

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

DƯƠNG HOÀNG VĂN BẢN

NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO MÔ HÌNH GIA NHIỆT
NƯỚC NÓNG BẰNG BƠM NHIỆT

Chuyên ngành: Công nghệ Nhiệt

Mã số: 60.52.80

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng – Năm 2012

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS Hoàng Ngọc Đồng

Phản biện 1: TS Nguyễn Thành Văn

Phản biện 2: PGS.TSKH Phan Quang Xung

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 24 tháng 3 năm 2012

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin- Học liệu, Đại học Đà Nẵng
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Biến đổi khí hậu, mà trước hết là sự nóng lên toàn cầu và mực nước biển dâng, là một trong những thách thức lớn nhất đối với nhân loại trong thế kỷ 21.

Theo báo cáo “Việt Nam và biến đổi khí hậu” của Văn phòng Liên Hiệp Quốc (UNDP): Tổng phát thải của Việt Nam tăng hơn gấp đôi trong giai đoạn 2000 – 2020 và hiện nay phát thải bình quân đầu người xấp xỉ 1/3 mức phát thải bình quân thế giới. Tuy nhiên, điều đáng lo ngại là tốc độ gia tăng mức độ phát thải CO₂ của Việt Nam lúc này rất nhanh, trong khi mức phát thải trên thế giới gần như ổn định. Với mức độ gia tăng sử dụng nhiên liệu hóa thạch trong sinh hoạt và sản xuất, dự đoán mức độ phát thải CO₂ trên đầu người của Việt Nam sẽ tăng vượt mức bình quân của thế giới.

Nhằm góp phần giảm tiêu thụ năng lượng, tác giả chọn đề tài “Nghiên cứu, chế tạo mô hình gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt” làm đề tài tốt nghiệp cao học.

2. Mục đích nghiên cứu

Khẳng định khả năng của bơm nhiệt gia nhiệt cho nước nóng có thể triển khai rộng rãi và tiết kiệm điện, góp phần bảo vệ môi trường.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu bơm nhiệt gia nhiệt nước nóng có công suất nhỏ sử dụng trong hộ gia đình.

4. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm trên mô hình.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Việc nghiên cứu, chế tạo mô hình gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt thành công nhằm giảm tiêu thụ điện trong sản xuất nước nóng phục vụ sinh hoạt

6. Cấu trúc của luận văn

Luận văn được chia thành 5 chương:

Chương 1: Tổng quan về năng lượng

Chương 2: Bơm nhiệt và một số phương pháp gia nhiệt nước nóng phục vụ trong sinh hoạt gia đình

Chương 3: Thiết lập phương trình cân bằng nhiệt và nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố đến hiệu quả làm việc của bơm nhiệt

Chương 4: Tính toán, chế tạo bơm nhiệt gia nhiệt nước nóng

Chương 5: Đánh giá hiệu quả kinh tế, xã hội, môi trường

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ NĂNG LƯỢNG

1.1. Tình hình năng lượng trên thế giới và Việt Nam

Năng lượng có tầm quan trọng hàng đầu đối với nền kinh tế, bảo đảm sự hoạt động bình thường của sản xuất công nghiệp, xây dựng, giao thông vận tải, cũng như đáp ứng các nhu cầu của nông nghiệp, an ninh, quốc phòng và đời sống xã hội.

Theo Bộ Năng lượng Mỹ, các nguồn năng lượng mới như gió, mặt trời, thủy điện cùng với các nguồn năng lượng “truyền thống” như củi gỗ, phân gia súc mới chỉ giải quyết được 7,4% nhu cầu năng lượng toàn cầu; năng lượng sinh khối cung cấp khoảng 0,3%, trong khi năng lượng hóa thạch gồm dầu mỏ, khí đốt và than cung cấp tới 86% và năng lượng hạt nhân cung cấp phần còn lại khoảng 6%.

Đối với Việt Nam, một nước có nền kinh tế đang phát triển, nguồn năng lượng tập trung chủ yếu là điện và than. Chiến lược phát triển năng lượng của Việt Nam là đẩy mạnh các nhà máy nhiệt điện, đặc biệt là nhiệt điện than. Sự phát triển của các nhà máy nhiệt điện góp phần đưa cơ cấu nguồn điện hợp lý hơn, giảm phụ thuộc nhiều vào thủy điện. Các dự án nhiệt điện mới xây dựng đã sử dụng công nghệ tiên tiến, phù hợp với trình độ vận hành và bảo dưỡng hiện tại, thân thiện với môi trường. Đó là một chiến lược đúng đắn nhằm tăng tính ổn định, độ tin cậy, linh hoạt và an toàn trong sản xuất điện.

1.2. Định hướng phát triển về năng lượng của Việt Nam:

Ngày 21 tháng 7 năm 2011, Thủ Tướng Chính phủ đã ban hành quyết định số 1208/QĐ-TTg về việc phê duyệt “Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011-2020 có xét đến năm 2030” – gọi tắt là Quy hoạch điện VII (QHĐ VII).

Theo quy hoạch, tổng công suất nguồn điện gió sẽ khoảng 1.000MW vào năm 2020 và khoảng 6.200MW vào năm 2030; điện từ gió chiếm tỷ trọng từ 0,7% năm 2020 lên 2,4% vào năm 2030. Quy hoạch cũng ưu tiên phát triển các nguồn thủy điện, đưa tổng công suất các nguồn thủy điện từ 9.200MW hiện nay lên 17.400MW vào năm 2020. Ngoài ra, sẽ đưa tổ máy điện hạt nhân đầu tiên của Việt Nam vào vận hành năm 2020 và đến năm 2030, dự kiến, nguồn điện hạt nhân sẽ đạt đến công suất 10.700MW, sản xuất được khoảng 70,5 tỷ kWh (chiếm 10,1% sản lượng điện sản xuất).

Mục tiêu phát triển cụ thể trong giai đoạn tới:

- Sản lượng điện sản xuất và nhập khẩu năm 2015 khoảng 194-210 tỷ kWh; năm 2020 khoảng 330-362 tỷ kWh.

- Ưu tiên phát triển nguồn năng lượng tái tạo sản xuất điện, tăng tỷ lệ điện từ nguồn năng lượng này lên 4,5% năm 2020 và 6,0% năm 2030 tổng điện năng sản xuất.

- Giảm hệ số đàn hồi điện/GDP từ bình quân 2,0 hiện nay xuống còn bằng 1,5 vào năm 2015 và còn 1,0 vào năm 2020.

- Đẩy nhanh chương trình điện khí hóa nông thôn, miền núi, hải đảo đảm bảo đến năm 2020 hầu hết số hộ dân nông thôn có điện.

1.3. Các Chương trình/Dự án tiết kiệm và hiệu quả năng lượng ở Việt Nam và thành phố Đà Nẵng:

Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả là việc áp dụng các biện pháp quản lý và kỹ thuật nhằm giảm tổn thất, giảm mức tiêu thụ năng lượng của phương tiện, thiết bị mà vẫn đảm bảo nhu cầu, mục tiêu đặt ra đối với quá trình sản xuất và đời sống. Ngoài ra, việc tiết kiệm năng lượng nhằm hướng tới mục đích phát triển bền vững cho xã hội.

Các Chương trình/ Dự án về tiết kiệm và hiệu quả năng lượng đã và đang triển khai bao gồm:

- Chương trình Tiết kiệm Năng lượng thương mại thí điểm (CEEP).

- Chương trình mục tiêu Quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả.

- Dự án nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong các doanh nghiệp nhỏ và vừa (PECSME).

- Chương trình bình đun nước nóng dùng năng lượng mặt trời.

- Đề án “Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong các doanh nghiệp nhỏ và vừa trên địa bàn thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2007 – 2010”.

- Đề án ‘Sử dụng năng lượng tiết kiệm và ứng dụng năng lượng tái tạo trên địa bàn thành phố giai đoạn 2011 – 2015”.

Chương 2

BƠM NHIỆT VÀ MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP GIA NHIỆT NƯỚC NÓNG

2.1. Một số phương pháp gia nhiệt nước trong sinh hoạt:

2.1.1 Gia nhiệt nước nóng bằng đun nấu

Bảng 2.1: Nhiệt trị của một số chất đốt

Chất đốt	Nhiệt trị (J/kg)	Chất đốt	Nhiệt trị (J/kg)
Củi khô	10.106	Gas	44.106
Than bùn	14.106	Dầu hỏa	44.106
Than đá	27.106	Xăng	46.106
Than củi	34.106	Hidrô	120.106

2.1.2 Gia nhiệt nước nóng bằng năng lượng mặt trời

Thành phố Đà Nẵng nằm tại khí vực xích đạo có khí hậu nhiệt đới gió mùa, nhiệt độ trung bình trong năm là 25,9⁰C, cường độ bức xạ trung bình là 4,89 KWh/m²/ngày, với thời gian nắng trung bình là 6 giờ/ngày. Vì vậy, đây chính là điều kiện lý tưởng để triển khai việc gia nhiệt nước nóng bằng năng lượng mặt trời.

Bảng 2.2: Số giờ nắng trung bình trong tháng ở các địa phương

Địa phương	Số giờ nắng trung bình trong tháng [giờ]												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	T. bình
Sơn La	135	115	118	174	153	143	119	182	158	156	161	219	153
Tuyên Quang	25	61	44	101	131	148	128	126	154	150	107	166	112
Hà Nội	36	64	46	74	141	185	121	160	122	148	136	161	116
Vinh	45	70	44	110	165	220	135	208	152	103	86	120	122
Huế	83	47	112	183	217	234	192	229	136	113	117	113	148
Đà Nẵng	95	153	131	215	283	239	217	242	162	147	112	125	177
Qui Nhon	138	205	194	257	270	220	251	281	179	154	121	109	198
Đà Lạt	222	229	227	184	175	131	59	96	169	196	226	206	177
Nha Trang	183	251	211	249	242	222	270	244	232	189	148	164	217
Tp HCM	182	191	221	217	176	144	165	161	162	147	167	149	173
Cà Mau	234	239	241	244	175	144	146	137	161	169	238	191	193

2.1.3 Gia nhiệt nước nóng bằng điện

Điện là một dạng năng lượng có khả năng chuyển hóa để gia nhiệt làm nóng nước. Ưu điểm của thiết bị gia nhiệt nước nóng bằng điện là nhiệt độ tăng nhanh, dễ sử dụng. Tuy nhiên bất lợi của thiết bị là do dùng điện nên gây giạt điện, nổ.

2.1.4 Gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt

Bơm nhiệt là thiết bị tận dụng nguồn nhiệt nhả của thiết bị ngưng tụ để gia nhiệt cho nước. Máy lạnh và bơm nhiệt có chung nguyên lý và thiết bị hoạt động.

2.2. Một số phương pháp gia nhiệt nước trong công nghiệp:

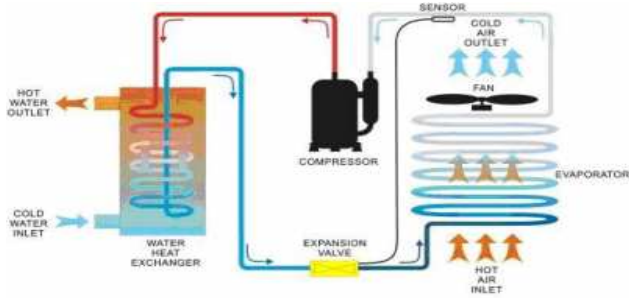
- Gia nhiệt nước nóng bằng hơi từ lò hơi
- Gia nhiệt nước nóng từ các nguồn nhiệt thải
- Gia nhiệt nước nóng bằng điện
- Gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt

2.3. Bơm nhiệt

2.3.1 Lịch sử phát triển của bơm nhiệt:

Năm 1852, Thomson (Lord Kelvin) sáng chế ra bơm nhiệt đầu tiên. Ngày nay, bơm nhiệt đã phát triển một cách nhanh chóng về cả chủng loại, công suất, số lượng, chất lượng và được ứng dụng trong các ngành kinh tế như: Công nghệ sấy và hút ẩm; công nghệ chưng cất, tách chất; các quá trình thu hồi nhiệt thải; công nghệ thực phẩm

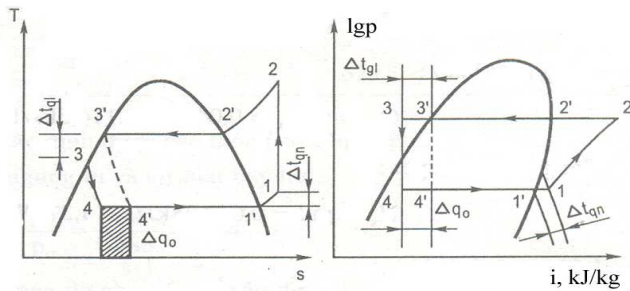
2.3.2 Cấu tạo của bơm nhiệt:



Hình 2.1: Cấu tạo bơm nhiệt

2.3.3 Nguyên lý hoạt động của bơm nhiệt:

Bơm nhiệt có cấu tạo giống như máy lạnh. Tuy nhiên, do sử dụng nguồn nhiệt có ích là Q_k nên gọi là bơm nhiệt.



Hình 2.2: Chu trình làm việc của bơm nhiệt trên đồ thị

Các quá trình chính của bơm nhiệt bao gồm:

- 1 – 2 : Quá trình nén đoạn nhiệt hơi môi chất.
- 2 - 3: Quá trình ngưng tụ đoạn nhiệt trong thiết bị ngưng tụ.
- 3 - 4: Quá trình tiết lưu.
- 4 - 1: Quá trình bay hơi đẳng nhiệt.

Năng suất nhiệt của bơm nhiệt chính là phương trình cân bằng nhiệt của máy lạnh: $q_k = q_0 + l$

Hệ số nhiệt của bơm nhiệt là: $\varphi = \frac{q_0 + l}{l} = \varepsilon + 1$

2.3.4 Ứng dụng của bơm nhiệt:

Bơm nhiệt được sử dụng các nguồn nhiệt có nhiệt độ thấp như:

- Công nghiệp sấy và hút ẩm;
- Các quá trình thu hồi nhiệt thải;
- Gia nhiệt nước hoặc không khí ;
- Công nghiệp chưng cất, tách chất;
- Công nghiệp thực phẩm chủ yếu để tẩy rửa, tiệt trùng;
- Công nghiệp vải sợi, gỗ, bột và giấy;
- Tẩy rửa, mạ kim loại sơn sấy trong kỹ thuật điện và chế tạo;
- Công nghiệp hóa học như bay hơi, cô đặc, ...
- Điều tiết không khí tiện nghi công nghiệp, nông nghiệp, các công trình công cộng như y tế, văn hóa, thể thao.

2.3.5 Một số bơm nhiệt gia nhiệt nước nóng trong gia đình:

Bơm nhiệt dùng để gia nhiệt cho nước nóng bao gồm rất nhiều dòng sản phẩm, cụ thể như: Máy nước nóng dùng cho gia đình, nhà ở, chung cư ... ; máy nước nóng thương mại; máy điều hòa không khí + nước nóng dùng cho các công trình.....

Chương 3

THIẾT LẬP PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG NHIỆT VÀ NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ ĐẾN HIỆU QUẢ LÀM VIỆC CỦA BƠM NHIỆT

3.1. Phương trình cân bằng nhiệt của Bơm nhiệt

Theo định luật nhiệt động 2, phương trình có dạng: $q_k = q_o + l$.

Hiệu quả của chu trình được tính bằng hệ số bơm nhiệt φ :

$$\varphi = 1 + Q_o/L = 1 + \varepsilon$$

Các thông số đặc trưng của bơm nhiệt: φ , q_k , l , p_k .

3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ ngưng tụ, nhiệt độ bay hơi đến các thông số đặc trưng của bơm nhiệt

3.2.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ ngưng tụ t_k

Các thông số hoạt động: $t_o = 5^\circ\text{C}$, $t_k = 30 - 50^\circ\text{C}$, $\Delta t_{qn} = 5^\circ\text{C}$, $\Delta t_{ql} = 5^\circ\text{C}$, môi chất là R12, R22, R502, R134a, R404a, R407C.

Công thức sử dụng bao gồm:

- Hệ số nhiệt (hệ số bơm nhiệt): $\varphi = 1 + Q_o/L = 1 + \varepsilon$

- Năng suất lạnh riêng của chu trình: $q_o = i_1' - i_4$, kJ/kg

- Năng suất nhiệt ngưng tụ riêng: $q_k = i_2 - i_3$, kJ/kg

- Công nén riêng: $l = i_2 - i_1$, kJ/kg

- Hệ số lạnh của chu trình: $\varepsilon = \frac{q_o}{l}$

Tổng hợp kết quả thể hiện như sau:

Bảng 3.1: Hệ số nhiệt ϕ của các môi chất theo nhiệt độ ngưng tụ

Môi chất/nhiệt độ T_k	30	35	40	45	50
R12	11,25	9,34	7,97	6,94	6,12
R22	11,06	9,18	7,82	6,80	6,00
R502	10,83	8,92	7,54	6,49	5,65
R134a	11,20	9,28	7,89	6,84	6,01
R404a	10,67	8,72	7,30	6,21	5,32
R407c	10,98	9,07	7,69	6,64	5,80

Bảng 3.2: Công nén l của các môi chất theo nhiệt độ ngưng tụ

Môi chất/nhiệt độ T_k	30	35	40	45	50
R12	13006	15388	17700	19943	22117
R22	17954	21307	24583	27784	30911
R502	12509	14753	16916	19000	21010
R134a	16713	19730	22642	25452	28159
R404a	14307	16839	19266	21591	23817
R407c	19211	22720	26122	29419	32614

3.2.2. Ảnh hưởng của t_o

Trong nội dung nghiên cứu, chọn $t_k = 45^\circ\text{C}$, $t_o = -10 \div 10^\circ\text{C}$, $\Delta t_{qn} = 5^\circ\text{C}$, $\Delta t_{ql} = 5^\circ\text{C}$. Kết quả tổng hợp như sau:

Bảng 3.3: Hệ số bơm nhiệt ϕ của môi chất theo nhiệt độ bay hơi

Môi chất/nhiệt độ To	-10	-5	0	5	10
R12	4,83	5,39	6,08	6,94	8,04
R22	4,76	5,30	5,97	6,80	7,88
R502	4,48	5,01	5,67	6,49	7,55
R134a	4,74	5,29	5,98	6,84	7,95
R404a	4,26	4,77	5,41	6,21	7,24
R407c	4,62	5,15	5,81	6,64	7,70

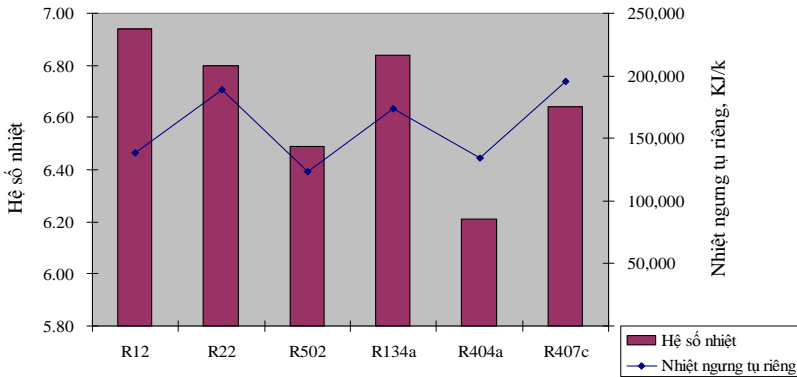
Bảng 3.4: Hệ số công nén l của môi chất theo nhiệt độ bay hơi

Môi chất/nhiệt độ To	-10	-5	0	5	10
R12	29146	25952	22887	19943	17111
R22	41307	36576	32073	27784	23696
R502	28052	24900	21885	19000	16239
R134a	37337	33207	29248	25452	21807
R404a	31845	28281	24865	21591	18451
R407c	43390	38526	33873	29419	25153

Tổng hợp các nghiên cứu theo $t_k = 45^\circ\text{C}$, $t_0 = 5^\circ\text{C}$, $\Delta t_{qn} = 5^\circ\text{C}$, $\Delta t_{ql} = 5^\circ\text{C}$. Kết quả như sau:

Bảng 3.5: Các thông số đặc trưng theo các loại môi chất lạnh

	R12	R22	R502	R134a	R404a	R407c
ϕ	6,94	6,80	6,49	6,84	6,21	6,64
Q_k	138330	188970	123252	174076	133979	195276
L	19,943	27,784	19,000	25,452	21,591	29,419
ε	5,94	5,80	5,49	5,84	5,21	5,64



Hình 3.3: Biểu đồ thông số hệ số nhiệt, nhiệt ngưng tụ riêng của các loại môi chất

Kết luận:

- Môi chất R12 có hệ số nhiệt cao nhất. Tuy nhiên, do môi chất R12 ảnh hưởng môi trường bị cấm sử dụng do đó trong nội dung đề tài tác giả không ứng dụng môi chất này.

- Môi chất R22 và R134a có hệ số nhiệt, nhiệt ngưng tụ riêng và công nén phù hợp với công nghệ bơm nhiệt gia nhiệt nước nóng. Tuy nhiên, do môi chất R134a mới nên trong nghiên cứu, tác giả chọn môi chất R22 để tính toán, chế tạo mô hình.

Chương 4

TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ BƠM NHIỆT GIA NHIỆT NƯỚC NÓNG

4.1. Đặt bài toán

- Mô hình tính lượng nước nóng cần dùng là 320 lít/ngày.

- Nhiệt độ nước ban đầu: 26°C.
- Nhiệt độ nước sau khi gia nhiệt: 42°C.
- Thời gian gia nhiệt: 2 giờ.
- Môi chất lạnh sử dụng: R22.

4.2. Tính toán nhiệt

- Nhiệt lượng cần thiết để gia nhiệt nước là:

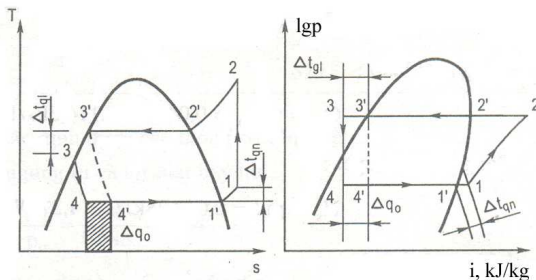
$$Q = \frac{M \times C_n \times (t_2 - t_1)}{\tau}$$
$$Q = \frac{320 \times 4186 \times (42 - 26)}{2 \times 3600} = 2976 \text{ W}$$

- Do có các tổn thất nhiệt khác (tổn thất đường ống, do bảo ôn, do các thiết bị gia công thiếu chính xác...), nên chọn hệ số dự trữ $k_{dt} = 1,2$. Vậy nhiệt lượng yêu cầu của hệ thống là:

$$Q_k = Q \times k_{dt} = 2976 \times 1,2 = 3571 \text{ W}$$

4.3. Tính toán chu trình và chọn máy

Chọn các thông số cơ bản để tính toán chu trình và chọn máy như sau: $t_k = 45^\circ\text{C}$, $t_o = 5^\circ\text{C}$, $\Delta t_{ql} = 5^\circ\text{C}$, $\Delta t_{qn} = 5^\circ\text{C}$, R22.



Hình 4.1: Biểu diễn chu trình làm việc trên đồ thị

Các thông số của chu trình:

Bảng 4.1: Các thông số của chu trình

Điểm	1'	1	2	3'	3	4
Nhiệt độ, °C	5	10	69	45	40	5
Áp suất, bar	0,58	0,58	1,65	1,65	1,65	0,58
i, kJ/kg	707	712	742	552	547	547
s, J/kg.K	1,745	1,765	1,765	1,69	1,675	-
v, m ³ /kg	0,042	0,045	-	-	-	-

- Năng suất lạnh riêng: $q_o = i_{1'} - i_4 = 160 \text{ kJ/kg}$.

- Năng suất nhiệt ngưng tụ riêng: $q_k = i_2 - i_3 = 195 \text{ kJ/kg}$.

- Công nén riêng: $l = i_2 - i_1 = 742 - 712 = 30 \text{ kJ/kg}$.

- Hệ số lạnh của chu trình: $\varepsilon = \frac{q_o}{l} = \frac{160}{30} = 5,3$

Từ các thông số tình toán, ta chọn máy có công suất như sau:

$$Q_o = Q_k \frac{q_o}{q_k} = 3571 \times \frac{160}{195} = 2930W$$

4.4. Tính toán nhiệt máy nén

- Lượng hơi thực tế hút vào xilanh: $G = Q_o / q_o = 0,0183 \text{ kg/s}$

- Thể tích thực tế hút vào xilanh: $V = G \times v_{1'} = 0,00077 \text{ m}^3/\text{s}$

- Hệ số chỉ thị thể tích:

$$\lambda_i = \frac{P_o - \Delta p_h}{P_o} - C \times \left[\left(\frac{P_k - \Delta p_d}{P_o} \right)^{1/m} - \frac{P_o - \Delta p_h}{P_o} \right] = 0,735$$

- Hệ số tổn thất không thấy được

$$\lambda_w = \frac{T_o}{T_k} = \frac{273 - 5}{273 + 45} = 0,843$$

- Hệ số lưu lượng của máy nén: $\lambda = \lambda_i \times \lambda_w = 0,62$

- Thể tích chuyển dời của pittong: $V_h = V/\lambda = 4,464 \text{ m}^3/\text{h}$
- Công suất đoạn nhiệt: $N_a = G \times (i_2 - i_1) = 0,64 \text{ kW}$
- Hiệu suất chỉ thị: $\eta_i = \lambda_{w'} + b \times t_o = 0,855$
- Công suất chỉ thị: $N_i = \frac{N_a}{\eta_i} = \frac{0,64}{0,855} = 0,75 \text{ kW}$
- Công suất ma sát: $N_m = V_h \times P_m \times 10^2 = 0,062 \text{ kW}$
- Công suất hiệu dụng: $N_E = N_i + N_m = 0,812 \text{ kW}$
- Công suất động cơ điện truyền động trực tiếp có lấy dự trữ 10% công suất: $N = 1,1 \times N_E = 0,8932 \text{ kW}$
- Hệ số lạnh hiệu dụng: $K_E = Q_o/N_E = 2520/0,812 = 3,103$
- Phụ tải nhiệt thiết bị ngưng tụ: $Q_k = G \times (i_2 - i_3) = 3,569 \text{ kW}$

4.5. Tính toán thiết bị trao đổi nhiệt

Máy nén có các thông số:

- Công suất định mức: 12000 Btu/h (3,517 kW = 3025 Kcal/h);
- Công suất điện động cơ: 1125W
- Tốc độ vòng quay 1.400 vòng/phút;
- Số xi lanh $Z = 2$;
- Môi chất lạnh R22;

4.5.1 Tính diện tích trao đổi nhiệt của thiết bị bay hơi

Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt được xác định theo công thức:

$$F_o = \frac{Q_o}{q_{of}} = \frac{Q_o}{2930 \times \Delta t}$$
$$F_o = \frac{28,27 \times 12}{28,27 \times 12} = 8,64 \text{ m}^2$$

4.5.2 Tính diện tích trao đổi nhiệt của dàn ngưng tụ

Diện tích trao đổi nhiệt dàn ngưng được tính theo công thức:

$$F_K = \frac{Q_k}{q_{kf}} = \frac{Q_k}{K_k \times \Delta t} = 0,588 \text{ m}^2$$

Chọn ống trao đổi nhiệt có đường kính $D = 10 \text{ mm}$.

$$l = \frac{F_k}{\pi \cdot d} = \frac{0,588}{3,14 \times 0,01} = 18,7 \text{ m}$$

4.6 Hệ thống gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt:

4.6.1 Dàn ngưng tụ:

Dàn ngưng tụ kiểu ống đồng tròn, dạng lò xo.

- Đường kính vòng tròn xoắn cụm dàn ngưng tụ $D = 0,24 \text{ m}$;

- Chu vi vòng tròn đường ống trao đổi nhiệt:

$$C = D \times \pi = 0,24 \times 3,14 = 0,7536 \text{ m}$$

- Số lượng vòng tròn $S = l/C = 18,7 / 0,7536 = 24,8$ vòng

Chọn số lượng vòng tròn của dàn ngưng tụ là 25 vòng.

Dàn ngưng tụ giải nhiệt bằng nước và được đặt vào trong bình kín bảo ôn, dung tích 25 lít, các thông số kết cấu bình như sau:

- Chiều cao: $h = 480 \text{ mm} = 0,48 \text{ m}$;

- Đường kính: $r = 130 \text{ mm} = 0,13 \text{ m}$;

- Thể tích bồn: $V = \pi \times r^2 \times h = 3,14 \times 0,13^2 \times 0,48 = 0,025 \text{ m}^3$

- Vật liệu bảo ôn: Bông thủy tinh dày 20mm.

Nước sau khi giải nhiệt cho dàn ngưng đạt nhiệt độ cài đặt (40°C) thì được van tự động mở chảy sang bồn chứa nước nóng.

4.6.2 Dàn bay hơi:

Dàn bay hơi kiểu ống đồng có cánh, công suất 12.000 Btu, các thông số của dàn bay hơi như sau:

- Loại ống trao đổi nhiệt: Ống đồng cánh nhôm;
- Đường kính ống trao đổi nhiệt: $D = 10\text{mm}$;
- Chiều dài đường ống trao đổi nhiệt: 580mm;
- Số lượng đường ống trao đổi nhiệt: 22 ống;
- Diện tích cánh tản nhiệt: 28 x 25mm;
- Số lượng cánh tản nhiệt trên 1 đường ống: 280 cánh.

4.6.3 Máy nén lạnh

- Công suất: 12000 Btu/h, nhãn hiệu máy: TOSHIBA
- Công suất điện động cơ: 1125W, tốc độ 1.400 vòng/phút
- Môi chất lạnh sử dụng: R22;

4.6.4 Van tiết lưu

- Van tiết lưu loại TEX2 hiệu danfoss
- Loại van: Van tiết lưu nhiệt.

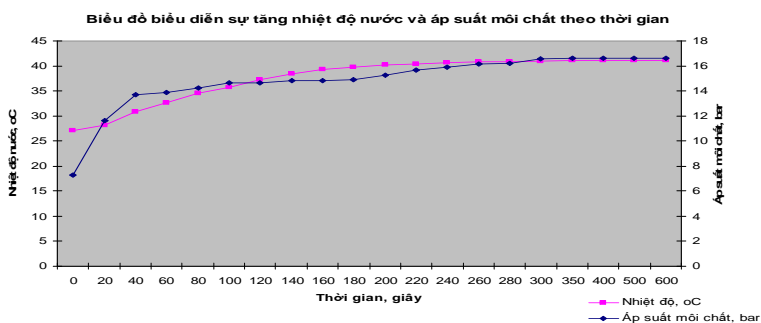
4.6.4 Thông số hoạt động của hệ thống bơm nhiệt gia nhiệt nước nóng

- Nhiệt độ nước vào: 27°C
- Nhiệt độ nước đạt được sau khi gia nhiệt: 41°C

Thông số hoạt động của hệ thống như sau:

Bảng 4.2: Các thông số hoạt động của hệ thống gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt

Thời gian, giây	Nhiệt độ nước, °C	Áp suất môi chất, bar	Thời gian, giây	Nhiệt độ nước, °C	Áp suất môi chất, bar
0	27,1	7,26	200	40,2	15,25
20	28,2	11,64	220	40,4	15,70
40	30,8	13,71	240	40,7	15,94
60	32,7	13,90	260	40,8	16,18
80	34,5	14,24	280	40,9	16,23
100	35,8	14,67	300	41,0	16,58
120	37,2	14,69	350	41,1	16,61
140	38,5	14,82	400	41,2	16,64
160	39,3	14,87	500	41,1	16,64
180	39,8	14,93	600	41,2	16,65



Hình 4.2: Sự tăng nhiệt độ nước và áp suất môi chất theo thời gian của hệ thống bơm nhiệt gia nhiệt nước

Nhận xét:

- Bơm nhiệt gia nhiệt cho nước nóng hoàn toàn phù hợp, nhiệt độ đạt được sau khi gia nhiệt là 41°C thích hợp cho các hộ gia đình.

- Trong điều kiện thí nghiệm, do vận hành máy nén ở áp suất nén 17bar nên nhiệt độ nước nóng chỉ đạt 41°C . Tuy nhiên, trong thực tế, có thể nâng áp suất nén của bơm nhiệt lên 20 – 25 bar ứng với nhiệt độ nước nóng từ $60 - 70^{\circ}\text{C}$.

Chương 5

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ

5.1. Hiệu quả kinh tế của hệ thống gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt so với hệ thống gia nhiệt nước nóng bằng điện

So sánh cho 1 hộ gia đình gồm 4 người, tiêu thụ nước nóng 320 lít/ngày: Nhiệt độ nước ban đầu 27°C , nhiệt độ nước sau khi gia nhiệt 41°C , thời gian gia nhiệt 2 giờ, môi chất lạnh sử dụng: R22

Lượng nhiệt cần để gia nhiệt 320 lít nước từ 27°C đến 41°C :

$$Q = M \times C \times \Delta t = 320 \text{ kg} \times 4,18 \text{ KJ/kg.K} \times 14 \text{ K} = 18.726 \text{ KJ}$$

* Nếu sử dụng bình đun nước bằng điện trở:

$$\text{Lượng điện tiêu thụ} = 18.726 / 3.600 = 5,2 \text{ kW} = 5200 \text{ W}$$

* Nếu sử dụng bình gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt:

$$\text{Lượng điện tiêu thụ: } 1145 \text{ W/h.}$$

Bảng 5.1: So sánh lợi ích kinh tế của hệ thống gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt so với hệ thống gia nhiệt bằng điện trở

T T	Chỉ tiêu	Gia nhiệt nước nóng bằng điện trở	Gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt
1	Điện tiêu thụ trong ngày (W)	5200	1145
2	Số ngày sử dụng/năm (ngày)	365	365
4	Điện tiêu thụ/năm (kWh/năm)	1898	418
5	Giá điện bình quân (đồng/kWh)	1877	1877
6	Chi phí điện (VNĐ)	3562000	784000
7	Chi phí đầu tư (VNĐ) (tính theo mô hình chế tạo)	2000000	4500000
8	Lượng điện tiết kiệm trong 1 năm (kWh)	1480	
8	Lượng tiền điện tiết kiệm trong 1 năm (VNĐ)	2778000	
9	Thời gian hoàn vốn (tháng)	20	

5.2. Hiệu quả về mặt xã hội, môi trường của hệ thống gia nhiệt nước nóng bằng bơm nhiệt so với hệ thống gia nhiệt nước nóng bằng điện trở.

Đối với ngành điện: Giảm chi phí đầu tư công trình điện là $4,055kW \times 900USD/kW = 3650USD = 73000000VNĐ$

Đối với môi trường: Điện tiêu thụ giảm 1480kW tương ứng giảm phát thải ra môi trường 0,611 tấn CO₂/năm

Đối với xã hội

- Môi chất lạnh **R22/R417a** không gây ô nhiễm bầu khí quyển.
- Bình nước nóng bơm nhiệt đun nóng gián tiếp. Do đó tuyệt đối an toàn với người dùng.
- Có thể kết hợp bơm nhiệt và hệ thống hấp thụ năng lượng mặt trời để gia nhiệt cho nước.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận:

Bơm nhiệt gia nhiệt nước nóng trong sinh hoạt ngày càng được sử dụng rộng rãi và mang lại hiệu quả kinh tế to lớn, đặc biệt trong việc giảm thiểu sử dụng năng lượng điện. Do đó, việc nghiên cứu, chế tạo bơm nhiệt vẫn cần phải được tiếp tục thực hiện nhằm tìm ra mô hình thích hợp với điều kiện nước ta. Đây chính là mục tiêu của đề tài, qua luận văn này có thể rút ra những kết luận:

1- Nhu cầu sử dụng nước nóng trong sinh hoạt ở Việt Nam rất cao, đặc biệt trong lĩnh vực dân dụng và khách sạn. Hiện nay, việc sử dụng các thiết bị gia nhiệt nước nóng bằng điện trở là không hiệu quả về điện. Công nghệ bơm nhiệt được thế giới quan tâm và phát triển trong lĩnh vực gia nhiệt nước nóng mang lại hiệu quả cao, giảm điện tiêu thụ còn 1/3 đến 1/4 lần so với dùng điện trở. Tuy nhiên, việc giá thành thiết bị bơm nhiệt gia nhiệt nước quá cao nên việc sử dụng chưa được phổ biến. Vì vậy, việc nghiên cứu, chế tạo bơm nhiệt gia nhiệt nước nóng để sản xuất tại Việt Nam là hoàn toàn phù hợp với định hướng phát triển kinh tế và quá trình công nghiệp hóa hiện đại hóa đất nước.

2- Tác giả đã xây dựng một mô hình bơm nhiệt với môi chất R22 gia nhiệt nước nóng cụ thể dùng để nghiên cứu phục vụ cho công tác đào tạo và giảng dạy tại trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng sau này.

3- Qua mô hình tác giả đã khẳng định được khả năng sử dụng bơm nhiệt để gia nhiệt nước nóng trong phạm vi nhiệt độ từ 35 đến 41⁰C. Bằng phương pháp thực nghiệm đối chứng, tác giả đã kết luận được việc sử dụng bơm nhiệt để gia nhiệt nước có hiệu quả cao hơn so với dùng dây điện trở để đốt nóng nước như các thiết bị gia nhiệt nước nóng hiện nay đang sử dụng.

Kiến nghị:

Trong điều kiện hạn chế về thời gian và phương tiện nghiên cứu thực nghiệm, những gì mà tác giả đạt được còn rất hạn chế. Nhằm nâng cao hiệu quả của bơm nhiệt gia nhiệt nước nóng, tác giả đề xuất một số ý kiến như sau:

1- Nghiên cứu, chế tạo máy nén đặc trưng dùng cho bơm nhiệt và tìm kiếm loại môi chất mới có nhiệt độ ngưng tụ cao hơn.

2- Trong các khách sạn, nhà hàng, có thể kết hợp bơm nhiệt và điều hòa. Tuy nhiên, cần chú ý công tác giải nhiệt để bơm nhiệt làm việc tối ưu.

3- Có thể tận dụng kết hợp hệ thống nước nóng bằng năng lượng mặt trời và bơm nhiệt để gia nhiệt nước nóng.