ năng lượng rất lớn, mà chủ yếu là năng lượng điện. Tuy nhiên, nguồn năng lượng truyền thống (than, dầu, khí...) để sản xuất điện năng đang ngày cạn kiệt. Vì vậy việc nghiên cứu, ứng dụng các nguồn năng lượng khác (năng lượng mặt trời...) áp dụng cho các thiết bị Nhiệt lạnh (công nghệ Lạnh, ĐHKK...) là điều hết sức thiết thực.

Cho đến hiện nay máy lạnh có máy nén hơi vẫn đang chiếm lĩnh gần như toàn bộ thị trường làm lạnh. Bên cạnh những ưu điểm không thể phủ nhận thì máy lạnh có máy nén hơi cũng còn tồn tại những khuyết điểm mà cho đến nay vẫn chưa thể nào khắc phục được. Làm lạnh bằng máy lạnh hấp thụ có những ưu điểm vượt trội là có thể vận hành bằng nhiệt năng và có thể sử dụng những chất làm việc thân thiện với môi trường.

Ngày nay, bên cạnh các nguồn năng lượng sạch như năng lượng gió, địa nhiệt... năng lượng mặt trời đã được khai thác và ứng dụng nhiều trong nhiều lĩnh vực. Một trong những ứng dụng cụ thể và hiệu quả là sử dụng bộ thu năng lượng mặt trời để gia nhiệt nước nóng cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ. Tuy nhiên do sự thay đổi bức xạ mặt trời giữa ban ngày và ban đêm nên sự thiếu hụt nguồn nhiệt cho nhu cầu sử dụng trong suốt thời gian ban đêm là không thể tránh khỏi. Hệ thống tích trữ năng lượng nhiệt có những thuận lợi như: dung lượng tích trữ nhiệt cao, khả năng tích trữ nhiệt ở nhiệt độ cao, chất trữ nhiệt dễ tìm kiếm...

Vì các lý do nêu trên tôi chọn đề tài: **“Nghiên cứu công nghệ trữ nhiệt từ năng lượng mặt trời để cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ ”** là đúng với xu thế phát triển của thời đại. Nhằm góp phần vào xu hướng chung trên thế giới và Việt Nam nói riêng trong việc tiết kiệm năng lượng.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu công nghệ trữ nhiệt để thiết kế mô hình thiết bị trữ nhiệt có công suất nhiệt đủ cung cấp nhiệt chạy máy lạnh hấp thụ để điều hòa không khí.

3. Nội dung nghiên cứu

- Giới thiệu các phương pháp tích trữ nhiệt hiện nay đang được sử dụng trên thế giới. Qua đó so sánh và lựa chọn sơ đồ tích trữ nhiệt ứng dụng trong máy lạnh hấp thụ

- Tính toán lý thuyết quá trình tích trữ nhiệt và công suất hệ trữ nhiệt

- Đánh giá kinh tế kỹ thuật trong việc ứng dụng công nghệ tích trữ nhiệt

- Rút ra các nhận xét, kết luận

4. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp kế thừa

- Nghiên cứu phương pháp tính toán chế tạo hệ tích trữ nhiệt

- Nghiên cứu quá trình tích trữ nhiệt

- Từ các kết quả tính toán và so sánh, luận văn đưa ra các kết luận về triển vọng trong việc chế tạo và sử dụng rộng rãi hệ tích trữ nhiệt dùng cho máy lạnh hấp thụ ở Việt Nam

*** Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn của đề tài**

- Từ kết quả quá trình tích trữ nhiệt, ta có cơ sở để tính toán

và thiết kế hệ tích trữ nhiệt

- Từng bước đưa vào sử dụng năng lượng mặt trời để điều hòa không khí nhằm giảm bớt điện năng tiêu thụ trong các hệ thống lạnh, nhất là nước ta là nước nhiệt đới nên hệ thống này rất có triển vọng.

5. Bộ cục đề tài

Ngoài phần mở đầu, mục lục, luận văn chia thành 5 chương như sau:

Chương 1: Tổng quan

Chương 2: Nghiên cứu, lựa chọn công nghệ trữ nhiệt năng lượng mặt trời cho máy lạnh hấp thụ

Chương 3: Nghiên cứu, tính toán lý thuyết hệ thống trữ nhiệt năng lượng mặt trời cho máy lạnh hấp thụ

Chương 4: Nghiên cứu thiết kế mô hình trữ nhiệt năng lượng mặt trời cấp nhiệt máy lạnh hấp thụ

Chương 5: Đánh giá hiệu quả kinh tế, kỹ thuật của thiết bị

CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN

1.1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

1.2. TỔNG QUAN VỀ NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

1.2.1. Giới thiệu về mặt trời

1.2.2. Các phản ứng hạt nhân trong mặt trời

1.2.3. Cân bằng nhiệt cho các vật thu bức xạ mặt trời

1.2.4. Hiệu ứng lồng kính

1.2.5. Ưu nhược điểm của năng lượng mặt trời

1.3. ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI HIỆN NAY TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM

- 1.3.1. Thiết bị đun nước nóng bằng NLMT
- 1.3.2. Thiết bị sấy khô sử dụng NLMT
- 1.3.3. Bếp nấu dùng NLMT
- 1.3.4. Thiết bị chưng cất nước dùng NLMT
- 1.3.5. Động cơ Stirling sử dụng NLMT
- 1.3.6. Pin Mặt trời
- 1.3.7. Nhà máy nhiệt điện sử dụng NLMT
- 1.3.8. Thiết bị làm lạnh và điều hòa không khí sử dụng NLMT

1.4 TỔNG QUAN VỀ MÁY LẠNH HẤP THỤ

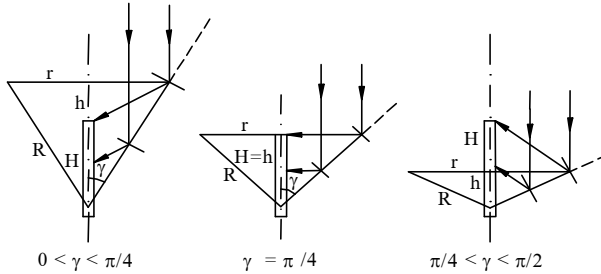
- 1.4.1. Sơ đồ nguyên lý
- 1.4.2. Ưu điểm
- 1.4.3. Nhược điểm

Kết luận: Yêu cầu cấp nhiệt cho bình sinh hơi của máy lạnh hấp thụ là nguồn nhiệt có nhiệt độ từ 80°C - 150°C . Đây là phạm vi nhiệt độ các bộ thu năng lượng mặt trời có thể cung cấp đủ công suất yêu cầu. Nên có thể dùng bộ thu có gương phản xạ thu bức xạ mặt trời để trữ và cấp nhiệt cho bình sinh hơi của máy lạnh hấp thụ.

1.5. TỔNG QUAN VỀ BỘ THU NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

- 1.5.1. Các đặc trưng của bộ thu dùng gương phản xạ
- 1.5.2. Gương phẳng
- 1.5.3. Gương nón
 - a. Gương nón cắt
 - b. Gương nón

Gương nón được dùng để phản xạ lên mặt thu hình ống trụ đặt tại trục nón. Tùy theo góc đỉnh nón nhỏ hơn, bằng hoặc lớn hơn 45° , chiều cao H của ống thu bức xạ hình trụ có thể nhỏ hơn, bằng hoặc lớn hơn chiều cao h của nón, như mô tả trên hình 1.22:



Hình 1.22. Gương nón với mặt thu hình ống trụ

Kết luận: Trong ba loại gương nón thì gương nón vuông ($\gamma = 45^0$) là gương phản xạ có hệ số tập trung k cao thứ hai ($k_n > k_v > k_t$). Nhưng so với gương nón nhọn và gương nón tù thì gương nón vuông có những ưu điểm hơn như sau: Kết cấu chắc chắn, chính xác, dễ quay, dễ điều chỉnh, dễ cố định trụ ống tại trục nón, tiêu tốn ít vật liệu hơn, sai số khi quay cho phép lớn hơn. Nên trong ba loại gương nón thì gương nón vuông ($\gamma = 45^0$) rất phù hợp để làm gương phản xạ cho bộ thu trữ nhiệt năng lượng mặt trời.

1.5.4. Gương Parabol

a. Gương parabol tròn xoay

b. Gương parabol trụ

1.6. TỔNG QUAN VỀ TRỮ NHIỆT

1.6.1. Trữ nhiệt bằng hệ thống tuần hoàn tự nhiên (hiệu ứng siphon nhiệt)

1.6.2. Trữ nhiệt bằng hệ thống tuần hoàn cưỡng bức

1.6.3. Trữ nhiệt bằng hệ có hai chất lỏng và bình chứa có bộ trao đổi nhiệt

1.6.4. Tích trữ nhiệt bằng chất cảm nhiệt

1.6.5. Trữ nhiệt ở dạng nhiệt ẩn nóng chảy

1.7. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU THUỘC LĨNH VỰC ĐỀ TÀI TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

CHƯƠNG 2

NGHIÊN CỨU, LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ TRỮ NHIỆT NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI CHO MÁY LẠNH HẤP THỤ

Chương này nhằm nghiên cứu, phân tích lựa chọn công nghệ trữ nhiệt, chất trữ nhiệt, bộ thu năng lượng mặt trời và đề xuất sơ đồ nguyên lý hệ thống trữ nhiệt mặt trời dùng gương nón cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ.

2.1. NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ TRỮ NHIỆT NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI CHO MÁY LẠNH HẤP THỤ

➤ **Trữ nhiệt dạng nhiệt hiện**

➤ **Trữ nhiệt dạng nhiệt ẩn**

***Kết luận:** Từ các đánh giá ở trên, ta chọn công nghệ trữ nhiệt cho máy lạnh hấp thụ là trữ nhiệt dạng nhiệt ẩn*

2.2. LỰA CHỌN CHẤT CHUYỂN PHA

2.2.1. Định nghĩa, đặc điểm, yêu cầu

2.2.2. Phân loại PCM

2.2.3. Lựa chọn môi chất trữ nhiệt

Qua việc phân tích đặc tính của các môi chất nóng chảy ở trên, tác giả chọn môi chất **Erythritol** làm môi chất trữ nhiệt vì:

- Khả năng ứng dụng ở phạm vi nhiệt độ lớn (nhiệt độ nóng chảy cao 118⁰C, phù hợp cấp nhiệt cho bình sinh hơi máy lạnh hấp thụ)
- Khả năng tương thích với vật liệu xây dựng thông thường
- Tính chất hoá học ổn định
- Nhiệt nóng chảy cao
- An toàn và không phản ứng
- Khả năng tái sử dụng

Bảng 2.8. Thông số vật lý của Erythritol

Đặc tính vật lý	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Điểm nóng chảy	t_c	118	$^{\circ}\text{C}$
Nhiệt dung riêng	C_p	1,38	kJ/kgK
Khối lượng riêng ở thể rắn	ρ_r	1480	kg/m^3
Hệ số dẫn nhiệt	λ	0,733	W/mK
Nhiệt chuyển pha (nóng chảy và đông đặc)	r	339,8	kJ/kg

2.3. LỰA CHỌN BỘ THU NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

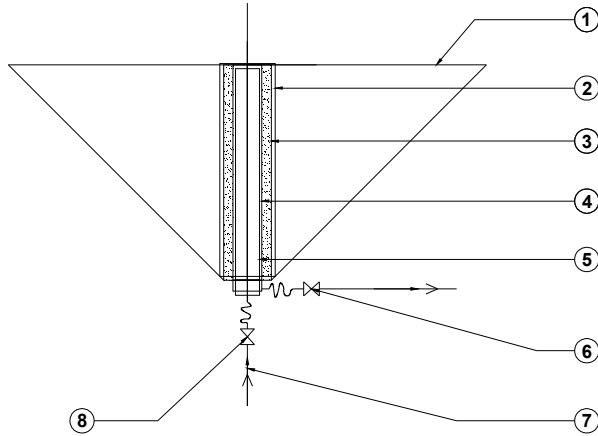
Yêu cầu của các bộ thu năng lượng mặt trời để đáp ứng được yêu cầu làm bộ thu trữ nhiệt để cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ:

- + Dễ chế tạo
- + Độ tập trung K cao
- + Khả năng điều chỉnh gương hướng về phía mặt trời
- + Khả năng tạo nhiệt độ cao ($\geq 118^{\circ}\text{C}$)
- + Thích hợp cho trữ nhiệt

2.3.1. Lựa chọn gương phản xạ của bộ thu

Kết luận: Từ các đánh giá ở trên, ta thấy gương nón có góc ở đỉnh $\gamma = 45^{\circ}$ đáp ứng được các yêu cầu để làm gương phản xạ cho bộ thu tích trữ năng lượng mặt trời (các yêu cầu nêu trên). Nên ta chọn gương nón vuông ($\gamma = 45^{\circ}$) là gương phản xạ cho bộ thu tích trữ năng lượng mặt trời cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ.

2.3.2. Cấu tạo bộ thu năng lượng mặt trời kiểu gương nón



- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Gương phản xạ nón | 5. Ống lồng dẫn nước vào. |
| 2. Ống kính thủy tinh | 6. Van cổng điều chỉnh lượng nước ra khỏi bộ thu |
| 3. Ống đựng chất nóng chảy trữ nhiệt | 7. Van cổng điều chỉnh lượng nước vào bộ thu |
| 4. Ống dẫn nước ra | 8. Ống nổi mèm |

Hình 2.2. Cấu tạo và các thông số đặc trưng của bộ thu

2.4. ĐỀ XUẤT SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ HỆ THỐNG TÍCH TRỮ NHIỆT

2.4.1. Giới thiệu nhu cầu cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ

2.4.2. Đề xuất sơ đồ, nguyên lý làm việc và mô tả các quá

trình

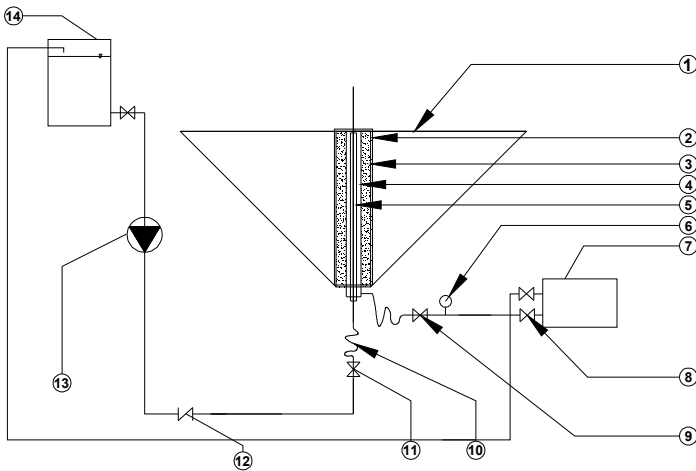
CHƯƠNG 3
NGHIÊN CỨU, TÍNH TOÁN LÝ THUYẾT HỆ THỐNG
TRỮ NHIỆT NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI CHO
MÁY LẠNH HẤP THỤ

3.1. CẤU TẠO, NGUYÊN LÝ VÀ CÁC QUÁ TRÌNH TÍCH TRỮ CẤP NHIỆT CỦA BỘ THU

3.1.1. Sơ đồ hệ thống thiết bị và nguyên lý làm việc

a. Cấu tạo của hệ thống thiết bị

Cấu tạo của một mô đun thu trữ cấp nhiệt điển hình được mô tả trên hình 3.1 như sau:

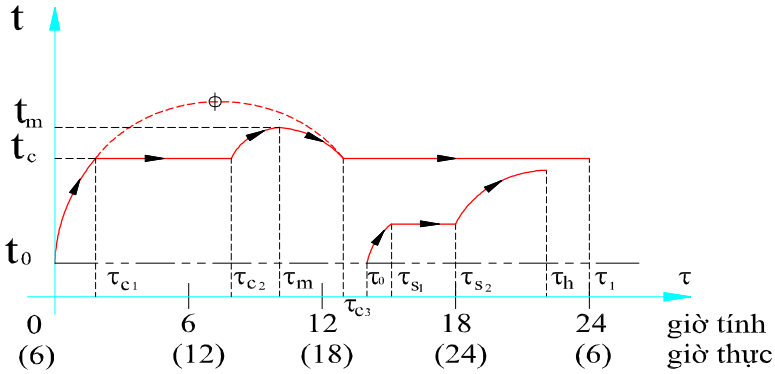


Hình 3.1. Sơ đồ hệ thống thiết bị thu trữ cấp năng lượng mặt trời

- | | |
|---|---|
| 1. Gương phản xạ nón | 8. Van điều chỉnh lưu lượng nước nóng vào và ra bình sinh hơi |
| 2. Ống lồng kính và cách nhiệt | 9. Van điều chỉnh lưu lượng nước cấp ra khỏi bộ thu gương nón |
| 3. Ống đựng môi chất nóng chảy trữ nhiệt | 10. Ống nổi mề |
| 4. Ống dẫn nước ra | 11. Van điều chỉnh lưu lượng nước cấp vào |
| 5. Ống lồng dẫn nước vào. | 12. Van một chiều |
| 6. Nhiệt kế. | 13. Bơm nước cấp |
| 7. Hệ tiêu thụ nhiệt (Bình sinh hơi của máy lạnh hấp thụ) | 14. Bình cấp nước |

b. Mô tả nguyên lý hoạt động

3.1.2. Mô tả các quá trình thu trữ cấp nhiệt của thiết bị



Hình 3.2. Đồ thị $t(\tau)$ của môi chất nóng chảy

3.2. TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH CẤP NHIỆT CHO MÔI CHẤT NÓNG CHẢY

3.2.1. Phát biểu bài toán tính thông số các quá trình

Cho 1 thiết bị thu bức xạ mặt trời (BXMT) trữ cấp nhiệt có kết cấu như hình 3.1 với các chi tiết chính đặc trưng bởi các thông số sau:

Gương nón có kích thước : bán kính đường tròn đáy r , chiều cao nón h , $h=r$) độ phân xạ R , luôn được quay để trục nón song song tia nắng. Ống lồng dẫn nước vào ra khi cấp nhiệt, có các thông số là: $d_1, h, \delta_1, \lambda_1, C_1$ và $d_2, h, \delta_2, \lambda_2, C_2$. Ống đựng môi chất có các thông số: $d_3, h, \delta_3, \lambda_3, C_3$; bề mặt ngoài có độ đen ε . Môi chất nóng chảy đựng đầy trong ống môi chất, có các thông số: $\rho, C, \lambda, t_c, r_c$. Khe không khí có $d_4/d_3, \lambda_k$ coi là trong suốt $D_k = 1$. Lồng kính có các thông số: $d_4, h, \delta_4, \lambda_4, D$. Mặt ngoài ống kính tỏa nhiệt phức hợp ra không khí nhiệt độ t_f với cường độ $\alpha = \alpha_{dl} + \alpha_{bx}$ sẽ tính cụ thể theo số liệu thực tế. Thiết bị được khởi động lúc mặt trời mọc, coi là lúc $\tau = 0$, với cường độ BXMT tới F là $E(\tau) = E_n \sin \omega \tau$, với $\omega = 2\pi/\tau_n$ [1/s]

$$\text{và } E_n = \frac{1}{365} \sum_1^{365} E_i$$

Cần tìm hàm nhiệt độ $t(\tau)$, mọi thông số đã cho) của môi chất và tính các thời gian đặc trưng cho các quá trình, theo tất cả các thông số đã cho nói trên.

3.2.2. Các giả thiết khi tính toán thiết bị thu trữ nhiệt mặt trời

3.2.3. Tính toán quá trình gia nhiệt môi chất rắn

a. Xác định hàm $t(\tau)$ khi gia nhiệt môi chất rắn

Trong quá trình gia nhiệt và nóng chảy môi chất, ta sẽ không cho nước vào ống lồng và coi không khí trong ống lồng có khối lượng không đáng kể. Khi đó, phương trình cân bằng nhiệt cho hệ ống môi chất trong thời gian $d\tau \in [\tau \div \tau + d\tau]$ khi nhiệt độ hệ tăng khoảng tương ứng $[t \div t + dt]$ là:

Nhiệt bức xạ mặt trời do ống hấp thụ = Nhiệt đun nóng môi chất + Nhiệt đun nóng 3 ống lồng + Nhiệt truyền ra môi trường không khí

$$\varepsilon D F E_n \sin(\omega\tau) d\tau = \rho V C d t + \sum m_i C_i d t + \frac{t-t_f}{R_f} H d\tau \quad (3-1)$$

Với:

$$\left\{ \begin{array}{l} F = (\pi r^2 - \frac{\pi}{4} d_4^2) R \\ V = \frac{\pi}{4} (d_3^2 - (d_2 + 2\delta_2)^2) H \\ \sum m_i C_i = m_1 C_1 + m_2 C_2 + m_3 C_3 = \rho_1 \pi d_1 \delta_1 r C_1 + \rho_2 \pi d_2 \delta_2 r C_2 + \rho_3 \pi d_3 \delta_3 r C_3, [J / K] \\ R_f = \frac{1}{2\pi\lambda_x} \ln \frac{d_4 - 2\delta_4}{d_3 + 2\delta_3} + \frac{1}{2\pi\lambda_4} \ln \frac{d_4}{d_4 - 2\delta_4} + \frac{1}{\pi\alpha d_4}, [mK / W] \end{array} \right.$$

Nếu đặt $T(\tau) = t(\tau) - t_f$, gọi là độ gia nhiệt, thì phương trình trên có dạng:

$$\varepsilon DFE_n \sin(\omega\tau) d\tau = (\rho VC + \sum m_i C_i) dT + T \frac{H}{R_i} d\tau \quad (3-2)$$

Dạng chính tắc phương trình vi phân trên là:

$$\frac{dT}{d\tau} + T \frac{H/R_i}{\rho VC + \sum m_i C_i} = \frac{\varepsilon DFE_n}{\rho VC + \sum m_i C_i} \sin(\omega\tau) \quad (3-3)$$

Nếu đặt $W = H/R_i$, $[W/K]$; $\zeta = \rho VC + \sum m_i C_i$, $[J/K]$; $P = \varepsilon DFE_n$, $[W]$; $b = W/\zeta$, $[1/s]$ và $a = P/\zeta$, $[K/s]$ thì hệ phương trình vi phân để xác định $t(\tau)$ sẽ có dạng:

$$(T) \begin{cases} T'(\tau) + bT(\tau) = a \sin(\omega\tau) \\ \text{Điều kiện đầu } T(\tau = 0) = t_f - t_f = 0 \end{cases}$$

Giải hệ phương trình vi phân (T) sẽ thu được nghiệm:

$$T(\tau) = \frac{a}{b\sqrt{1+(\omega/b)^2}} \left[\sin(\omega\tau - \text{artg} \frac{\omega}{b}) + \frac{e^{-b\tau}}{\sqrt{1+(b/\omega)^2}} \right] \quad (3-4)$$

Số hạng sau của tổng nhỏ hơn 1 và giảm rất nhanh khi thời gian τ tăng, nên khi $\tau > 1h$ có thể bỏ qua.

b. Xác định thời điểm τ_{c1} khi môi chất đạt t_c

Giải phương trình $T(\tau) = t(\tau) - t_f = t_c - t_f = T_c$

$$\text{hay: } \sin(\omega\tau - \text{artg} \frac{\omega}{b}) = T_c \frac{b\sqrt{1+(\omega/b)^2}}{a} \text{ sẽ thu được 2}$$

nghiệm trong khoảng thời gian 1 ngày $\tau \in (0 \div \tau_n)$ là:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_{C1} = \frac{\tau_n}{2\pi} \left[\operatorname{artg} \frac{\omega}{b} + ar \sin \frac{T_C \sqrt{b^2 + \omega^2}}{a} \right] \\ \tau_{C3} = \frac{\tau_n}{2\pi} \left[\pi + \operatorname{artg} \frac{\omega}{b} - ar \sin \frac{T_C \sqrt{b^2 + \omega^2}}{a} \right] \end{array} \right. \quad (3-5)$$

τ_{C1} là thời điểm môi chất đạt nhiệt độ nóng chảy t_c .

τ_{C3} là thời điểm hệ môi chất ảo không nóng chảy sẽ hạ nhiệt độ đến t_c , thực tế ta có thể không cần quan tâm đến thời điểm này.

c. Tính toán quá trình nóng chảy môi chất

Khi nóng chảy, trong thời gian $\tau \in [\tau_{C1} \div \tau_{C2}]$, môi chất nhận nhiệt đẳng nhiệt ở $t_c = \text{const}$ để chuyển pha từ rắn sang lỏng. Khi đó, có $dU = dt \sum m_i C_i = 0$ và phương trình cân bằng nhiệt cho hệ trong thời gian $d\tau \in [\tau \div \tau + d\tau]$, khi khối lượng môi chất nóng chảy thêm 1 lượng dm là:

Nhiệt do hệ nhận được từ bức xạ mặt trời trong $d\tau =$ Nhiệt nóng chảy lượng dm $kg +$ Nhiệt truyền ra không khí.

Mô tả toán học điều này là:

$$\varepsilon D F E_n \sin(\omega\tau) d\tau = r_c dm + \frac{t_c - t_f}{R_l} H d\tau \quad (3-6)$$

Quan hệ giữa khối lượng môi chất m và thời điểm nóng chảy hoàn toàn τ_{C2} có thể tìm được bằng cách tích phân phương trình cân bằng nhiệt nói trên như sau:

$$\int_0^m dm = \int_{\tau_{C1}}^{\tau_{C2}} \frac{1}{r_c} \left[P \sin(\omega\tau) - \frac{T_c H}{R_l} \right] d\tau$$

Suy ra:

$$m = \frac{P}{r_c \omega} [\cos(\omega \tau_{c1}) - \cos(\omega \tau_{c2})] + \frac{T_c H}{r_c R_l} (\tau_{c1} - \tau_{c2}) \quad (3-7)$$

Theo công thức này, nếu chọn trước $\tau_{c2} < \tau_n/2$ có thể tính được khối lượng môi chất nạp m. Ngược lại, nếu chọn trước m có thể xác định τ_{c2} như là nghiệm của phương trình:

$$\cos(\omega \tau_{c2}) = [\cos(\omega \tau_{c1}) + \frac{T_c H \omega}{R_l P} \tau_{c1} + \frac{m \omega r_c}{P}] - \frac{T_c H \omega}{R_l P} \tau_{c2} \quad (3-8)$$

Nếu đặt $\omega \tau_{c2} = X$ thì phương trình này là một phương trình siêu việt có dạng: $\cos X = A - BX$.

Có thể xác định $\tau_{c2} \in [\tau_{c1} \div \tau_n/2]$ hay $X < \pi$ theo phương trình $\cos X = A - BX$ bằng phương pháp lặp với sai số nhỏ tùy ý,

$$\text{chẳng hạn với } \varepsilon_x = \left| 1 - \frac{(A - BX)}{\cos X} \right| \leq 0,1\% [3]$$

3.3. TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH TRỮ NHIỆT & CÁCH NHIỆT

3.3.1. Chỉ tiêu về cách nhiệt của một ống môi chất [3]

3.3.2. Tính hệ số tỏa nhiệt từ ống d_3 ra môi trường không

khí

3.3.3. Tính nhiệt trở R_l của ống cần thiết để bảo quản

3.3.4. Tính d_c

3.3.5. Thiết kế cách nhiệt vỏ bao d_c

3.4. TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH CẤP NHIỆT CHO NƯỚC

3.4.1. Tính hệ số α từ mặt ống d_2 đến nước

3.4.2. Tính quá trình cấp nước nóng

CHƯƠNG 4
NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MÔ HÌNH TRỮ NHIỆT NĂNG
LƯỢNG MẶT TRỜI CẤP NHIỆT
MÁY LẠNH HẤP THỤ

4.1. TÍNH TOÁN KÍCH THƯỚC THIẾT BỊ

4.1.1. Tính toán kích thước bộ thu

Bán kính cần thiết của đường tròn đáy của modul là:

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = \sqrt{\frac{3,05}{\pi}} = 0,99m$$

Theo mục b, 1.5.2 thì chiều cao ống trụ: $H = r = 1 m$

4.1.2. Tính toán kích thước ống chứa môi chất trữ nhiệt

Đường kính ống chứa môi chất là:

$$d_3 = \frac{r}{k} = \frac{1}{5} = 0,2m$$

4.1.3. Tính toán kích thước ống cấp nước d_2

Giải phương trình 4-7 bằng phương pháp lập ta được $d_2 = 120mm$

4.1.4. Tính toán kích thước ống cấp nước d_1

Kích thước ống d_1 được xác định theo công thức 4-9

Vậy kích thước ống $d_1 = 0,1 m$

Bảng 4.2. Các thông số kết cấu của modul trữ nhiệt năng lượng mặt trời

Tên	Vật liệu	Thông số	Kí hiệu	ĐVT	Trị số
Gương nón	Inox	Bán kính đáy	r	m	1
		Cao	H	m	1
		Hệ số phản xạ	R		0,94
Ống nước	Đồng	Đường kính trong	d_1	m	0,1

vào		Dày Khối lượng riêng Nhiệt dung riêng Hệ số dẫn nhiệt	δ_1 ρ_1 C_1 λ_1	m kg/m ³ J/kgK W/mK	0,001 8920 380 390
Ống nước ra	Đồng	Đường kính trong Dày	d_2 δ_2	m m	0,12 0,001
Ống chứa môi chất	Đồng	Đường kính trong Dày Độ đen = hệ số hấp thụ	d_3 δ_3 ε	m m	0,2 0,001 0,95
Ống lồng kính	Thủy tinh	Đường kính ngoài Dày Hệ số dẫn nhiệt Độ trong Độ đen	d_4 δ_4 λ_4 D ε	m m W/mK	0,21 0,0015 0,74 0,93 0,07
Môi chất nóng chảy	Erythritol C ₄ H ₁₀ O ₄	Khối lượng riêng Nhiệt dung riêng Hệ số dẫn nhiệt Nhiệt độ nóng chảy Nhiệt nóng chảy	ρ C λ t_c r_c	kg/m ³ J/kgK W/mK °C J/kg	1480 1380 0,733 118 339800
Môi trường xung quanh	Không khí	Nhiệt độ Hệ số dẫn nhiệt Tốc độ gió trung bình	t_f λ_k ω	°C W/mK m/s	30 0,027 3
Năng		Cường độ bức xạ cực đại trung bình năm tại Đà Nẵng	E_n		940 W/m ²

4.2. TÍNH TOÁN THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA THIẾT BỊ

4.2.1. Tính hệ số tỏa nhiệt phức hợp từ ống kính ra môi trường không khí

Theo công thức 4-10: $\alpha = \alpha_{dl} + \alpha_{bx} = 16,43 \text{ W/m}^2\text{K}$

4.2.2. Tổng hợp kết quả tính toán các thông số kỹ thuật của thiết bị

Bảng 4.3. Tổng hợp kết quả tính toán các thông số kỹ thuật của thiết bị

TT	Tên thông số	Công thức tính	Số liệu	Kết quả
1	Diện tích sau phản xạ	$F = (\pi r^2 - \frac{\pi}{4} d_4^2) R$	$(\pi 1^2 - \frac{\pi}{4} 0,21^2) 0,94$	2,92 m ²
2	Khối lượng ống d ₁	$m_1 = \rho_1 \pi d_1 \delta_1 H$	8920.3,14.0,1.0,001.1	2,8 kg
3	Khối lượng ống d ₂	$m_2 = \rho_2 \pi d_2 \delta_2 H$	8920.3,14.0,12.0,001.1	3,36 kg
4	Khối lượng ống d ₃	$m_3 = \rho_3 \pi d_3 \delta_3 H$	8920.3,14.0,2.0,001.1	5,6 kg
5	Nhiệt dung 3 ống đồng	$C_0 = C_1 \sum m_i$	380.(2,8+3,36+5,6)	4472 J/K
6	Thể tích ống môi chất	$V = \frac{\pi}{4} [d_3^2 - (d_2 + 2\delta_2)^2] . H$	$\frac{\pi}{4} [0,2^2 - (0,12 + 2.0,001)^2] . 1$	0,02 m ³
7	Khối lượng MC	$m = \rho . V$	1480.0,02	29,6 kg
8	Nhiệt dung hệ	$C = mC + C_0$	29,6.1380+4472	45320 J/K
9	Nhiệt trở từ môi chất đến MT, qua 1m ống	$R_1 = \frac{1}{2\pi\lambda_k} \ln \frac{d_4 - 2\delta_4}{d_3 + 2\delta_3} + \frac{1}{2\pi\lambda_4} \ln \frac{d_4}{d_3 + 2\delta_3} + \frac{1}{\pi d_4 \alpha}$	$\frac{1}{2\pi 0,027} \ln \frac{0,21 - 2.0,0015}{0,2 + 2.0,001} + \frac{1}{2\pi 0,74} \ln \frac{0,21}{0,2 + 2.0,001} + \frac{1}{\pi 0,21.16.423}$	0,24 mK/W
10	Công suất hấp thụ max	$P = \varepsilon . D . F . E_n$	0,95.0.93.2.92.940	2426 W
11	Đương lượng nước	$W = H / R_1$	1/0,24	4,09 W/K

12	Tốc độ góc biểu kiến của mặt trời	$\omega = 2\pi / \tau_n$	$2\pi/(24.3600)$	$7,272.10^{-5}$ rad/s
13	Tốc độ gia nhiệt max	$a = P / C$	2426/45320	0,0535 K/s
14	Tần số dao động nhiệt	$b = W / C$	4,09/45320	9.10^{-5} s^{-1}
15	Δt max LT	$T_m = \frac{a}{\sqrt{(b^2 + \omega^2)}}$	$\frac{0,0535}{\sqrt{(9.10^{-5})^2 + (7,27.10^{-5})^2}}$	$462 \text{ } ^\circ\text{C}$
16	Nhiệt độ môi chất max LT	$t_m = t_f + T_m$	30+392	$492 \text{ } ^\circ\text{C}$
17	Lúc môi chất đạt t_c	$\tau_{c1} = \frac{\tau_n}{2\pi} \left[\text{artg} \frac{\omega}{b} + ar \sin \frac{T_c \sqrt{b^2 + \omega^2}}{a} \right]$	$\frac{24}{2\pi} \left[\text{artg} \frac{72}{90} + ar \sin \frac{88\sqrt{(9.10^{-5})^2 + (7,27.10^{-5})^2}}{0,0535} \right]$	3,32 h
18	Lúc môi chất hạ nhiệt độ đến t_c	$\tau_{c3} = \frac{\tau_n}{2\pi} \left[\pi + \text{artg} \frac{\omega}{b} - ar \sin \frac{T_c \sqrt{b^2 + \omega^2}}{a} \right]$	$\frac{24}{2\pi} \left[\pi + \text{artg} \frac{72}{90} - ar \sin \frac{88\sqrt{(9.10^{-5})^2 + (7,27.10^{-5})^2}}{0,0535} \right]$	13,61 h

4.2.3. Tính τ_{c2} khi chọn trước môi chất nạp [3]

Theo tính toán ở mục 4.2.2, lượng môi chất nạp đầy thể tích của ống môi chất có khối lượng $M = 29,6$ kg. Ta chọn lượng môi chất nạp là: $m=29$ kg

Giải phương trình 3-8 ta có thời gian để nóng chảy hết $m = 29$ kg là $\tau_{c2} = 24X/2\pi = 24 \cdot 2,55/2\pi = 9,74$ h, tức là lúc 15h44 ph

4.2.4. Tính toán quá trình trữ nhiệt và cách nhiệt

a. Chỉ tiêu về cách nhiệt của một ống môi chất

- Khối lượng môi chất nóng chảy cần bảo quản là $m = 29$ kg có $t_{\text{đầu}} = t_c = 118$ °C

- Thời gian bảo quản không tải là $\Delta\tau = (\tau_{\text{sd}} - \tau_{C2}) = 24 - 9,74 = 14,26$ h

- Chỉ tiêu bảo quản: Đến cuối lúc bảo quản, lúc τ_n thì lượng môi chất lỏng trong ống còn lại là k_m . Chọn trước $k = 0,5$

b. Tính hệ số tỏa nhiệt từ ống d_3 ra môi trường

Hệ số tỏa nhiệt phức hợp ra môi trường là:

$$\alpha = \alpha_{\text{dl}} + \alpha_{\text{bx}} = 14,99 \text{ W/m}^2\text{K}$$

c. Tính R_l $R_l = \frac{(t_c - t_f)H \cdot \Delta\tau}{km \cdot r_c} = 0,92 \text{ mK/W}$

d. Tính d_c : Xác định d_c theo Bảng 4.5: Ta chọn $d_c = 0,23$ m

e. Thiết kế cách nhiệt vỏ bao d_c

Theo bảng 4.4 ta thấy $d_c = 0,23 > d_4 = 0,21$ nên ta làm vỏ ống cách nhiệt có kích thước $d_c = 0,23$ m

4.2.5. Tính toán quá trình cấp nhiệt

a. Tính hệ số α từ mặt ống d_2 đến nước

Theo bảng 4.1 ta có hệ số tỏa nhiệt $\alpha = 5903 \text{ W/m}^2\text{K}$

b. Tính quá trình cấp nước nóng

4.3. TỔNG HỢP KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Bảng 4.6. Tổng hợp kết quả tính toán mô đun trữ nhiệt năng lượng mặt trời cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ

S TT	Tên	Vật liệu	Thông số	Kí hiệu	ĐVT	Trị số
1	Số bộ thu			n	Bộ	20
2	Gương nón	Inox	Bán kính đáy Cao	r H	m m	1 1
3	Ống nước vào	Đồng	Đường kính trong Dày	d_1 δ_1	m m	0,1 0,001
4	Ống nước ra	Đồng	Đường kính trong Dày	d_2 δ_2	m m	0,12 0,001
5	Ống chứa môi chất	Đồng	Đường kính trong Dày	d_3 δ_3	m m	0,2 0,001
6	Ống lồng kính	Thủy tinh	Đường kính ngoài Dày	d_4 δ_4	m m	0,21 0,0015
7	Môi chất nóng chảy	Erythritol $C_4H_{10}O_4$	Khối lượng môi chất mỗi bộ thu chứa được	m	kg	34
8			$\Delta t_{max LT}$	T_m	$^{\circ}C$	462 $^{\circ}C$
9			Nhiệt độ môi chất max LT	t_m	$^{\circ}C$	492 $^{\circ}C$
10			Lúc môi chất đạt t_c	τ_{c1}	h	3,32 h (09h19)
11			Thời gian để nóng chảy hết môi chất	τ_{c2}	h	9,74 h, (15h44)
12	Vỏ cách nhiệt	Inox	Đường kính vỏ	d_c	m	0,23

CHƯƠNG 5
ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KINH TẾ KỸ THUẬT
CỦA THIẾT BỊ

Trong chương này tác giả sẽ tính toán giá thành đầu tư hệ thống trữ nhiệt và so sánh hiệu quả giữa hệ thống trữ nhiệt bằng phương pháp nhiệt ẩn và hệ thống trữ nhiệt bằng phương pháp nhiệt hiện.

5.1. GIỚI THIỆU HỆ THỐNG TRỮ NHIỆT BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT ẨN

5.2. GIỚI THIỆU HỆ THỐNG TRỮ NHIỆT BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT HIỆN

5.3. TÍNH KINH TẾ

Bảng 5.4. Giá trị đầu tư để chế tạo thiết bị trữ nhiệt bằng nhiệt ẩn dùng môi chất nóng chảy Erythritol

STT	Tên vật tư	Đơn vị	Khối lượng	Đơn giá (VND)	Thành tiền (VND)
1	Inox làm nón	Kg	39.51	110000	4,345,822
2	Ống đồng	Kg	11.77	130000	1,530,056
3	Môi chất	Kg	29.00	150000	4,350,000
4	Vật liệu khung đỡ	Kg	56.19	13000	730,522
5	Vật tư phụ	Lô			1,000,000
	Giá trị 01 bộ				11,956,400
	Tổng giá trị		20.00	11,956,400	239,128,008

Bảng 5.5. Giá trị đầu tư để chế tạo thiết bị trữ nhiệt bằng nhiệt hiện dùng dầu: Dầu Truyền Nhiệt- Shell Thermia B

STT	Tên vật tư	Đơn vị	Khối lượng	Đơn giá (VNĐ)	Thành tiền (VNĐ)
1	Inox làm nón	Kg	39.51	110,000	4,345,822
2	Dầu môi chất	Kg	40.00	82,000	3,280,000
3	Ống đồng	Mét	30.00	33,000	990,000
4	Inox làm thiết bị trữ	Kg	16.00	110,000	1,760,000
5	Khung đỡ	Kg	70.00	13,000	910,000
6	Vật liệu cách nhiệt				1,200,000
7	Vật tư phụ				1,000,000
	Giá trị 01 bộ				13,485,822
	Tổng giá trị		20	13,485,822	269,716,446

5.4. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KỸ THUẬT CỦA THIẾT BỊ

5.4.1. Đánh giá về hiệu quả kỹ thuật

Theo [7] thì để cung cấp nước nóng cấp nhiệt cho bình sinh hơi máy lạnh hấp thụ có công suất làm lạnh 9000 BTU/h cần phải cấp nước nóng nhiệt độ 90°C công suất nhiệt 4,56 kW lượng nước nóng này rất lớn và tương đương với diện tích thu năng của thiết bị vào cỡ khoảng 61 m^2 . Qua quá trình tính toán đã chứng minh được quá trình thu trữ năng lượng mặt trời phục vụ cho công tác cấp nước nóng chạy máy lạnh hấp thụ là một việc làm hữu ích, cần phải được nghiên cứu chuyên sâu hơn để phục vụ đời sống xã hội

5.4.2. Ưu, nhược điểm của thiết bị

a. Ưu điểm

- Trao đổi nhiệt biến đổi pha tốt hơn trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức

- Mặt bằng chiếm chỗ

b. Nhược điểm

- Quá trình hóa rắn môi chất cản trở quá trình truyền nhiệt

5.5. KẾT QUẢ LUẬN VĂN

Sau khi hoàn thành quá trình nghiên cứu, luận văn đạt được một số kết quả như sau:

* Thiết bị trữ nhiệt mặt trời ở nhiệt độ cao để cấp nước nóng 90°C liên tục cho máy lạnh hấp thụ.

* Có thể cấp đến tận nơi cho các nhu cầu tiêu thụ, tính tiện lợi lớn

* Thiết bị trữ nhiệt sử dụng môi chất chuyển pha, có nhiệt độ nóng chảy và nhiệt ẩn nóng chảy cao, không độc hại. Do đó đề tài này cho phép triển khai các hệ thống thu trữ cấp nhiệt mặt trời cho mọi nhu cầu dân dụng, dịch vụ và có khả năng ứng dụng đại trà.

* Đề tài đã có sự tổng quan tốt về tình hình ứng dụng quá trình thu năng lượng mặt trời và tích trữ nhiệt với môi chất là Erythritol, bảo quản tốt nguồn nhiệt tích trữ được sau một thời gian nhất định. Giới thiệu một số ứng dụng khác phục vụ đời sống người dân.

* Phân tích và tính toán được quá trình thu trữ nhiệt mặt trời để gia nhiệt Erythritol, qua đó tính toán được các quá trình trữ nhiệt không tải và tính cách nhiệt tối ưu cho thiết bị.

* Bằng cơ sở lý thuyết, tác giả đã tính toán mô hình thiết bị thu trữ năng lượng mặt trời để cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ công suất 9000 Btu/h

* Đề tài đã đánh giá được về các mặt kinh tế, kỹ thuật, tác động môi trường, cũng như khả năng ứng dụng và hiệu quả xã hội tại Việt Nam.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

* Tính thực tế của đề tài là rất cao, mô hình thiết bị này có thể được sử dụng rộng rãi trong đời sống ở nước ta. Góp phần giải quyết một phần tình hình thiếu hụt năng lượng ngày càng trầm trọng, cũng như chính sách ưu tiên khai thác các nguồn năng lượng tái tạo, phát triển môi trường bền vững.

* Ưu điểm lớn của thiết bị này so với một số hệ thống dùng năng lượng mặt trời khác đã nghiên cứu đó là:

- Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt ẩn nóng chảy của chất trữ nhiệt cao (118°C) nên phạm vi ứng dụng của hệ thống trữ nhiệt này lớn, dùng cho nhiều mục đích khác nhau

- Nhiều kích cỡ: đáp ứng nhu cầu đa dạng cũng như di chuyển thiết bị rất dễ dàng, sử dụng được cho những nơi xa xôi hẻo lánh;

- Vận hành đơn giản, ít tốn kém

HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI

Vì điều kiện thời gian và kiến thức nghiên cứu còn hạn chế nên luận văn chỉ dừng lại ở việc giải thích cơ chế, khảo sát quá trình thu trữ cấp nhiệt và cách nhiệt cho thiết bị trữ nhiệt mặt trời và đánh giá hiệu quả. Trong thời gian tới, nếu có điều kiện, tác giả xin tiếp tục:

- * Nghiên cứu nâng cao hơn nữa hiệu quả thiết bị nhằm đáp ứng nhu cầu làm lạnh bằng năng lượng mặt trời

- * Nghiên cứu mở rộng đề tài theo hướng rộng hơn, ứng dụng vào kỹ thuật làm lạnh hấp thụ bằng năng lượng mặt trời

- * Chế tạo mô hình thực nghiệm bằng các số liệu tính toán ở chương 4 để kiểm nghiệm và so sánh kết quả với phần lý thuyết