

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH

**Trung tâm Nghiên cứu Thiết bị Nhiệt và Năng Lượng mới
268 Lý Thường Kiệt, Quận 10, TP. Hồ Chí Minh**

Báo cáo tổng kết khoa học và kỹ thuật Đề tài:

**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**

PGS.TS. Trần Thanh Kỳ

Tp Hồ Chí Minh, 10/2004

Bản thảo viết xong 10/2004

Tài liệu này được chuẩn bị trên cơ sở kết quả thực hiện Đề tài cấp nhà nước, mã số KC-07-18

2005-52-214/KQ

5294-1K
04/05/05:

DANH SÁCH NHỮNG NGƯỜI THỰC HIỆN

1. PGS. TS. Trần Thanh Kỳ - Chủ nhiệm đề tài
Trung tâm Nghiên cứu Thiết bị nhiệt và Năng lượng mới
(Trường Đại học Bách Khoa TpHCM)
2. PGS.TS. Hoàng Đình Tín – Bộ môn Công nghệ Nhiệt lạnh
(Trường Đại học Bách Khoa TpHCM).
3. TS. Nguyễn Văn Tuyên – Giám đốc
Trung tâm Nghiên cứu thiết bị nhiệt và Năng lượng mới
(Trường Đại học Bách Khoa TpHCM).
4. KS. Dương Thị Thanh Lương - Bộ môn Công nghệ Nhiệt lạnh
(Trường Đại học Bách Khoa TpHCM).

BÀI TÓM TẮT

Mục tiêu chủ yếu của đề tài là nghiên cứu chế tạo máy lạnh hấp thụ sử dụng dung dịch NH_3 (không sử dụng điện) để sản xuất nước đá. Đồng thời đề tài cũng nghiên cứu chế tạo một loại lò hơi ống nước có công suất nhỏ có thể sử dụng các loại nhiên liệu rẻ tiền tại địa phương như than cám, trấu, mùn cưa v.v... để cung cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ nói trên.

Đề tài đã nghiên cứu sản xuất đồng thời cả 2 loại nước đá: đá viên phục vụ để giải khát và đá cây phục vụ đánh bắt thủy hải sản. Riêng đá cây đã được sản xuất với tốc độ nhanh (3,5 h/mẻ thay vì 20 h/mẻ như hiện nay) theo một công nghệ hoàn toàn mới và rất độc đáo.

Việc đốt than cám trong lò hơi cũng không kém phần độc đáo vì không cần trộn nó với bùn và đóng thành bánh như hiện nay vừa tốn kém vừa khó sử dụng.

Đề tài đã được hoàn thành với chất lượng cao. Tất cả các mục tiêu và chỉ tiêu đề ra trong đề cương đều đạt và vượt mức.

MỤC LỤC

	Trang
Danh sách những người thực hiện	3
Bài tóm tắt	4
Mục lục	5
Chú giải	8
Lời mở đầu	10

Chương 1. Tổng quan về máy lạnh hấp thụ

1.1 Nguyên lý làm việc của máy lạnh hấp thụ	11
1.2 Ứng dụng của máy lạnh hấp thụ	12
1.3 Tình hình nghiên cứu và sử dụng máy lạnh hấp thụ ở nước ngoài và ở trong nước	13
1.4 Triển vọng nghiên cứu ứng dụng máy lạnh hấp thụ ở Việt Nam và những vấn đề liên quan đến đề tài nghiên cứu	13

Chương 2. Nghiên cứu chế tạo máy lạnh hấp thụ sử dụng dung dịch amôniac ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá

2.1 Sơ đồ nhiệt nguyên lý của máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) đang được áp dụng	15
2.2 Bình bốc hơi.....	17
2.3 Tháp tinh luyện.....	19
2.4 Bình hồi lưu	19
2.5 Bình ngưng.....	20
2.6 Bình hấp thụ	24
2.7 Bình hồi nhiệt	27
2.8 Bình quá lạnh.....	29
2.9 Bình tách khí.....	29
2.10 Tháp giải nhiệt.....	30
2.11 Bơm dung dịch NH_3	30
2.12 Tháp đá	36
2.13 Bể đá và chùm ống lạnh đặc chủng.....	37
2.14 Hệ thống đường ống dẫn.....	40
2.15 Vài nét về mô hình vật lý của máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$).....	40

Chương 3. Nghiên cứu chế tạo lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa để cung cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ

3.1 Đặt vấn đề	41
3.2 Thiết kế và chế tạo lò hơi.....	41
3.2.1 Buồng đốt và giàn ống sinh hơi	42
3.2.2 Ghi lò	45
3.2.3 Chùm ống đối lưu	45
3.2.4 Quạt gió và quạt khói	48
3.2.5 Thiết bị khử bụi	52
3.2.6 Cân bằng nhiệt lò hơi.....	54
3.3 vài nét về mô hình vật lý của lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa	55

Chương 4. Công nghệ chế tạo các thiết bị

4.1 Phần chung	56
4.1.1 Yêu cầu về cấu tạo đối với các thân bình.....	56
4.1.2 Kỹ thuật hàn các thiết bị chịu áp lực	57
4.1.3 Dung sai khi chế tạo các thiết bị chịu áp lực	58
4.2 Tính toán sức bền các thiết bị của máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$).....	59
4.2.1 Phần chung	59
4.2.2 Tính toán thân bình hình trụ	61
4.2.3 Tính toán các đáy cong và nắp	66
4.2.4 Gia cường các lỗ trên thân hình trụ và trên đáy cong.....	71
4.2.5 Tính toán mặt sàng và ống	77

Chương 5. Kết quả thử nghiệm và chỉ tiêu kinh tế năng lượng của hệ thống các thiết bị

5.1 Xác định hệ số nhiệt của máy lạnh hấp thụ.....	83
5.2 Xác định hiệu suất của tháp đá hoặc bể đá	84
5.3 Xác định hiệu suất của bình bốc hơi.....	84
5.4 Xác định tổn thất nhiệt trong bình chứa nước ngưng	84
5.5 Xác định hiệu suất của lò hơi	85
5.6 Xác định hiệu suất của cả hệ thống máy lạnh hấp thụ	85
5.7 Xác định tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1 kg đá	86
5.8 Xác định hệ số truyền nhiệt của các thiết bị trao đổi nhiệt.....	86
5.9 Xác định sai số trong quá trình thực nghiệm	87
5.10 Kết quả thực nghiệm	94

5.10.1 Xác định các chỉ tiêu năng lượng	95
5.10.2 Xác định hệ số truyền nhiệt K của các thiết bị	102
5.10.3 Xác định các chỉ tiêu kinh tế	106
5.10.4 Tình hình thực hiện đề tài so với hợp đồng	109
Kết luận và kiến nghị	112
Lời cảm ơn	115
Tài liệu tham khảo	116
Phụ lục	117

CHÚ GIẢI

1. Các chữ viết tắt

BH	–	bình bốc hơi
BN	–	bình ngưng
DL	–	dàn lạnh
A	–	bình hấp thụ
TL	–	van tiết lưu
B	–	bơm dung dịch
TĐ	–	tháp đá
TTL	–	tháp tinh luyện
HN	–	bình hồi nhiệt
QL	–	bình quá lạnh
HL	–	bình hồi lưu

2. Các ký hiệu và đơn vị

t	–	nhiệt độ của môi chất làm việc, °C
i	–	entanpy của môi chất làm việc, kcal/kg
t_w	–	nhiệt độ của nước giải nhiệt, °C
t_k	–	nhiệt độ ngưng tụ, °C
p_k	–	áp suất ngưng tụ, at
t_o	–	nhiệt độ sôi, °C
p_o	–	áp suất sôi, at
ξ_r	–	nồng độ của dung dịch no NH_3
ξ_a	–	nồng độ của dung dịch đối NH_3
f	–	bội số tuần hoàn
R	–	phần hồi lưu
Δt_l	–	độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit, °C
Q	–	phụ tải nhiệt, kcal/h
q	–	phụ tải nhiệt riêng, kcal/kg
F	–	diện tích truyền nhiệt, m^2
G_{NH_3}	–	lượng hơi NH_3 đi vào bình ngưng, kg/h
K	–	hệ số truyền nhiệt, $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$
ζ	–	hệ số nhiệt
η	–	hiệu suất của cả hệ thống lạnh

η' – hiệu suất của cả hệ thống lạnh có kể đến thời gian xả đá và cửa đá
 η_{BH} – hiệu suất bình bốc hơi
 η_d – hiệu suất tháp đá (bể đá)
 η_c – hiệu suất bình chứa nước ngưng
 η_l – hiệu suất lò hơi
 D – năng suất hơi của lò, kg/h
 V – thể tích của buồng đốt, m³
 B – tiêu hao nhiên liệu, kg/h
 B_t – tiêu hao nhiên liệu tính toán, kg/h
 b – tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1 kg đá, kg/kg
 Q_{th}^1 – nhiệt trị thấp của nhiên liệu, kcal/kg
 H – diện tích truyền nhiệt, m²
 θ_o – nhiệt độ khói ra khỏi buồng đốt, °C
 T_o – nhiệt độ tuyệt đối của khói ra khỏi buồng đốt, K
 T_a – nhiệt độ cháy lý thuyết tuyệt đối, K
 φ – hệ số bảo toàn nhiệt năng
 ψ – mức độ làm giòn ống sinh hơi trong buồng đốt
 a – độ đen của sản phẩm cháy trong buồng đốt
 a' – độ đen hiệu dụng của ngọn lửa
 k – hệ số làm yếu tia bức xạ bởi sản phẩm cháy trong buồng đốt
 V_t^{bc} – nhiệt dung trung bình của sản phẩm cháy trong buồng đốt, kcal/kg
 α_1 – hệ số tỏa nhiệt về phía khói của chùm ống đối lưu, kcal/m².h.°C
 ε – hệ số làm bẩn bề mặt truyền nhiệt của chùm ống đối lưu
 V^o – thể tích không khí lý thuyết cần thiết để đốt 1 kg nhiên liệu, m³/kg
 V_{kh}^o – thể tích khói lý thuyết sinh ra khi đốt 1 kg nhiên liệu, m³/kg
 α – hệ số không khí thừa trong lò hơi
 S – bề dày, mm
 q_2 – tổn thất nhiệt theo khói, %
 q_3 – tổn thất nhiệt do cháy hóa học không hết, %
 q_4 – tổn thất nhiệt do cháy cơ học không hết, %
 q_5 – tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh, %
 q_6 – tổn thất nhiệt theo xỉ, %

LỜI MỞ ĐẦU

Trên thế giới máy lạnh hấp thụ được xem như là một công cụ biến đổi nhiệt có thể tận dụng nhiệt thải trong công nghiệp một cách hữu hiệu. Nguồn nhiệt thải này rất lớn nếu bỏ đi sẽ rất lãng phí và gây ô nhiễm môi trường. Máy lạnh hấp thụ có khả năng sử dụng nhiệt thải của một chất này để làm lạnh một chất khác hoặc làm lạnh chính nó trong dây chuyền sản xuất, thay vì phải tốn điện để làm lạnh. Nhiệt thải có thể có nhiệt độ thấp rất cao, nhưng phần lớn lại ở nhiệt độ thấp rất khó sử dụng. Máy lạnh hấp thụ có khả năng biến đổi các nguồn nhiệt có nhiệt độ thấp thành nhiệt độ cao để sử dụng dễ dàng và sử dụng hết trong các nhu cầu về nhiệt. Gần đây trong lĩnh vực điều hoà không khí máy lạnh hấp thụ đã dần dần thay thế các máy lạnh truyền thống chạy bằng điện. Điều này nói lên rằng máy lạnh hấp thụ đã khẳng định được tính ưu việt của mình trước máy lạnh chạy điện.

Ở Việt Nam trong mấy năm gần đây công nghệ lạnh phát triển khá mạnh trong tất cả các lĩnh vực như: sản xuất nước đá, đông lạnh và điều hoà không khí. Tuy nhiên trong tất cả các lĩnh vực nói trên đều sử dụng loại máy lạnh truyền thống chạy bằng điện. Máy lạnh hấp thụ hầu như bị quên lãng hoàn toàn. Có thể nói, ở nước ta cho đến nay vẫn chưa có ai và chưa có nơi nào sử dụng máy lạnh hấp thụ thì nói chi đến việc nghiên cứu chế tạo ra chúng. Cho nên đề tài này đã nhận trách nhiệm nghiên cứu chế tạo mẫu máy lạnh hấp thụ đầu tiên của Việt Nam, trước mắt là máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) sử dụng các nguồn nhiên liệu rẻ tiền để sản xuất nước đá.

Sản phẩm cụ thể của đề tài là:

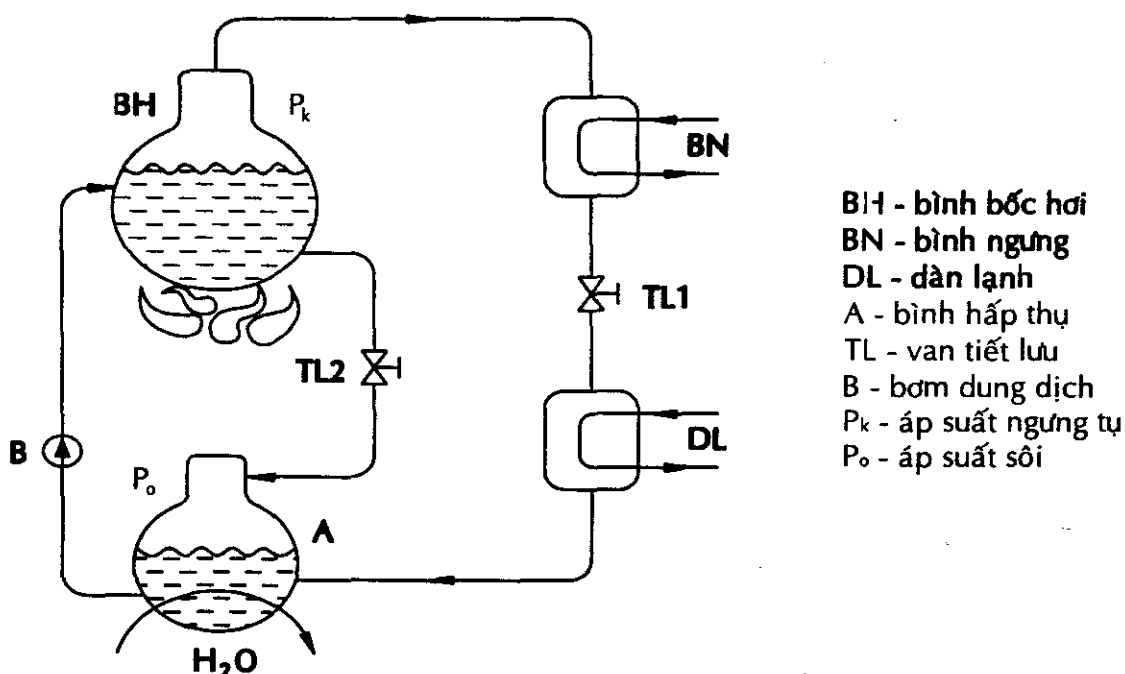
1. Mô hình vật lý để nghiên cứu máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$).
2. Mô hình vật lý để nghiên cứu lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa để cung cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ nói trên.
3. Mẫu máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá viên và đá cây.
4. Mẫu lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa để cung cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ nói trên.

Trải qua nhiều khó khăn gian khổ đến hôm nay đề tài đã thành công tốt đẹp.

TỔNG QUAN VỀ MÁY LẠNH HẤP THỤ

1.1. Nguyên lý làm việc của Máy lạnh hấp thụ:

Hiện nay trong thực tế chúng ta thường thấy những máy lạnh chạy bằng điện. Những máy lạnh này bắt buộc phải sử dụng máy nén, là thiết bị chính yếu của hệ thống lạnh. Ngược lại máy lạnh hấp thụ thì không cần có máy nén và do đó chúng không cần sử dụng điện mà là sử dụng các nguồn nhiệt. Môi chất làm việc trong chu trình máy lạnh hấp thụ là một dung dịch, trong đó một chất là tác nhân lạnh còn chất kia là chất hấp thụ. Các cặp chất được sử dụng nhiều nhất hiện nay là cặp amoniắc với nước ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) và cặp nước với bromua liti ($\text{LiBr} + \text{H}_2\text{O}$). Cặp ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) có NH_3 là tác nhân lạnh và nước là chất hấp thụ.



Hình 1.1 Chu trình máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$)

Cặp này có thể sử dụng trong các chu trình máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) (xem hình 1.1) để làm lạnh đến nhiệt độ âm và cả nhiệt độ dương. Cho nên loại này có thể sản xuất nước lạnh, nước đá và đông lạnh. Dung dịch no NH_3 được đun sôi trong bình bốc hơi làm bốc hơi NH_3 , còn nước thì ở lại trong dung dịch đối NH_3 . Hơi NH_3 bay lên được ngưng tụ thành lỏng trong bình ngưng ở áp suất P_k . Sau đó nó được tiết lưu từ áp suất P_k xuống P_o trong van TL1 để vào dàn lạnh. Trong dàn lạnh NH_3 lỏng sẽ bay hơi thu nhiệt và làm lạnh đến nhiệt độ cần thiết. Hơi NH_3 bay ra từ dàn lạnh sẽ được hấp thụ bởi dung dịch đối NH_3 trong bình hấp thụ để thành dung dịch no. Dung dịch đối này được cung cấp từ bình bốc hơi qua van tiết lưu TL2. Dung dịch no NH_3 trong bình hấp thụ sẽ được trở lại bình bốc hơi bằng bơm dung dịch NH_3 . Và cứ như thế chu trình làm việc của máy lạnh hấp thụ được

tiếp tục. Như vậy trong chu trình này không có máy nén hoạt động. Máy nén được thay thế bằng bình hấp thụ. Nó được xem như là một “máy nén nhiệt”, cho nên không cần sử dụng điện. Năng lượng cung cấp cho chu trình chính là nguồn nhiệt làm bốc hơi NH_3 trong bình bốc hơi. Tuy nhiên để đẩy dung dịch no từ bình hấp thụ có áp suất thấp hơn (P_0) về bình bốc hơi có áp suất cao hơn (P_k) cần phải có bơm dung dịch. Đây là thiết bị cần chạy bằng điện, nhưng với công suất nhỏ hơn nhiều so với máy nén ($\approx 5\%$).

Cặp ($\text{LiBr} + \text{H}_2\text{O}$) có H_2O là tác nhân lạnh và LiBr là chất hấp thụ. Cặp này được sử dụng trong các máy lạnh hấp thụ ($\text{LiBr} + \text{H}_2\text{O}$) và chỉ có thể tạo ra nhiệt độ dương, cho nên được áp dụng rộng rãi trong hệ thống điều hòa không khí hoặc có thể dùng để sản xuất nước lạnh phục vụ cho các quá trình công nghệ.

1.2. Ứng dụng của máy lạnh hấp thụ:

Như đã nói ở trên, máy lạnh hấp thụ có thể làm việc nếu chúng ta cung cấp cho chúng một nguồn nhiệt. Nguồn nhiệt có thể là hơi nước, nước nóng, khí nóng và hỗn hợp khí hơi thải ra từ công nghiệp. Nguồn nhiệt thải này rất lớn, chiếm đến 60 – 70 % tổng năng lượng tiêu hao cho sản xuất. Nếu nguồn nhiệt này buộc phải thải bỏ đi thì sẽ rất lãng phí và gây ô nhiễm môi trường. Trong rất nhiều dây chuyền sản xuất nhất là trong công nghiệp hóa chất, sản sinh rất nhiều nhiệt, đồng thời cũng cần làm lạnh nhân tạo các sản phẩm. Nguồn nhiệt thải đó nếu được sử dụng trong các máy lạnh hấp thụ để làm lạnh cho chính sản phẩm của mình, thì sẽ không còn gì tốt bằng, vì vừa tiết kiệm năng lượng lại vừa bảo vệ được môi trường. Cho nên trong các dây chuyền sản xuất này việc áp dụng máy lạnh hấp thụ như là một việc bắt buộc phải có. Các nguồn nhiệt thải này có thể có nhiệt độ rất cao lên đến hàng ngàn độ rất dễ sử dụng trong các nhu cầu về nóng cũng như lạnh, nhưng một phần rất lớn có nhiệt độ tương đối thấp từ 70 đến 130 °C rất khó sử dụng. Máy lạnh hấp thụ cho phép sử dụng rất tốt các nguồn nhiệt này không những để làm lạnh sản phẩm, điều hòa không khí môi trường sống và làm việc của xí nghiệp, mà còn có thể biến đổi các nguồn nhiệt từ nhiệt độ thấp thành nhiệt độ cao để sử dụng tốt trong các nhu cầu khác về nhiệt.

Ngoài nhiệt thải ra chúng ta còn có thể sử dụng nhiên liệu như than, dầu và khí đốt bằng cách đốt trực tiếp trong các máy lạnh hấp thụ hoặc thông qua lò hơi để thu nhận nhiệt. Loại máy lạnh hấp thụ bromualiti ($\text{LiBr} + \text{H}_2\text{O}$) cho phép áp dụng 2 cấp bốc hơi có hiệu quả sử dụng nhiệt rất lớn và giá thành sản phẩm lạnh thậm chí rẻ hơn các máy lạnh chạy bằng điện, cho nên được sử dụng rất nhiều trong hệ thống điều hòa không khí.

Nếu so sánh giữa máy lạnh hấp thụ và máy lạnh chạy bằng điện chúng ta sẽ có một cách nhìn chính xác hơn về chúng. Máy lạnh hấp thụ có ưu điểm rất lớn là có thể sử dụng các nguồn nhiệt thải là thứ năng lượng không mất tiền mua vừa tiết kiệm vừa bảo vệ môi trường hoặc có thể sử dụng các loại nhiên liệu rẻ tiền, từ đó có thể sản xuất ra các sản phẩm lạnh rẻ tiền hơn máy lạnh chạy bằng điện. Đây là ưu điểm lớn nhất của máy lạnh hấp thụ mà máy lạnh chạy bằng điện không thể nào có được. Ngoài ra máy lạnh hấp thụ

còn có thể áp dụng ở những vùng sâu vùng xa chưa có lưới điện quốc gia. Tất nhiên máy lạnh hấp thụ cũng có những nhược điểm như là hệ thống phức tạp công kênh chiếm nhiều diện tích lắp đặt, vận hành khó khăn hơn và khó tự động hóa hơn. Về mặt đầu tư tuy máy lạnh hấp thụ có phức tạp công kênh hơn, nhưng lại là các thiết bị rẻ tiền dễ chế tạo, cho nên chưa chắc đắt tiền hơn. Nếu tính cho đầy đủ tức là phải cộng thêm tiền đầu tư cho trạm biến thế đối với máy lạnh chạy bằng điện, thì có khi đầu tư cho máy lạnh hấp thụ rẻ hơn máy lạnh chạy bằng điện. Đó là chưa kể đến hiệu quả kinh tế do máy lạnh hấp thụ mang lại vì góp phần đáng kể trong việc giảm phụ tải điện, giảm đầu tư cho lưới điện và nguồn điện. Thật vậy, riêng hệ thống điều hòa không khí trong các thành phố đã ngốn một lượng điện khổng lồ, nếu thay thế các máy lạnh chạy điện bằng các máy lạnh hấp thụ thì sẽ giảm đáng kể tải điện. Để đánh giá chính xác hiệu quả kinh tế của hai loại máy lạnh này cần phải căn cứ vào giá thành xuất xưởng của sản phẩm lạnh. Chỉ tiêu kinh tế này lại phụ thuộc rất nhiều vào giá điện sử dụng trong máy lạnh chạy điện. Nếu giá điện cao và giá nhiên liệu rẻ thì máy lạnh hấp thụ sẽ kinh tế hơn và ngược lại. Điều này cho thấy cần thiết phải ưu tiên sử dụng các loại nhiên liệu rẻ tiền hoặc không mất tiền như nhiệt thải để chạy máy lạnh hấp thụ. Tuy nhiên cũng cần lưu ý rằng các loại máy lạnh hấp thụ bromualiti có hai cấp bốc hơi sử dụng trong các hệ thống điều hòa không khí hiện nay đều có sử dụng nhiên liệu đắt tiền như dầu và khí đốt, nhưng vẫn kinh tế hơn so với chạy điện vì chúng có hiệu quả sử dụng nhiệt rất cao.

1.3. Tình hình nghiên cứu và sử dụng máy lạnh hấp thụ ở nước ngoài và ở trong nước:

Vấn đề này đã được nói tương đối kỹ trong đề cương nghiên cứu khi đăng ký đề tài với nhà nước. Ở đây xin được nói tóm tắt vài dòng như sau:

- Máy lạnh hấp thụ đã được nghiên cứu và ứng dụng rất rộng rãi ở các nước như Mỹ, Nhật, Liên xô cũ, Hàn quốc và Trung quốc. Các loại máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) thường được sản xuất đơn chiếc theo đơn đặt hàng của xí nghiệp công nghiệp có nhu cầu để sử dụng nhiệt thải có công suất rất lớn có thể lên tới 30.000 KW. Còn các máy lạnh hấp thụ bromualiti thì được sản xuất hàng loạt có công suất từ vài trăm đến vài ngàn KW được sử dụng rất nhiều trong các hệ thống điều hòa không khí.
- Ở nước ta cho đến thời điểm này việc nghiên cứu và sử dụng các máy lạnh hấp thụ vẫn còn bỏ trống. Các cơ sở sản xuất và sử dụng máy lạnh vẫn còn rất xa lạ đối với lĩnh vực kỹ thuật này. Rõ ràng đây là một khiếm khuyết rất lớn cần được khắc phục.

1.4. Triển vọng nghiên cứu ứng dụng máy lạnh hấp thụ ở Việt Nam và những vấn đề liên quan đến đề tài nghiên cứu:

Việt nam là một trong những quốc gia còn rất nghèo. Lưới điện yếu kém, đa số các vùng sâu vùng xa như nông thôn, rừng núi, hải đảo đều chưa có lưới điện quốc gia. Trong khi đó các nhu cầu về nước đá để giải khát và đánh bắt thủy hải sản, nhu cầu về đông lạnh

xuất khẩu ngay tại địa phương rất lớn. Nếu sử dụng các máy lạnh chạy bằng điện thì cứ mỗi một cơ sở sản xuất đều phải có các tổ máy phát điện diesel. Các tổ máy này phải sử dụng dầu DO rất đắt tiền, đồng thời vấn đề vận hành, sửa chữa và bảo trì chúng khá phức tạp và tốn kém. Trong khi đó nước ta có một nguồn nhiên liệu rất dồi dào và rẻ tiền đó là than cám, vẫn chưa có nơi tiêu thụ và hầu như ở địa phương nào cũng có nguồn phụ phẩm dồi dào trong nông, lâm nghiệp như trấu, mùn cưa, rơm rạ, củi cảnh, củi bắp v.v... Máy lạnh hấp thụ có thể sử dụng hết những loại nhiên liệu rẻ tiền này để làm ra sản phẩm lạnh với giá rẻ, mang lại lợi ích kinh tế to lớn cho địa phương. Đây là loại máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) có thể chế tạo gần hết ở trong nước, tạo công ăn việc làm cho địa phương, góp phần thực hiện chủ trương công nghiệp hóa, hiện đại hóa, xóa đói giảm nghèo ở nông thôn nước ta.

Một việc khác không kém phần quan trọng đó là bằng mọi cách phải đưa các máy lạnh hấp thụ ($\text{LiBr} + \text{H}_2\text{O}$) vào sử dụng trong các hệ thống điều hòa không khí ở ngay tại các thành phố lớn. Có thể điều kiện công nghệ ở trong nước chưa cho phép chế tạo các loại máy lạnh hấp thụ này, nhưng ngay việc chỉ cần sử dụng chúng thôi cũng sẽ đưa lại hiệu quả kinh tế to lớn. Bởi vì, thứ nhất là mặc dù các máy này chỉ sử dụng các loại nhiên liệu đắt tiền như dầu và khí đốt, nhưng giá thành sản phẩm lạnh vẫn rẻ hơn so với chạy điện, thứ hai là sẽ giảm đi một phụ tải điện đáng kể cho thành phố để từ đó ta có một lượng điện dư ra dành cho các mục tiêu khác quan trọng hơn và cần hơn. Cũng cần lưu ý một điều là hiện nay chúng ta vẫn còn thiếu điện trầm trọng.

Có một điều mà từ trước tới nay ít có xí nghiệp nào ở nước ta lưu ý. Đó là vấn đề sử dụng nhiệt thải trong công nghiệp để làm lạnh nhằm mục đích tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường. Các dây chuyền sản xuất ở nước ta thường là rất lạc hậu, cho nên hiệu quả sử dụng năng lượng rất thấp. Hiệu quả càng thấp thì nhiệt thải ra môi trường càng nhiều và càng lãng phí. Chỉ cần sử dụng một phần nhiệt thải này thôi cũng có thể làm mát cho cả xí nghiệp mà không tốn tiền điện để điều hòa không khí. Việc sử dụng nhiệt thải công nghiệp để làm lạnh trước mắt còn gặp rất nhiều khó khăn do các doanh nghiệp chưa nhận thức được tầm quan trọng của nó, nhưng chắc chắn trong một tương lai gần phải quyết tâm thực hiện bằng mọi giá.

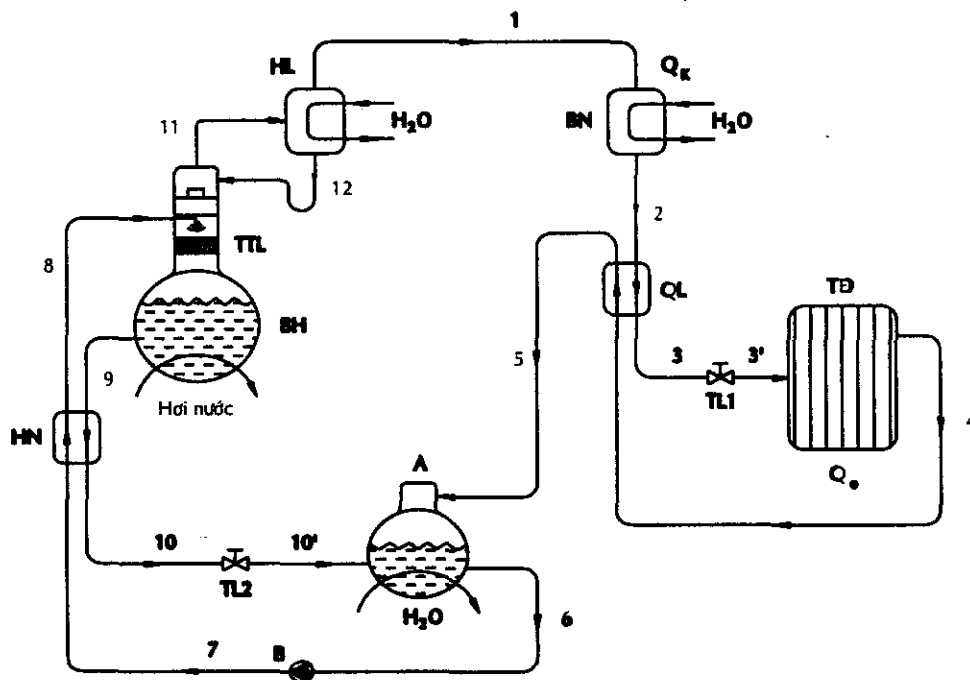
Máy lạnh hấp thụ là một lĩnh vực khoa học kỹ thuật rất rộng lớn bao gồm nhiều chủng loại máy với nhiều mục tiêu làm lạnh khác nhau, tuy nhiên do kinh phí và thời gian có hạn chúng tôi chỉ đi sâu nghiên cứu chế tạo máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá viên và đá cây. Đồng thời với việc nghiên cứu này chúng tôi cũng đi sâu nghiên cứu chế tạo loại lò hơi có công suất nhỏ có thể đốt trực tiếp than cám, trấu hoặc mùn cưa để cung cấp nhiệt cho các máy lạnh hấp thụ nói trên với mục đích sử dụng các nguồn nhiên liệu rẻ tiền tại địa phương để phục vụ sản xuất và đời sống.

Chương 2

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO MÁY LẠNH HẤP THỤ SỬ DỤNG DUNG DỊCH AMÔNIA ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) ĐỂ SẢN XUẤT NƯỚC ĐÁ

2.1. Sơ đồ nhiệt nguyên lý của máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) đang được áp dụng:

Sơ đồ máy lạnh hấp thụ trên hình 1.1 chưa thể nói là hoàn hảo về mặt năng lượng vì dung dịch đi từ bình bốc hơi xả về bình hấp thụ có nhiệt độ rất cao và một nhiệt lượng rất lớn của nó bị mất hết cho nước giải nhiệt trong bình hấp thụ. Trong khi đó dung dịch no từ bình hấp thụ khi bơm vào bình bốc hơi lại có nhiệt độ thấp và cần có một lượng nhiệt rất lớn để gia nhiệt đến nhiệt độ sôi. Vì vậy trong sơ đồ máy lạnh hấp thụ đang được áp dụng (xem hình 2.1) sẽ có thêm thiết bị trao đổi nhiệt để tận dụng nhiệt lượng của dung dịch đi gia nhiệt cho dung dịch no gọi là bình hồi nhiệt nhằm mục đích giảm tiêu hao nhiệt cho máy lạnh.



Hình 2.1 Sơ đồ nhiệt nguyên lý của máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$) đang được áp dụng

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------|
| BH – bình bốc hơi; | TTL – tháp tinh luyện; | HL – bình hồi lưu; |
| BN – bình ngưng; | QL – bình quá lạnh; | HN – bình hồi nhiệt; |
| A – bình hấp thụ; | TD – tháp đá; | TL – van tiết lưu. |
| B – bơm dung dịch NH_3 ; | | |

Ngoài ra để nhận được hơi NH_3 hoàn toàn tinh khiết trong sơ đồ còn có sử dụng tháp tinh luyện và bình hồi lưu. Bình quá lạnh cũng được áp dụng ở đây là thiết bị trao đổi nhiệt giữa hơi lạnh NH_3 ra khỏi tháp đá và lỏng NH_3 ra khỏi bình ngưng nhằm tăng năng

suất lạnh của chu trình. Các số trên (hình 2.1) biểu thị trạng thái của môi chất làm việc tại các điểm của chu trình. Cụ thể là:

- 1- Hơi NH_3 ra khỏi bình hồi lưu (vào bình ngưng);
- 2- Lỏng NH_3 ra khỏi bình ngưng (vào bình quá lạnh);
- 3- Lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (vào van tiết lưu 1);
- 3'- Lỏng NH_3 ra khỏi van tiết lưu 1 (vào tháp đá);
- 4- Hơi NH_3 ra khỏi tháp đá (vào bình quá lạnh);
- 5- Hơi NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (vào bình hấp thụ);
- 6- Dung dịch no NH_3 ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch NH_3);
- 7- Dung dịch no NH_3 ra khỏi bơm dung dịch NH_3 (vào bình hồi nhiệt);
- 8- Dung dịch no NH_3 ra khỏi bình hồi nhiệt (vào tháp tinh luyện);
- 9- Dung dịch đói NH_3 ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt);
- 10- Dung dịch đói NH_3 ra khỏi bình hồi nhiệt (vào van tiết lưu 2);
- 10'- Dung dịch đói NH_3 ra khỏi van tiết lưu 2 (vào bình hấp thụ);
- 11- Hơi NH_3 ra khỏi tháp tinh luyện (vào bình hồi lưu);
- 12- Phần hồi lưu ra khỏi bình hồi lưu (vào tháp tinh luyện).

Căn cứ vào điều kiện khí hậu ở nước ta và các yêu cầu về kỹ thuật sản xuất nước đá chúng ta có thể chọn các thông số như sau:

Nhiệt độ ngưng tụ	$t_k = 38^\circ\text{C}$
Áp suất ngưng tụ	$P_k = 15 \text{ at}$
Nhiệt độ sôi	$t_o = -15^\circ\text{C}$
Áp suất sôi	$P_o = 2,41 \text{ at}$
Nồng độ của dung dịch no NH_3	$\xi_r = 0,362$
Nồng độ của dung dịch đói NH_3	$\xi_a = 0,296$

Bội số tuần hoàn:

$$f = \frac{\xi_{11} - \xi_a}{\xi_r - \xi_a} = \frac{0,937 - 0,296}{0,362 - 0,296} = 9,712$$

$\xi_{11} = 0,937$ – nồng độ của hơi NH_3 ra khỏi tháp tinh luyện.

Nhờ có giản đồ $i - \xi$ của dung dịch NH_3 chúng ta sẽ dễ dàng xác định nhiệt độ t ($^\circ\text{C}$) và entanpy i (kcal/kg) tại các điểm của chu trình.

Sơ đồ này cho phép có thể sản xuất nước đá viên và nước đá cây. Khi cần sản xuất một trong hai thứ nước đá nói trên thì loại nước đá kia phải ngừng làm việc. Cách thiết kế

này cho phép có thể nghiên cứu sản xuất hai loại nước đá khác nhau mà không tốn kém quá nhiều kinh phí.

2.2. Bình bốc hơi:

Bình bốc hơi là thiết bị sử dụng để đun sôi dung dịch NH_3 làm bốc hơi NH_3 trong dung dịch. Nguồn nhiệt cung cấp cho dung dịch là hơi nước bão hòa có áp suất 3 at.

Bình bốc hơi (xem hình 2.2) có cấu tạo là một thân hình trụ nằm ngang, hai đầu có 02 mặt sàng. Các ống truyền nhiệt được hàn vào 02 mặt sàng nói trên. Dung dịch NH_3 nằm ngoài ống và ngập toàn bộ các ống. Hơi nước được dẫn vào trong ống gia nhiệt cho dung dịch và ngưng tụ thành nước ngưng.

Phụ tải nhiệt của bình bốc hơi có thể xác định theo công thức:

$$Q_{BH} = G_{\text{NH}_3} q_{BH}, \text{ kcal/h}$$

G_{NH_3} – lượng hơi NH_3 đi vào bình ngưng, kg/h;

q_{BH} – phụ tải nhiệt riêng của bình bốc hơi, tức là phụ tải nhiệt của nó khi ứng với $G_{\text{NH}_3} = 1 \text{ kg NH}_3$, kcal/kg.

$$q_{BH} = (1 + R)i_{11} - Ri_{12} - i_9 + f(i_9 - i_8)$$

R – phần hồi lưu

$$R = \frac{1 - \xi_{11}}{\xi_{11} - \xi_r}$$

Diện tích truyền nhiệt của bình bốc hơi được xác định theo công thức:

$$F = \frac{Q_{BH}}{K\Delta t_1}, \text{ m}^2$$

Δt_1 - độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình bốc hơi, $^{\circ}\text{C}$

$$\Delta t_1 = \frac{t_9 - t_8}{\ln \frac{t_H - t_8}{t_H - t_9}}, ^{\circ}\text{C}$$

t_H – nhiệt độ của hơi nước bão hòa. $^{\circ}\text{C}$;

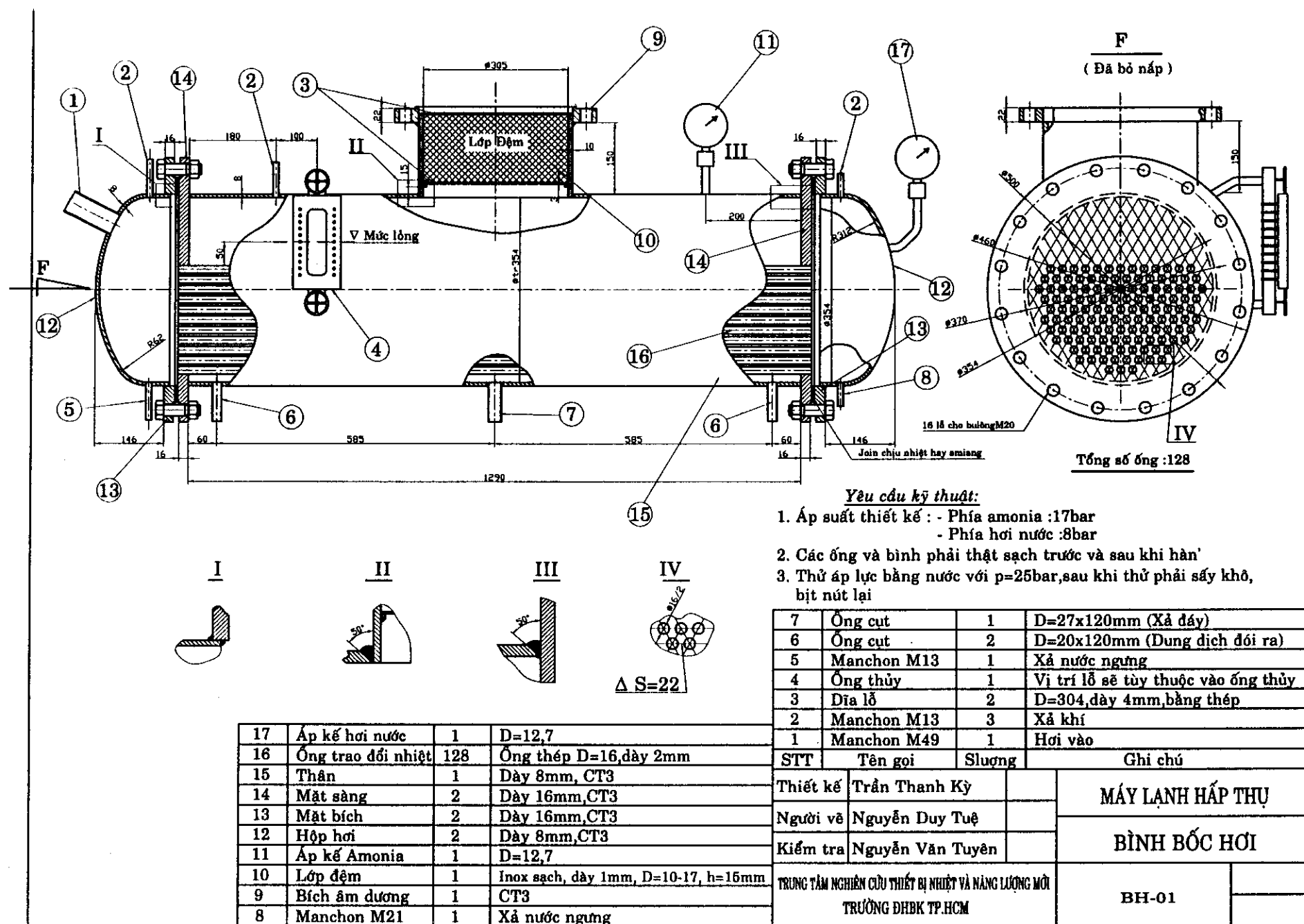
t_8 và t_9 – nhiệt độ của môi chất làm việc tại các điểm 8 và 9 trên sơ đồ (hình 2.1), $^{\circ}\text{C}$;

K – hệ số truyền nhiệt của bình bốc hơi, $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$.

Hệ số K phụ thuộc vào quá trình trao đổi nhiệt giữa hai chất: một bên là quá trình ngưng tụ của hơi nước trong các ống nằm ngang, một bên là quá trình sôi của dung dịch NH_3 bên ngoài các ống nằm ngang. Các số liệu này có thể tham khảo trong các tài liệu 4 và 5.

Từ diện tích truyền nhiệt F chúng ta có thể xác định cấu tạo của bình bốc hơi (xem hình 2.2).

Bình bốc hơi này được thiết kế và chế tạo với phụ tải nhiệt $Q_{BH} = 71.120 \text{ kcal/h}$ và diện tích truyền nhiệt $F = 8,28 \text{ m}^2$.



Hình 2-2

2.3. Tháp tinh luyện:

Hơi NH_3 từ bình bốc hơi bốc lên thế nào cũng sẽ kéo theo nhiều hơi nước. Nếu không khử hết hơi nước trong hơi NH_3 thì sẽ làm giảm đáng kể hiệu quả làm lạnh của thiết bị. Cho nên trên bình bốc hơi phải lắp đặt thêm tháp tinh luyện (xem hình 2.3) để tách nước ra khỏi dòng hơi NH_3 .

Dòng hơi trước tiên phải đi qua lớp đệm làm bằng các đoạn ống inox có đường kính 15 mm, dài 15 mm sắp xếp một cách lộn xộn thành một lớp. Từ phía trên lớp đệm dung dịch NH_3 được rải đều trên mặt lớp đệm và chảy xuống dưới tiếp xúc với dòng hơi từ dưới đi lên. Bằng cách này một lượng lớn hơi nước sẽ bị dung dịch NH_3 giữ lại và chỉ để một phần nhỏ bay theo hơi NH_3 . Sau đó dòng hơi tiếp tục đi lên và phải xuyên qua ba mâm có chứa các chóp. Dòng hơi đi trong các chóp và phải sục vào lớp lỏng từ bình hồi lưu xả về. Ở đây một lần nữa hơi NH_3 được làm sạch hết hơi nước để trở thành hơi tinh khiết.

Vận tốc dòng hơi chuyển động trong tháp tinh luyện và trong các chóp phải được chọn hợp lý để lỏng không bị kéo theo. Cụ thể là vận tốc trong tháp được chọn 0,3 – 0,6 m/s và trong các chóp là 1 – 3 m/s. Từ đó ta có thể xác định được đường kính của tháp và các chóp. Khoảng cách giữa các mâm là 0,15 – 0,3 m.

2.4. Bình hồi lưu:

Hơi ra khỏi tháp tinh luyện sẽ được tiếp tục làm lạnh trong bình hồi lưu (xem hình 2.4) bằng nước giải nhiệt. Hơi nước bay theo dòng hơi NH_3 sẽ bị ngưng tụ cùng với một ít lỏng NH_3 xả trở về tháp tinh luyện. Đây chính là phần hồi lưu R. Bình hồi lưu cho phép nhận được một dòng hơi NH_3 hoàn toàn tinh khiết.

Phụ tải nhiệt của bình hồi lưu được xác định theo công thức:

$$Q_{HL} = G_{\text{NH}_3} q_{HL}, \text{ kcal/h}$$

q_{HL} – phụ tải nhiệt riêng của bình hồi lưu ứng với trường hợp $G_{\text{NH}_3} = 1 \text{ kg}$, kcal/kg.

$$q_{HL} = (1 + R) i_{11} - i_1 - R i_{12}, \text{ kcal/kg.}$$

i_1 , i_{11} và i_{12} – entanpy của môi chất làm việc tại các điểm 1, 11 và 12 trong chu trình, kcal/kg.

Diện tích truyền nhiệt của bình hồi lưu cũng được xác định theo công thức:

$$F = \frac{Q_{HL}}{K \Delta t_1}, \text{ m}^2$$

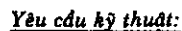
Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình hồi lưu có thể xác định theo công thức:

$$\Delta t_1 = \frac{(t_{11} - t_{w2}) - (t_k - t_{w1})}{\ln \frac{t_{11} - t_{w2}}{t_k - t_{w1}}}, ^\circ\text{C}$$

t_k – nhiệt độ ngưng tụ, $^\circ\text{C}$;

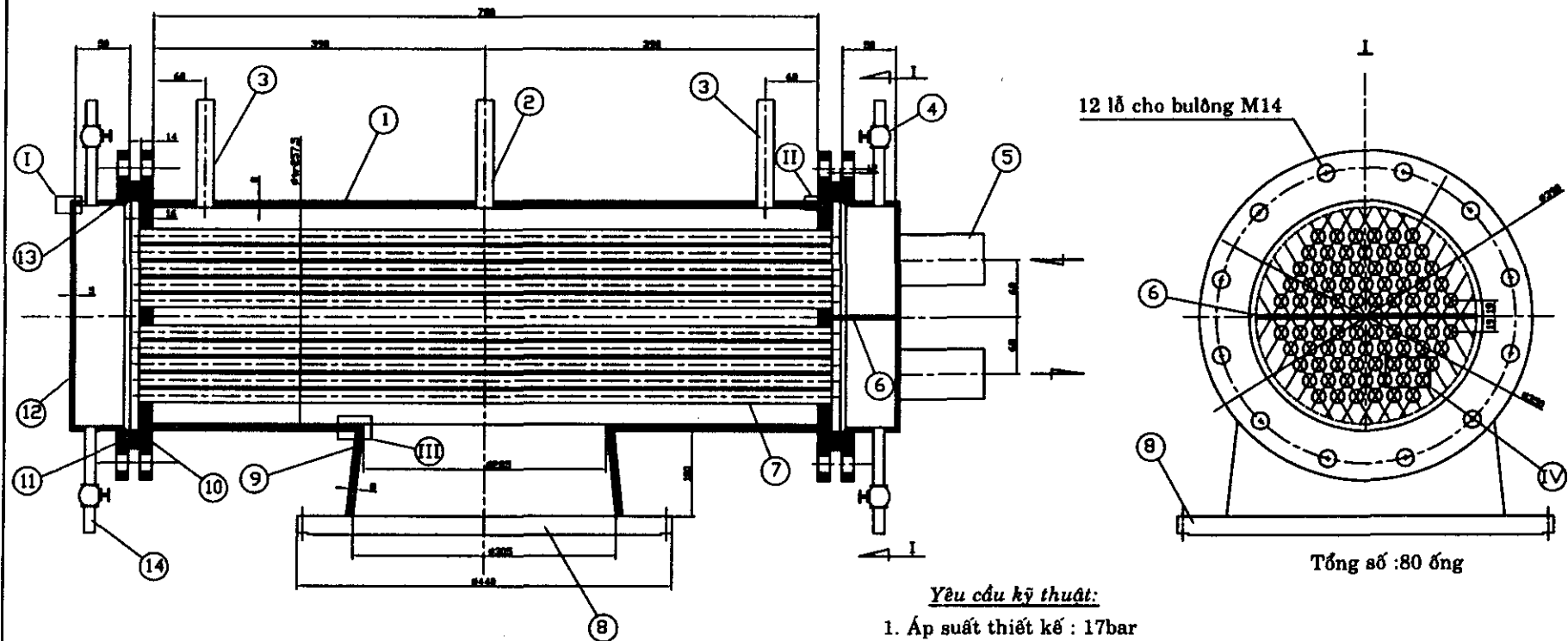
t_{11} – nhiệt độ của môi chất làm việc tại điểm 11 của chu trình, $^\circ\text{C}$;

t_{w1} , t_{w2} – nhiệt độ của nước giải nhiệt vào và ra khỏi bình hồi lưu, $^\circ\text{C}$.



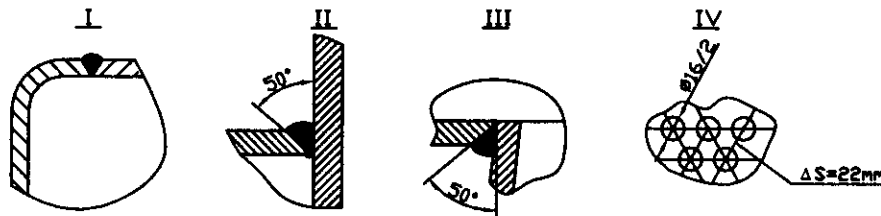
- | | | | |
|-----|----------------|----------|-----------------------------------|
| 12 | Ống xả đáy | 3 | d=16mm, có bích âm dương |
| 11 | Bích ống d=114 | 4 | CT3, âm dương (Có bản vẽ riêng) |
| 10 | Ống vệ sinh | 2 | CT3, Dng=114mm |
| 9 | Bích ống d=325 | 2 | CT3, âm dương |
| 8 | Bích ống d=27 | 1 | CT3, âm dương |
| STT | Tên gọi | Số lượng | Ghi chú |

Hình 2-3



Yêu cầu kỹ thuật:

1. Áp suất thiết kế : 17bar
2. Các ống và bình phải thật sạch trước và sau khi hàn'
3. Thử áp lực bằng nước với $p=25\text{bar}$, sau khi thử phải sấy khô, bịt nút lại



14	Van xả đáy	2	$d=12,7$
13	Joint cao su	2	
12	Hộp nước	2	CT3, dày 5 mm
11	Bích hộp nước	2	CT3, dày 12 mm
10	Mặt sàng	2	CT3, dày 16mm
9	Ống côn	1	CT3, từ $d=325 \rightarrow d=273$, dày 8mm
8	Bích ống $d=325$	1	CT3, dày 22mm - Bích dương
7	Ống trao đổi nhiệt	80	CT3, $d=16/2$
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú

6	Vách ngăn	1	CT3, dày 5mm
5	Manchon M60	2	Nước vào và ra
4	Van xả khí	2	$d=12,7$, Xả khí
3	Ống cut	2	CT3, $d=21, l=120$ (hơi ra)
2	Ống cut	1	CT3, $d=16\text{mm}$, $l=120\text{mm}$ (Xả khí)
1	Thân	1	CT3, dày 8mm
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú

Thiết kế	Trần Thanh Kỳ			MÁY LẠNH HẤP THỤ
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ			
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên			BÌNH HỒI LƯU
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM				HL-02

Hình 2-4

Hệ số truyền nhiệt K ($\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$) phụ thuộc vào quá trình trao đổi nhiệt giữa một bên là hơi NH_3 và một bên là nước giải nhiệt. Các số liệu này có thể tham khảo trong các tài liệu 4 và 5.

Từ diện tích truyền nhiệt F chúng ta có thể xác định cấu tạo của bình hồi lưu (xem hình 2.4). Nó có cấu tạo là một thân hình trụ nằm ngang, hai đầu có 02 mặt sàng để hàn các ống truyền nhiệt. Hơi NH_3 đi ngoài ống, còn nước giải nhiệt thì đi trong ống theo hai đường nước.

Bình hồi lưu được thiết kế và chế tạo với phụ tải nhiệt $Q_{\text{HL}} = 12.560 \text{ kcal/h}$ và diện tích truyền nhiệt $F = 3,12 \text{ m}^2$.

2.5. Bình ngưng:

Hơi NH_3 gần như nguyên chất bay ra khỏi bình hồi lưu sẽ được ngưng tụ trong bình ngưng nhờ nước giải nhiệt. Bình ngưng cũng có cấu tạo là một thân hình trụ nằm ngang, hai đầu có 02 mặt sàng để hàn các ống truyền nhiệt. Hơi NH_3 sẽ ngưng tụ bên ngoài ống, còn nước giải nhiệt thì đi trong ống theo 4 đường nước.

Phụ tải nhiệt của bình ngưng được xác định theo công thức:

$$Q_k = G_{\text{NH}_3} q_k, \text{ kcal/h}$$

q_k – phụ tải nhiệt riêng của bình ngưng, kcal/kg .

$$q_k = i_1 - i_2, \text{ kcal/kg}$$

i_1, i_2 – entanpy của môi chất làm việc tại các điểm 1 và 2 của chu trình, kcal/kg .

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình ngưng có thể xác định theo công thức:

$$\Delta t_l = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{\ln \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}, ^\circ\text{C}$$

t_k – nhiệt độ ngưng tụ của hơi NH_3 , $^\circ\text{C}$;

t_{w1} và t_{w2} -- nhiệt độ nước giải nhiệt vào và ra khỏi bình ngưng, $^\circ\text{C}$.

Hệ số truyền nhiệt K phụ thuộc vào quá trình trao đổi nhiệt giữa một bên là hơi NH_3 ngưng tụ trên các ống nằm ngang và một bên là nước giải nhiệt đi trong ống có thể tham khảo trong các tài liệu 1, 4 và 5. Tuy nhiên trong trường hợp này nên xác định mật độ dòng nhiệt q thay vì xác định K sẽ dễ dàng hơn.

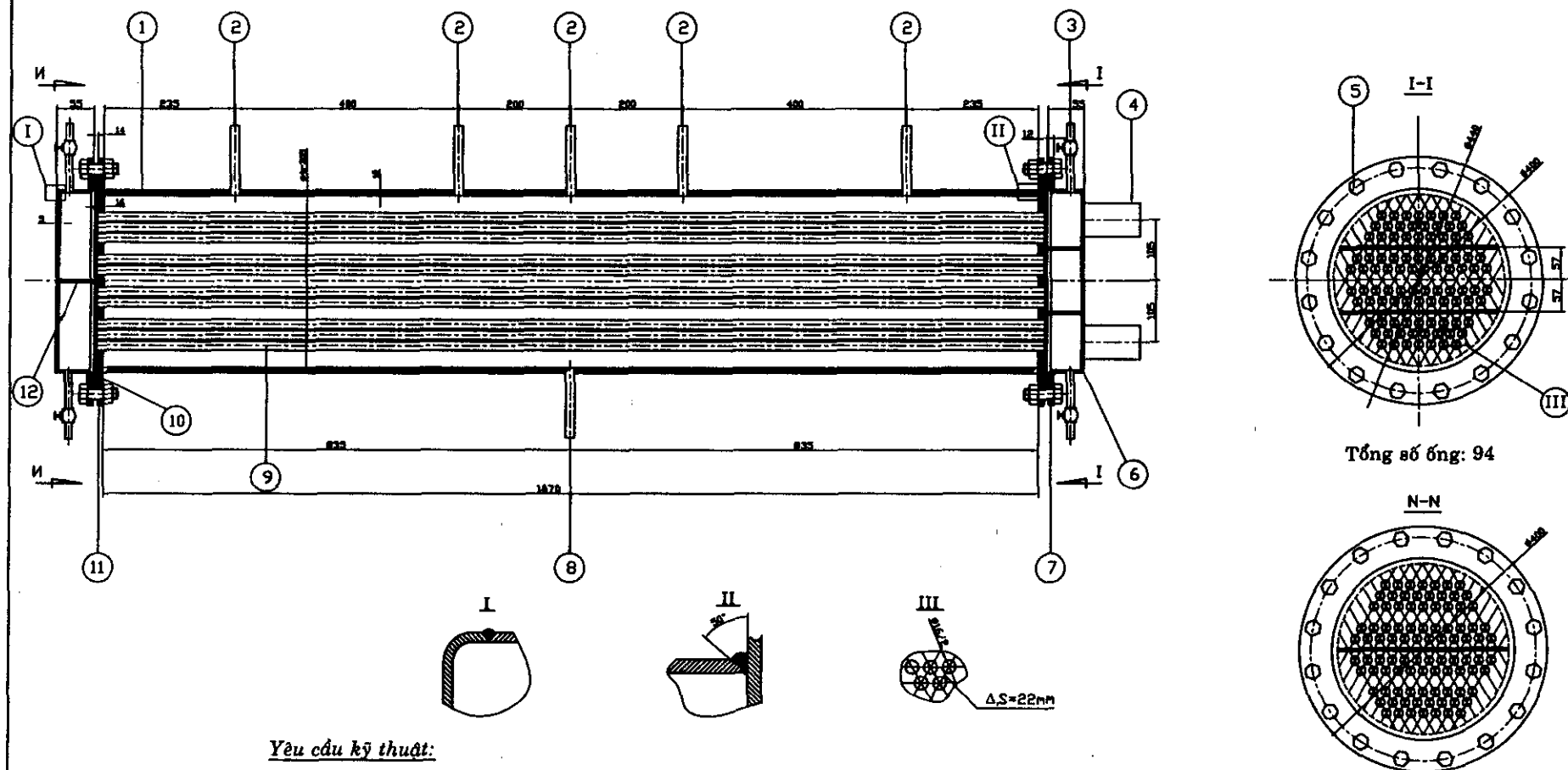
$$q = K \Delta t_l, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}$$

Diện tích truyền nhiệt của bình ngưng có thể xác định theo công thức:

$$F = \frac{Q_k}{q}, \text{ m}^2$$

Từ diện tích F ta có thể xác định cấu tạo của bình ngưng (xem hình 2.5).

Bình ngưng được thiết kế và chế tạo với phụ tải nhiệt là $Q_k = 34.476 \text{ kcal/h}$ và diện tích truyền nhiệt $F = 7,89 \text{ m}^2$.



Yêu cầu kỹ thuật:

1. Áp suất thiết kế : 17bar
2. Các ống và bình phải thật sạch trước và sau khi hàn
3. Thử áp lực bằng nước với $p=25\text{bar}$, sau khi thử phải sấy khô, bịt nút lại

12	Vách ngăn	3	CT3, dày 5mm
11	Mặt sàng	2	CT3, dày 16mm
10	Joint	2	Cao su
9	Ống trao đổi nhiệt	94	C20, $d=16/2$
8	Ống cắt	1	C20, $d=27, l=120\text{mm}$
7	Bích	2	CT3, dày 12mm
6	Hộp nước	2	CT3, dày 5mm
5	Bulông M16	32	CT3
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú

4	Manchon M60	2	Nước vào và ra
3	Van 12,7	4	Xả khí và xả nước đọng
2	Ống cắt	5	C20, d=16mm,l=120mm
1	Thân	1	CT3, dày 8-10mm
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú
Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		MÁY LẠNH HẤP THỤ
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		BÌNH NGỪNG
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM			
			BN-02

Hình 2-5

2.6. Bình hấp thụ:

Bình hấp thụ là thiết bị sử dụng để hấp thụ hơi NH_3 bay ra từ tháp đá bằng dung dịch đối ra khỏi bình hồi nhiệt. Đây là quá trình trao đổi nhiệt và chất có kèm theo tỏa nhiệt, cho nên phải giải nhiệt bằng nước.

Phụ tải nhiệt của bình hấp thụ được xác định theo công thức:

$$Q_A = G_{\text{NH}_3} q_A, \text{ kcal/h}$$

q_A – phụ tải nhiệt riêng của bình hấp thụ, kcal/kg.

$$q_A = f(i_{10'} - i_6) - i_{10'} + i_5, \text{ kcal/kg}$$

f – bội số tuần hoàn;

i_5 , i_6 và $i_{10'}$ – entanpy của môi chất làm việc tại các điểm 5, 6 và 10' trong chu trình, kcal/kg.

Cấu tạo của bình hấp thụ trong đề tài này đã được chọn theo phương án như sau:

Nó gồm có 03 phần hoàn toàn giống nhau (xem hình 2.6 và 2.7) đặt chồng lên nhau theo chiều thẳng đứng. Mỗi phần là một thân hình trụ nằm ngang, hai đầu có 02 mặt sàng để hàn các ống truyền nhiệt. Dung dịch đối được dẫn vào bên ngoài ống của bình trên cùng, lần lượt chảy tràn xuống bình thứ 2 và 3 và cuối cùng chảy xuống bình chứa ở dưới cùng. Hơi NH_3 được sục vào ở dưới đáy của 3 bình nối trên theo 3 nhánh song song. Nước giải nhiệt được dẫn vào bình dưới cùng và lần lượt chảy lên hai bình trên theo chiều ngược lại với chiều chuyển động của dung dịch. Bình chứa nằm dưới cùng là bình chứa dung dịch no.

Phương án này có hiệu quả truyền nhiệt và truyền chất tốt hơn so với loại bình hấp thụ nằm ngang sục hơi chỉ có 01 bình duy nhất.

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình hấp thụ được xác định theo công thức:

$$\Delta t_l = \frac{(t_{10'} - t_{w2}) - (t_6 - t_{w1})}{\ln \frac{t_{10'} - t_{w2}}{t_6 - t_{w1}}}, ^\circ\text{C}$$

t_{w1} và t_{w2} – nhiệt độ của nước giải nhiệt vào và ra khỏi bình hấp thụ, $^\circ\text{C}$;

t_6 – nhiệt độ của dung dịch no ra khỏi bình hấp thụ, $^\circ\text{C}$;

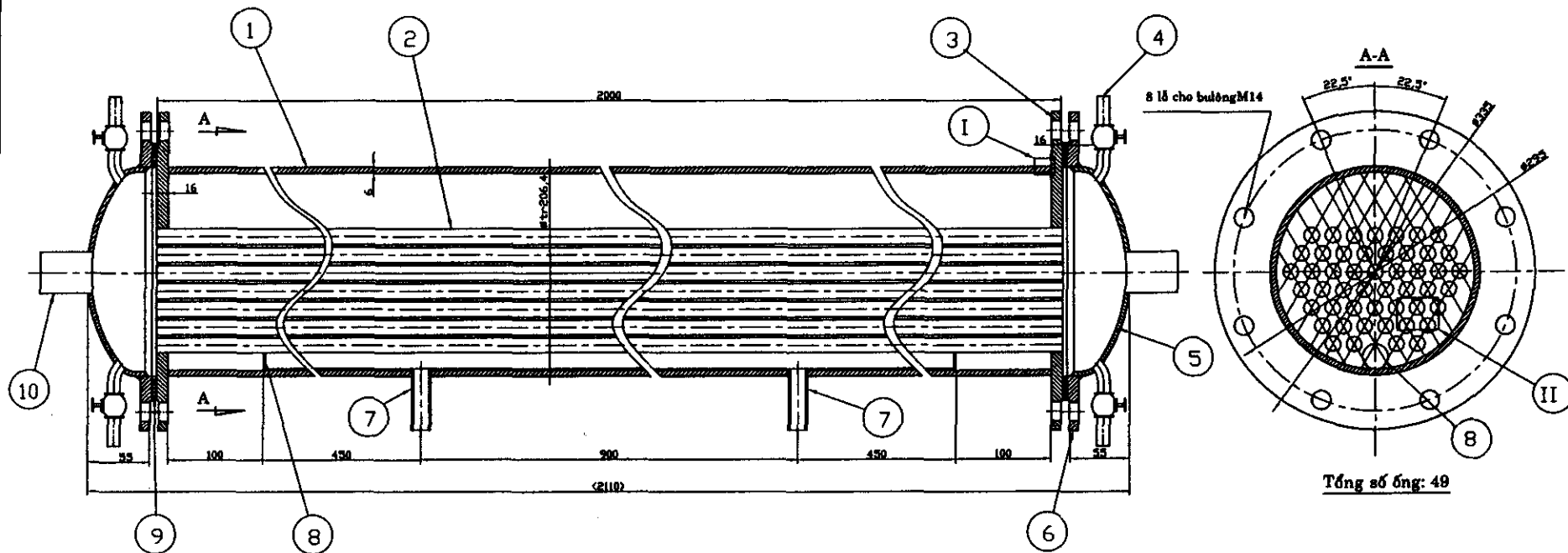
$t_{10'}$ – nhiệt độ của dung dịch đối vào bình hấp thụ, $^\circ\text{C}$.

Hệ số truyền nhiệt K cũng được xác định theo các tài liệu tham khảo 4 và 5. Diện tích truyền nhiệt F cũng xác định theo công thức quen thuộc:

$$F = \frac{Q_A}{K \Delta t_l}, \text{ m}^2$$

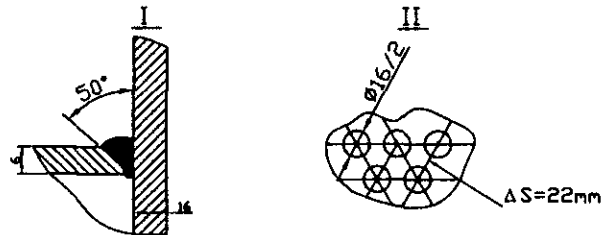
Từ diện tích F ta xác định cấu tạo chi tiết của bình hấp thụ (xem hình 2.6 và 2.7).

Bình hấp thụ đã được thiết kế và chế tạo với phụ tải nhiệt là $Q_A = 57.467 \text{ kcal/h}$ và diện tích truyền nhiệt $F = 14,9 \text{ m}^2$.



Yêu cầu kỹ thuật:

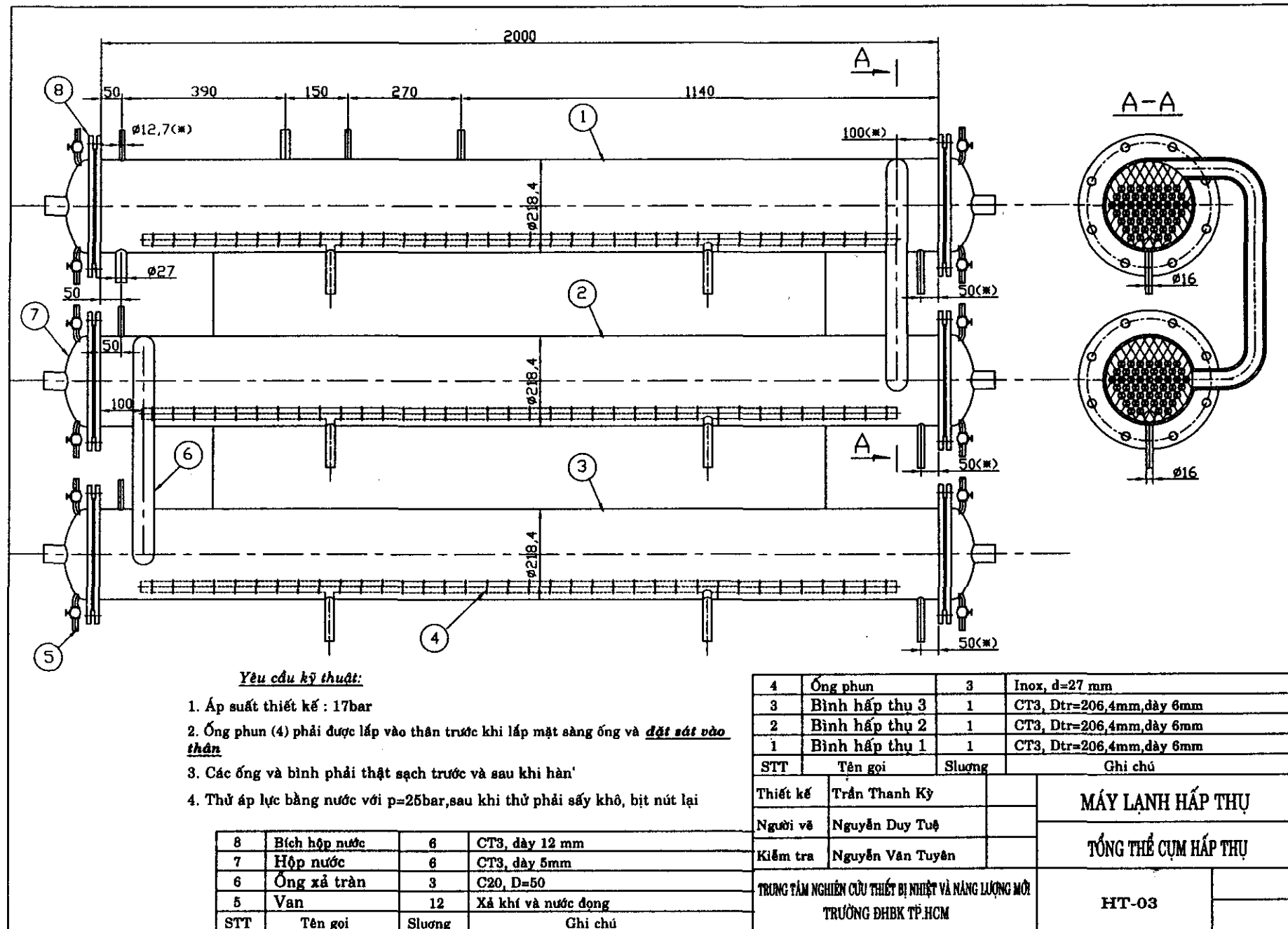
1. Áp suất thiết kế : 17bar
2. Ống phun (8) phải được lắp vào thân trước khi lắp mặt sàng ống và đặt sát vào thân
3. Các ống và bình phải thật sạch trước và sau khi hàn'
4. Thử áp lực bằng nước với $p=25\text{bar}$, sau khi thử phải sấy khô, bịt nút lại
5. Số lượng: 3 cái



10	Nước vào và ra	2	Manchon M60
9	Joint	2	Cao su
8	Ống phun	1	Inox, $d=27\text{mm}$ (Có bản vẽ riêng)
7	Ống cắt	2	Inox, $d=21\text{mm}$, được hàn vào ống phun
6	Bích hộp nước	2	CT3, dày 12mm
5	Hộp nước	2	CT3, dày 5mm
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú

4	Van	4	$d=12.7\text{mm}$, xả khí và nước đọng
3	Mặt sàng	2	CT3, dày 16mm
2	Ống trao đổi nhiệt	49	C20, $d=16/2\text{mm}$
1	Thân	1	CT3, Dtr=206,4mm, dày 6mm
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú
Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		MÁY LẠNH HẤP THỤ
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		BÌNH HẤP THỤ
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI	TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM		
			HT-01

Hình 2-6



Hình 2-7

2.7. Bình hồi nhiệt:

Bình hồi nhiệt là thiết bị trao đổi nhiệt giữa dung dịch đối và dung dịch no. Bản thân dung dịch no được gia nhiệt gần đến nhiệt độ sôi trước khi vào bình bốc hơi, do đó giảm đáng kể tiêu hao nhiệt trong bình bốc hơi. Còn dung dịch đối thì bị giảm nhiệt độ do phải nhường nhiệt lại cho dung dịch no trước khi vào bình hấp thụ, cho nên sẽ giảm đáng kể nước giải nhiệt cho bình hấp thụ. Tóm lại bình hồi nhiệt không thể thiếu được trong một chu trình máy lạnh hấp thụ hoàn hảo nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nhiệt của chu trình.

Phụ tải nhiệt của bình hồi nhiệt được xác định theo công thức:

$$Q_{HN} = G_{NH_3} q_{HN}, \text{ kcal/h}$$

q_{HN} – phụ tải nhiệt riêng của bình hồi nhiệt, kcal/kg.

$$q_{HN} = (f - 1) (i_9 - i_{10}) \eta_{HN} = f(i_8 - i_7)$$

f – bội số tuần hoàn;

i_9 và i_{10} – entanpy của dung dịch đối vào và ra khỏi bình hồi nhiệt, kcal/kg;

i_7 và i_8 – entanpy của dung dịch no vào và ra khỏi bình hồi nhiệt, kcal/kg;

η_{HN} – hiệu suất của bình hồi nhiệt (tính đến tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh của bình).

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình hồi nhiệt được xác định theo công thức:

$$\Delta t_l = \frac{(t_9 - t_8) - (t_{10} - t_7)}{\ln \frac{t_9 - t_8}{t_{10} - t_7}}, ^\circ\text{C}$$

t_9 và t_{10} – nhiệt độ của dung dịch đối vào và ra khỏi bình hồi nhiệt, $^\circ\text{C}$;

t_7 và t_8 – nhiệt độ của dung dịch no vào và ra khỏi bình hồi nhiệt, $^\circ\text{C}$.

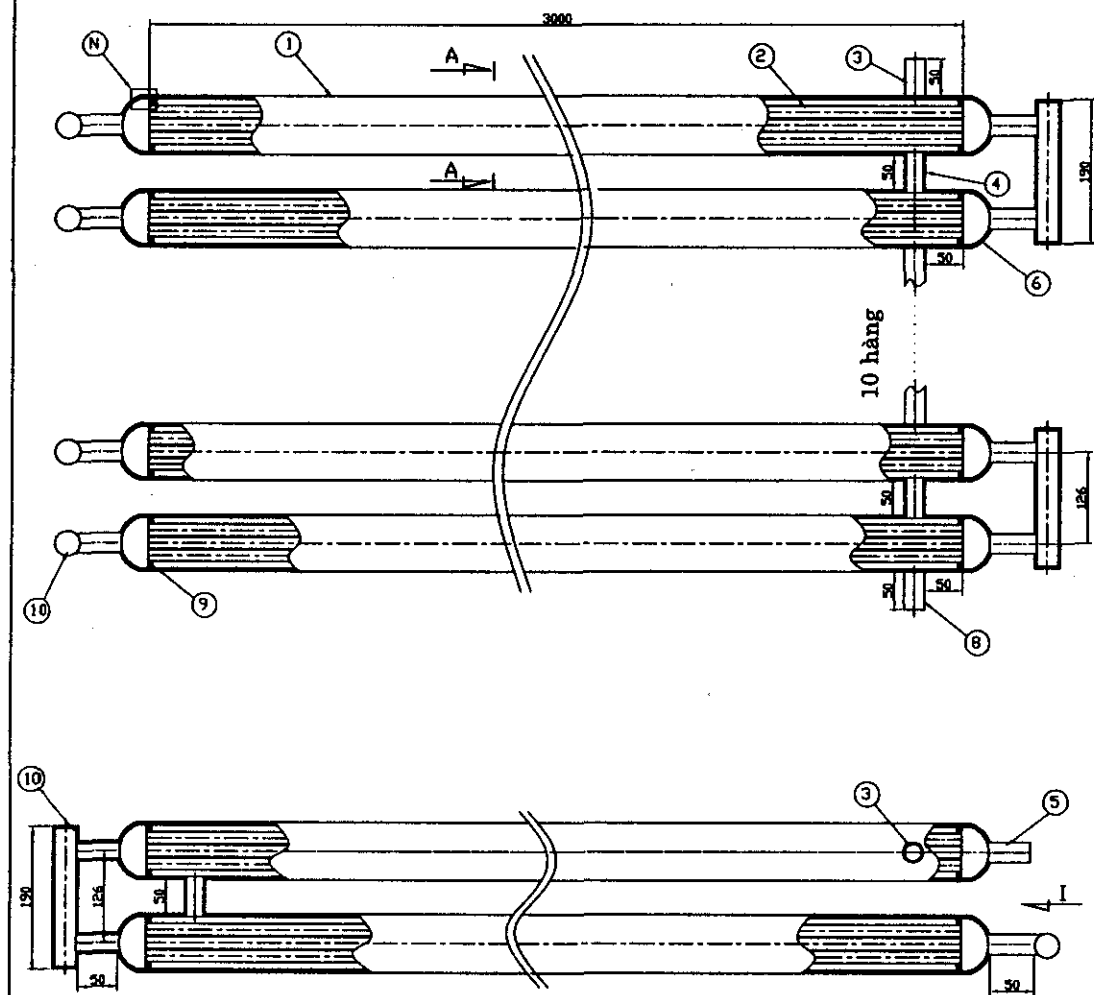
Hệ số truyền nhiệt K của bình hồi nhiệt phụ thuộc vào quá trình trao đổi nhiệt giữa 2 dòng dung dịch NH_3 chuyển động cường bức trong ống và ngoài ống, có thể xác định theo các tài liệu tham khảo 4 và 5.

Diện tích truyền nhiệt của bình hồi nhiệt được xác định:

$$F = \frac{Q_{HN}}{K \Delta t_l}, \text{ m}^2$$

Từ diện tích F ta có thể xác định cấu tạo của bình hồi nhiệt (xem hình 2.8). Nó gồm có 20 ống lớn nằm ngang đặt thành hai hàng đứng thẳng, mỗi hàng 10 ống theo chiều cao. Trong mỗi ống lớn có lồng 7 ống nhỏ. Dung dịch no đi trong các ống lớn bên ngoài các ống nhỏ theo chiều từ dưới lên. Còn dung dịch đối thì đi trong các ống nhỏ từ trên xuống, ngược chiều với dung dịch no.

Bình hồi nhiệt được thiết kế và chế tạo với phụ tải nhiệt $Q_{HN} = 88.253 \text{ kcal/h}$ và diện tích truyền nhiệt $F = 18,3 \text{ m}^2$.



Yêu cầu kỹ thuật:

1. Áp suất thiết kế :17bar
2. Các ống và bình phải thật sạch trước và sau khi hàn'
3. Thử áp lực bằng nước với p=25bar,sau khi thử phải sấy khô, bịt nút lại

10	Ống góp	19	C20, d=34mm
9	Mắt sàng	40	C20, dày 6mm
8	Ống cắt	1	C20, d=27mm, DD no đi vào
7	Ống cắt	1	C20, d=27mm, DD đối đi ra
6	Đáy elíp	40	C20, dày 4mm
5	Ống cắt	1	C20, d=27mm, DD đối vào
4	Ống nối	19	C20, d=27mm
3	Ống cắt	1	C20, d=27mm, DD no đi ra
2	Ống trao đổi nhiệt	140	C20, d=16/2mm
1	Ống ngoài	20	C20, d=76,dày 3 mm
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú
Thiết kế		Trần Thanh Kỳ	MÁY LẠNH HẤP THỤ
Người vẽ		Nguyễn Duy Tuệ	
Kiểm tra		Nguyễn Văn Tuyên	BỘ HỒI NHIỆT
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MÔI TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM			HN-01

Hình 2-8

2.8. Bình quá lạnh:

Bình quá lạnh là thiết bị trao đổi nhiệt giữa hơi NH_3 bay ra khỏi tháp đá và lỏng NH_3 từ bình ngưng đến van tiết lưu 1. Mục đích của bình này là làm lạnh lỏng NH_3 bằng hơi NH_3 , để tăng năng suất lạnh của chu trình.

Phụ tải nhiệt của bình quá lạnh được xác định theo công thức:

$$Q_{ql} = G_{\text{NH}_3} q_{ql}, \text{ kcal/h}$$

q_{ql} – phụ tải nhiệt riêng của bình quá lạnh, kcal/kg.

$$q_{ql} = i_2 - i_3, \text{ kcal/kg}$$

i_2 và i_3 – entanpy của lỏng NH_3 vào và ra khỏi bình quá lạnh, kcal/kg.

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình quá lạnh được xác định theo công thức:

$$\Delta t_1 = \frac{(t_2 - t_5) - (t_3 - t_4)}{\ln \frac{t_2 - t_5}{t_3 - t_4}}, ^\circ\text{C}$$

t_2 và t_3 – nhiệt độ của lỏng NH_3 vào và ra khỏi bình quá lạnh, $^\circ\text{C}$;

t_4 và t_5 – nhiệt độ của hơi NH_3 vào và ra khỏi bình quá lạnh, $^\circ\text{C}$.

Lưu ý rằng:

$$t_2 = t_k \text{ và } t_4 = t_0$$

t_k và t_0 – nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ sôi của NH_3 trong chu trình, $^\circ\text{C}$.

Hệ số K cũng được xác định theo các tài liệu tham khảo 4 và 5. Diện tích truyền nhiệt của bình quá lạnh cũng được xác định theo công thức tương tự:

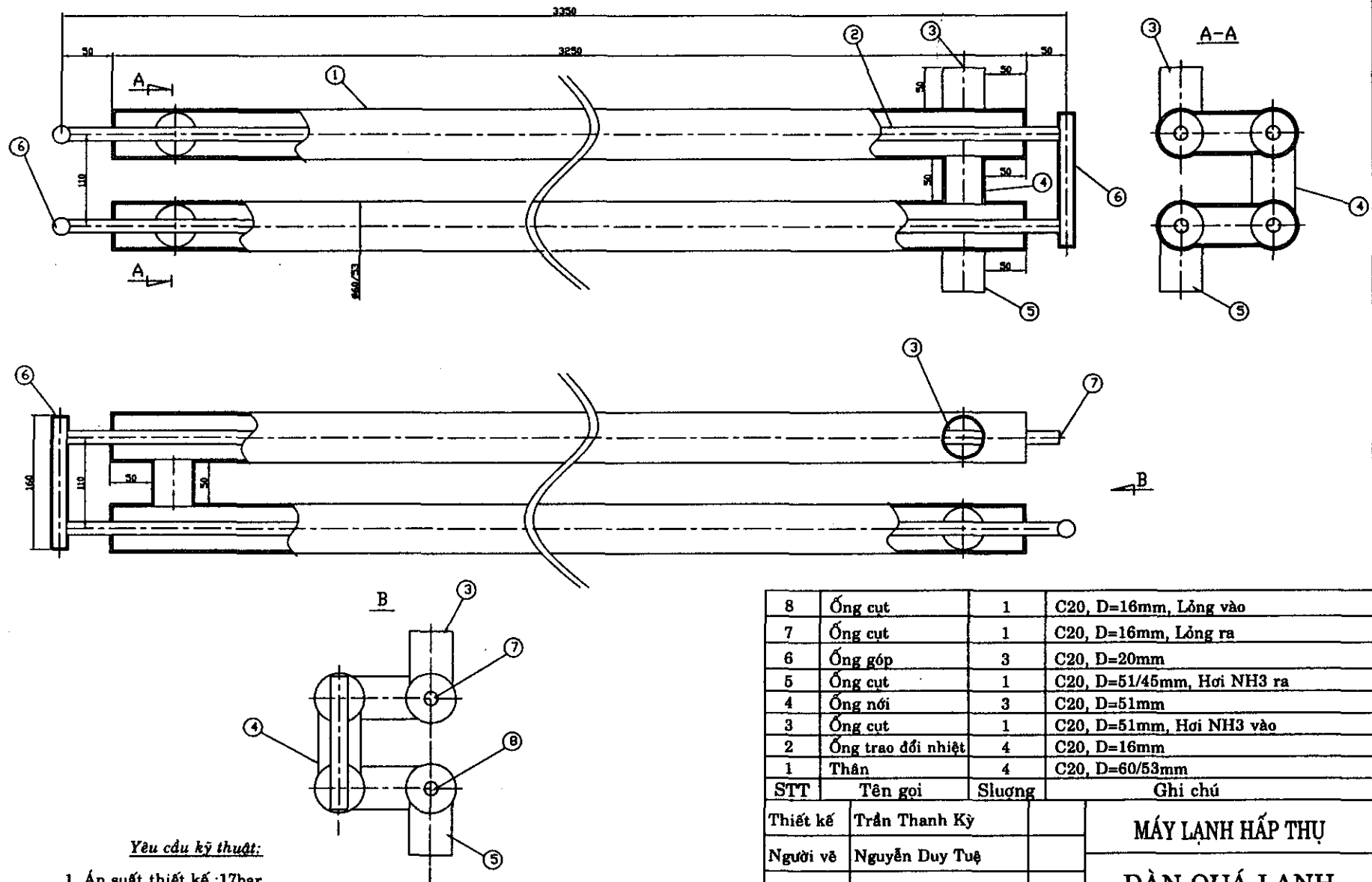
$$F = \frac{Q_{ql}}{K \Delta t_1}, \text{ m}^2$$

Từ diện tích F ta có thể xác định cấu tạo của bình quá lạnh (xem hình 2.9). Nó gồm có 4 ống lồng ống nằm ngang, đặt thành hai hàng theo chiều đứng thẳng, mỗi hàng 02 ống. Lỏng NH_3 đi trong ống nhỏ từ dưới lên, còn hơi NH_3 thì đi bên ngoài ống nhỏ từ trên xuống, ngược chiều với lỏng NH_3 .

2.9. Bình tách khí:

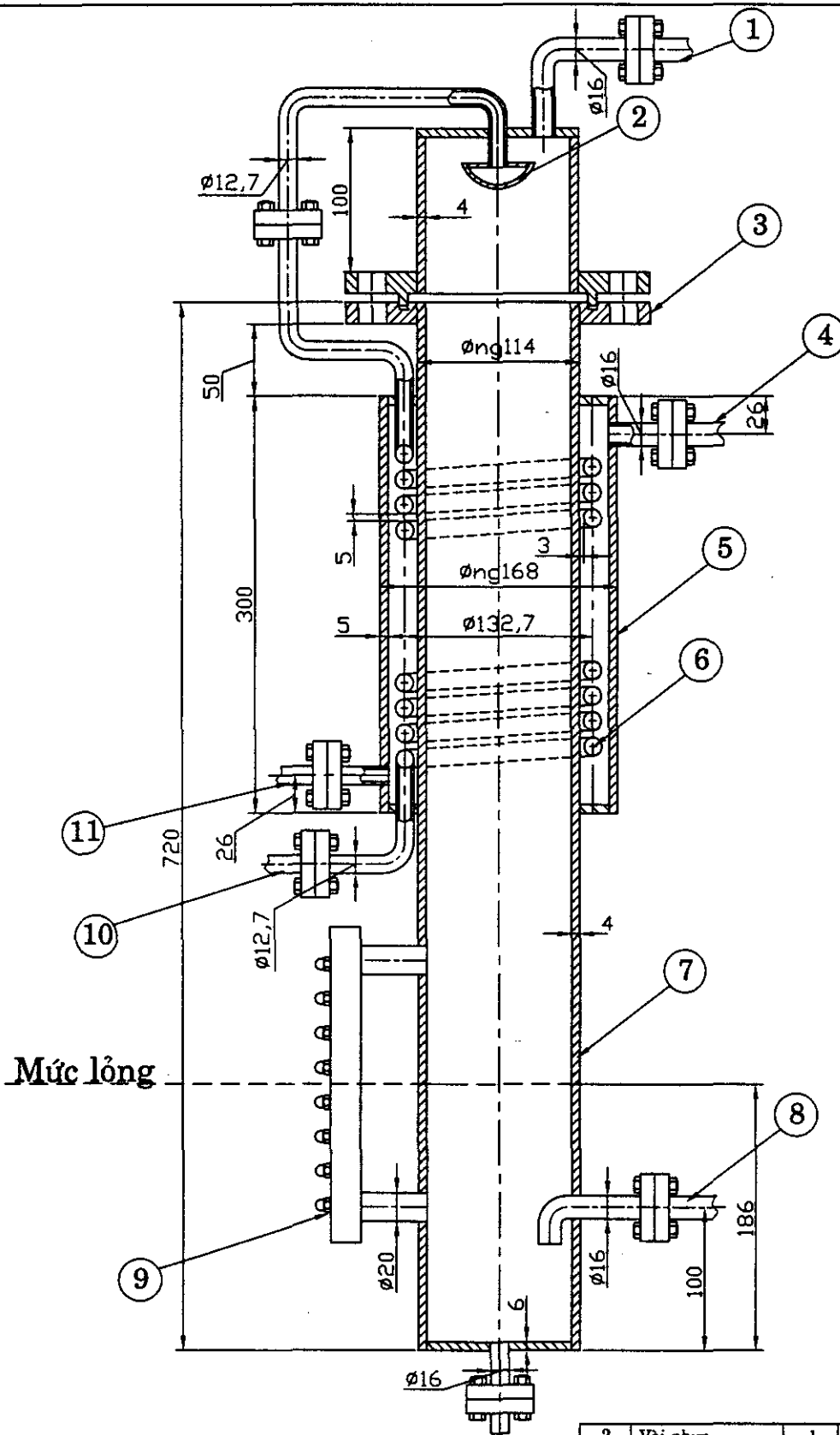
Bình tách khí sử dụng để tách khí không ngưng (chủ yếu là không khí) ra khỏi tất cả các thiết bị để đảm bảo hiệu quả truyền nhiệt và truyền chất tốt cho chúng. Tại các điểm cao nhất của thiết bị đều có ống xả khí. Khí này không thể xả ra ngoài trời vì có chứa nhiều NH_3 , mà phải xả vào bình tách khí. Bình tách khí có nhiệm vụ thu hồi lại hơi NH_3 và chỉ xả khí sạch ra ngoài.

Bình tách khí (xem hình 2.10) có cấu tạo là một ống trụ thẳng đứng. Dung dịch đối chảy trong ống xoắn, được làm lạnh đến -5°C bằng sự bốc hơi của lỏng NH_3 bên ngoài ống xoắn và rãi từ trên xuống. Dòng khí được dẫn vào ống trụ từ dưới, sục vào lớp dung dịch đối và bốc lên trên, tiếp xúc với các giọt dung dịch đối từ trên rơi xuống. Nhờ vậy mà hơi NH_3 bay theo dòng khí sẽ bị dung dịch đối hấp thụ hết. Khí sạch được xả vào thùng



8	Ống cắt	1	C20, D=16mm, Lồng vào
7	Ống cắt	1	C20, D=16mm, Lồng ra
6	Ống góp	3	C20, D=20mm
5	Ống cắt	1	C20, D=51/45mm, Hơi NH3 ra
4	Ống nối	3	C20, D=51mm
3	Ống cắt	1	C20, D=51mm, Hơi NH3 vào
2	Ống trao đổi nhiệt	4	C20, D=16mm
1	Thân	4	C20, D=60/53mm
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú
Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		MÁY LẠNH HẤP THỤ DÀN QUÁ LẠNH
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM			QL-01

Hình 2-9



YÊU CẦU KỸ THUẬT:

1. Vòng xoắn gồm:
 - Số vòng xoắn: 12
 - Khoảng cách giữa 2 vòng: 5mm
 - Hướng xoắn trái
2. Mức lỏng trùng tâm ống thủy
3. Tất cả các mặt bích đều là âm dương
4. Các kích thước ống ghi trong bảng đều là dng

11	Ống d=12.7	1	C20, lỏng amoniac sau tiết lưu	2	Vòi phun	1	CT3, khoan 40 lỗ d=1mm đều tiết diện vòi phun
10	Ống d=12.7	1	C20, dung dịch đổi vào	1	Ống d=16	1	C20, xả khí
9	Ống thủy	1	Dài 200mm	STT	Tên gọi	Sluong	Ghi chú
8	Ống d=16	1	C20, khí xả vào	Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		MÁY LẠNH HẤP THU
7	Ống trong	1	C20, d=114	Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		BÌNH TÁCH KHÍ
6	Ống xoắn	1	Inox, d=12.7	Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyền		
5	Ống ngoài d=168	1	C20, dây 6mm				
4	Ống d=16	1	C20, nối với bình hấp thu				
3	Bích ống d=114	1	CT3, dây 16mm, âm dương (Có bản vẽ chi tiết)				
STT	Tên gọi	Sluong	Ghi chú				

Hình 2-10

nước trước khi xả ra ngoài trời. Dung dịch đối sau khi hấp thụ hơi NH_3 trong bình tách khí sẽ trở thành dung dịch no và được xả về bình hấp thụ. Lỏng NH_3 khi làm lạnh dung dịch đối sẽ bốc thành hơi và cũng được xả về bình quá lạnh để vào bình hấp thụ.

2.10. Tháp giải nhiệt:

Trong chu trình máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) có 3 nơi cần giải nhiệt đó là bình hấp thụ, bình ngưng và bình hồi lưu. Nước sau khi đã được làm lạnh trong tháp giải nhiệt sẽ lần lượt đi qua bình hấp thụ đến bình ngưng và cuối cùng là bình hồi lưu sẽ nóng lên. Nước nóng này sẽ được đưa về tháp giải nhiệt để làm lạnh trở lại.

Tháp giải nhiệt (xem hình 2.11) có cấu tạo là một thân hình trụ đứng, bên trong thân có lớp đệm tổ ong. Nước nóng được rải từ trên xuống, tiếp xúc với không khí đi từ dưới lên nhờ có quạt hút đặt ở trên đỉnh tháp. Trong lớp đệm tổ ong sẽ diễn ra quá trình trao đổi nhiệt và chất giữa nước nóng với không khí. Nước sẽ bị làm lạnh phần lớn là do bị bốc hơi khi tiếp xúc với dòng không khí. Phía dưới tháp giải nhiệt là bể chứa nước đã được làm lạnh. Nước này sẽ được bơm vào hệ thống để giải nhiệt.

Lượng nước cần thiết để giải nhiệt cho cả hệ thống được xác định theo công thức:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{Q_A + Q_K + Q_{\text{HL}}}{\Delta t_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 10^3}, \text{ m}^3/\text{h}$$

Q_A , Q_K và Q_{HL} – phụ tải nhiệt của bình hấp thụ, bình ngưng và bình hồi lưu, kcal/h;

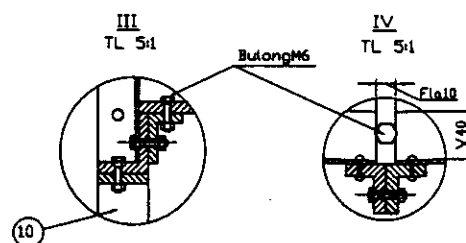
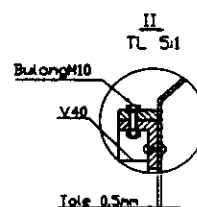
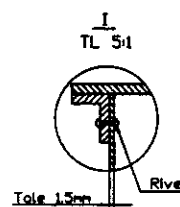
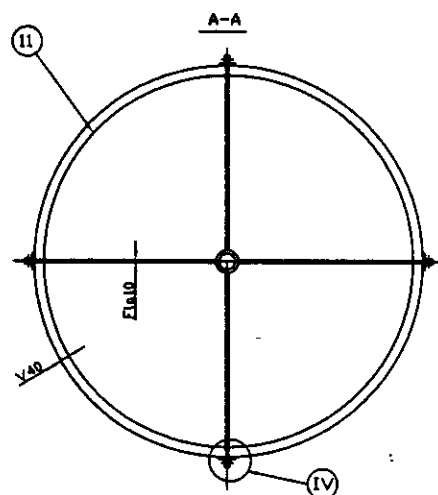
$\Delta t_{\text{H}_2\text{O}}$ – độ chênh nhiệt độ của nước trong tháp giải nhiệt, $^{\circ}\text{C}$.

Thường thường người ta không chế sao cho $\Delta t_{\text{H}_2\text{O}} = 5^{\circ}\text{C}$, cho nên lượng nước giải nhiệt trong trường hợp này $V_{\text{H}_2\text{O}} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$. Lượng không khí cần thổi vào tháp giải nhiệt thường được chọn tương xứng với lượng nước theo khối lượng, tức là vào khoảng $20.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

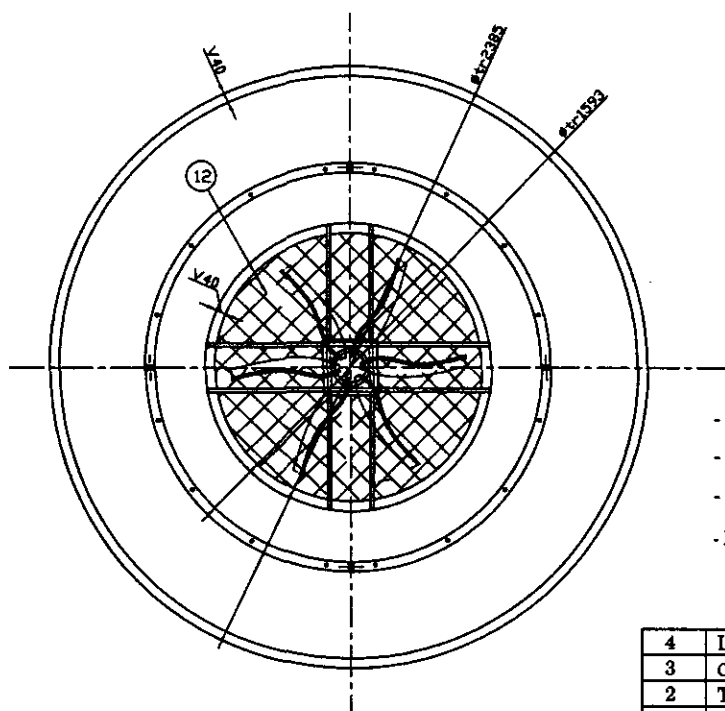
Phương pháp tính toán thiết kế tháp giải nhiệt một cách chi tiết có thể tham khảo trong tài liệu 1.

2.11. Bơm dung dịch NH_3 :

Bơm dung dịch NH_3 sử dụng để đẩy dung dịch no từ bình hấp thụ vào bình bốc hơi. Các bơm này nói chung ở nước ta chưa thể chế tạo được vì bộ phận chèn kín NH_3 rất khó làm. Tuy nhiên với các bơm có công suất nhỏ ta có thể chọn phương án độc đáo cho phép có thể tự chế tạo được ở trong nước. Đó là loại bơm pittông màng (xem hình 2.12). Bơm có cấu tạo là một xy lanh hình trụ nằm ngang, được chia ra làm hai phần ngăn cách bởi tấm màng cao su. Một phần của xy lanh chứa dung dịch NH_3 , còn phần kia thì chứa nước. Pittông của bơm nằm bên khoang nước. Khi pittông chuyển động về phía bên trái, nước sẽ bị nén và ép lên màng cao su, màng này sẽ đẩy dung dịch NH_3 đi ra khỏi bơm. Ngược lại khi pittông chuyển động về phía bên phải, áp suất nước trong khoang sẽ giảm, màng cao su sẽ bị hút về bên phải và màng này sẽ hút dung dịch NH_3 vào bơm. Cấu tạo độc đáo này của bơm cho phép ta loại trừ các loại chèn kín NH_3 khó chế tạo, mà vẫn đảm bảo kín hoàn toàn.



- Kích thước (*) sẽ được xác định cụ thể sau khi đã chế xong quạt
- Trừ chỏm tháp, thân tháp sẽ được chế tạo do 4 phần ghép lại
- Giữa hai mặt bích sẽ có joint cao su, bịt các khe hở bằng silicon
- Những chi tiết chế tạo bằng tôn đen có tiếp xúc với nước phải được quét sơn chịu nước



TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI

Hình 2-11

Năng suất của bơm có thể xác định theo công thức:

$$V = \frac{G_{\text{NH}_3} f}{\rho_d}, \text{ l/h}$$

G_{NH_3} – lượng hơi NH_3 đi vào bình ngưng, kg/h;

f – bội số tuần hoàn;

ρ_d – khối lượng riêng của dung dịch NH_3 , kg/l.

$$\rho_d = 1 - 0,35 \xi_r, \text{ kg/l}$$

ξ_r – nồng độ của NH_3 trong dung dịch no.

Trong trường hợp này bơm dung dịch NH_3 được thiết kế và chế tạo với $V = 1400 \text{ l/h}$.

Áp suất của bơm được chọn $P = 15 \text{ at}$ tương ứng với áp suất cực đại trong bình bốc hơi.

Đường kính của pittông có thể xác định từ phương trình sau đây:

$$\frac{\pi D^2 S n 60}{4 \cdot 10^6} \eta_v = V$$

D – đường kính của pittông, mm;

S – hành trình của pittông, mm;

n – số vòng quay của pittông, v/ph (thường chọn $n = 90 \text{ v/ph}$);

η_v – hiệu suất thể tích của bơm;

V – năng suất của bơm, l/h.

Công suất của động cơ điện kéo bơm có thể xác định theo công thức:

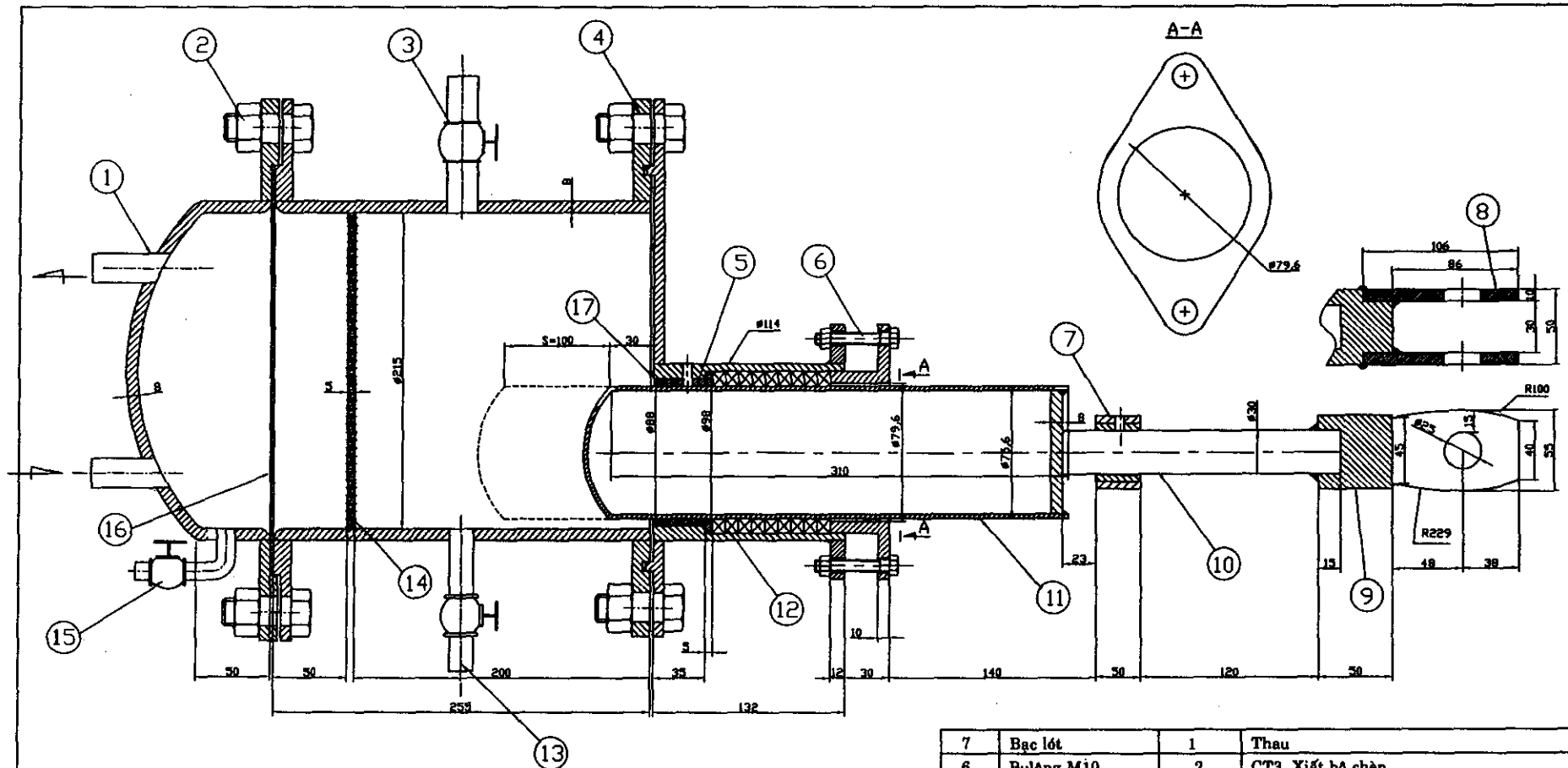
$$N = 1,2 \frac{VP}{36.700 \eta_B}, \text{ kw}$$

V – năng suất của bơm, l/h;

P – áp suất của bơm, at;

η_B – hiệu suất của bơm.

Nếu cần có các loại bơm dung dịch NH_3 lớn hơn, khuyến cáo nên nhập từ nước ngoài.



17	Phốt	1	Cửa ben thủy lực
16	Màng cao su	1	Cao su thật tốt
15	Van d=12,7	1	Xả Amonia
14	Tấm lỗ	1	CT3, đục lỗ d=5, theo tam giác S=10
13	Van d=16	1	Xả nước đọng
12	Chèn trục	1	Dây vải tẩm nhớt
11	Pittông	1	C20, (Ống d=76 tiện láng còn 75,6)
10	Cần pittông	1	CT3 đặc d=30
8	Tai	2	CT3
9	Chi tiết trung gian	1	50x50x50
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú

7	Bạc lót	1	Thau
6	Bulông M10	2	CT3, Xiết bộ chèn
5	Bạc lót	1	Thau
4	Bích ống d=231	4	CT3, Âm dương có joint cao su amiang
3	Van d=21	1	Mối nước
2	Bu lông M16	12	CT3,
1	Ống cắt d=34	2	C20, NH3 vào và ra
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú
Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		MÁY LẠNH HẤP THỤ
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		BƠM DUNG DỊCH NH3
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MÔI TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM			
			BDD-01

Hình 2-12

2.12. Tháp đá:

Tháp đá là thiết bị sử dụng để sản xuất nước đá viên tinh khiết phục vụ các nhu cầu giải khát của con người. Trước đây và rất nhiều nơi hiện nay vẫn không sản xuất nước đá viên mà chỉ sản xuất nước đá cây sử dụng cho mục đích giải khát nói trên. Cách sản xuất này có rất nhiều nhược điểm như sau:

1. Thời gian đông đá rất lâu, mỗi mẻ đá kéo dài từ 20 đến 22 giờ, do đó phải có các bể đá rất lớn chiếm nhiều diện tích và đầu tư cũng tốn kém.
2. Các bể đá này đều phải làm lạnh qua chất tải lạnh trung gian là nước muối, cho nên hiệu quả làm lạnh kém và các can đá dễ bị ăn mòn mau hư hỏng.
3. Cũng do hiệu quả làm lạnh kém và thời gian đông đá quá lâu, cho nên tiêu hao điện năng cho máy lạnh cũng lớn hơn nhiều.
4. Phải có thêm vốn đầu tư và chi phí vận hành cho máy khuấy.
5. Các cây đá rất bất tiện trong sử dụng để giải khát và không đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm.

Để khắc phục những nhược điểm đã nói ở trên, trong đề tài này đã áp dụng tháp đá để sản xuất nước đá viên. Tháp đá (xem hình 2.13) có cấu tạo là một thân hình trụ đứng thẳng, hai đầu có 02 mặt sàng để hàn các ống inox. Trên đầu mỗi ống có một nút nhựa được tiện rãnh bao quanh. Nước làm đá được bơm vào bồn nước nằm trên tháp đá, theo các rãnh của nút nhựa chảy thành màng xung quanh vách trong của ống. NH_3 lỏng sôi bên ngoài các ống và truyền lạnh trực tiếp cho nước không qua nước muối trung gian, vì vậy hiệu quả làm lạnh rất tốt. Đường kính trong của các ống inox được chọn theo kích thước viên đá cần sản xuất. Ở đây đường kính viên đá được chọn là 30 mm. Vì kích thước của viên đá nhỏ hơn nhiều so với cây đá, cho nên thời gian đông đá của nó cũng rất ngắn (≈ 30 phút/mẻ). Điều này sẽ làm giảm đáng kể diện tích mặt bằng, vốn đầu tư và tiêu hao năng lượng để làm đá.

Các thanh đá hình trụ sẽ dần dần được tạo thành trong các ống inox, được xả xuống dưới bằng ga nóng và nhờ một máy cắt, cắt thành từng viên có chiều dài theo yêu cầu. Các viên đá này có ưu điểm là rất trong và rất sạch vì dòng nước liên tục chảy trong ống từ trên xuống đã rửa sạch tất cả các tạp chất. Tất nhiên lượng nước xối tưới này phải đủ lớn.

Năng suất lạnh của tháp đá có thể xác định theo công thức:

$$Q_0 = G_d, \text{ kcal/h}$$

G_d – lượng nước đá được sản xuất ra trong 1 giờ, kg/h;

q – tổn thất lạnh để sản xuất 1 Kg đá, kcal/Kg.

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

q_1 – tổn thất lạnh để làm đông đá, kcal/kg.

$$q_1 = 0,5t_d + 80 + t_{\text{H}_2\text{O}}$$

t_d – nhiệt độ cuối của đá với dấu ngược lại (chọn $t_d = -5^\circ\text{C}$);

Hình 2-13

t_{H_2O} – nhiệt độ của nước khi đưa vào làm đá, °C;

q_2 – tổn thất lạnh khi rã đá, kcal/kg;

q_3 – tổn thất lạnh cho khuôn đá, kcal/kg;

Ở đây khuôn đá chính là các ống inox và thân tháp đá.

q_4 – tổn thất lạnh ra môi trường xung quanh, kcal/kg.

Ngoài ra năng suất lạnh Q_0 cũng phải thoả mãn phương trình:

$$Q_0 = G_{NH_3} (i_4 - i_3')$$

i_3' – entanpy của lỏng NH_3 vào tháp đá, kcal/kg;

i_4 – entanpy của hơi NH_3 ra khỏi tháp đá, kcal/kg.

Từ phương trình trên chúng ta có thể xác định được lượng hơi NH_3 đi vào bình ngưng G_{NH_3} .

Số lượng ống inox trong tháp đá được xác định trên cơ sở của lượng đá G cần được sản xuất.

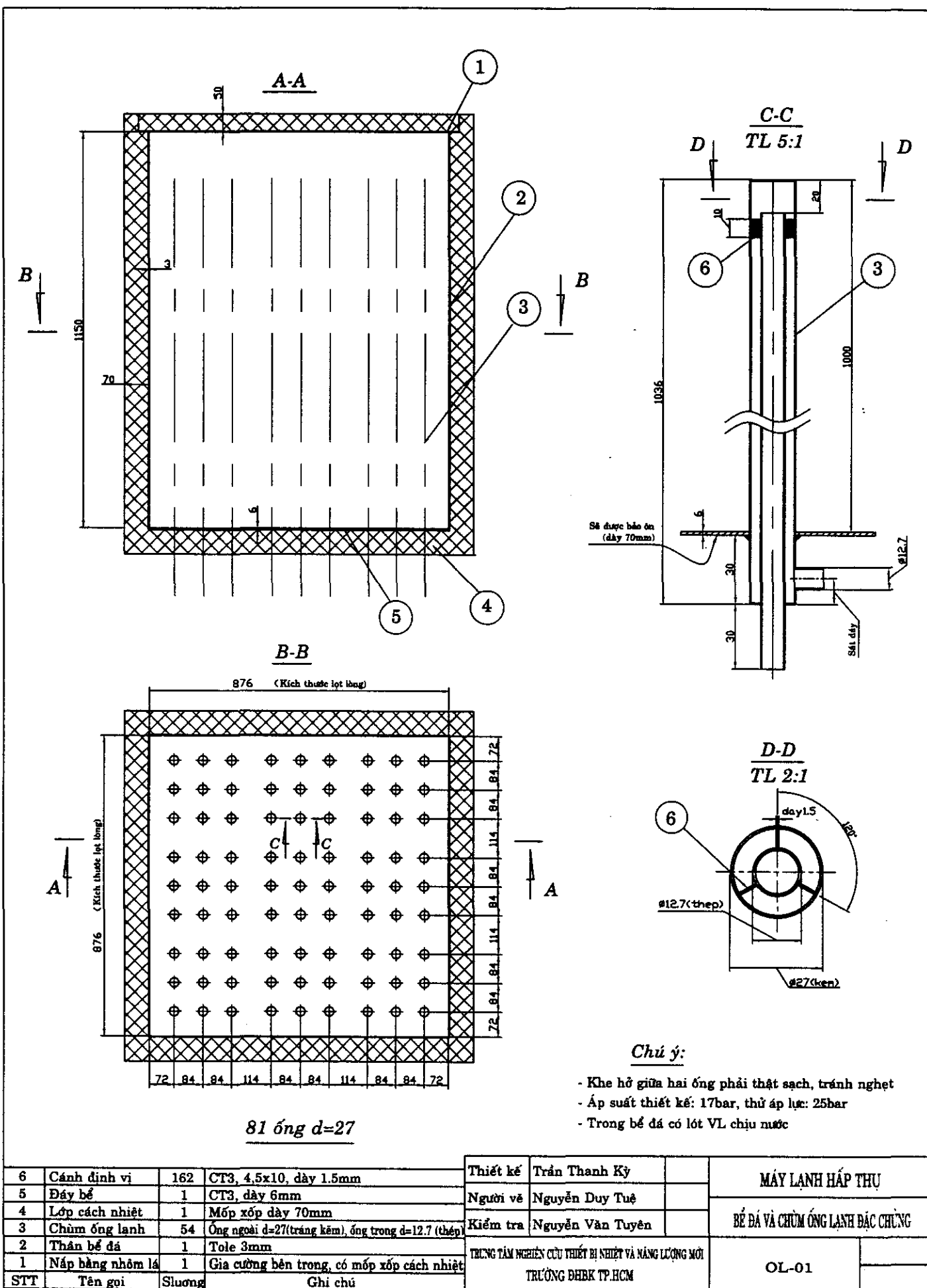
Tháp đá đã được thiết kế và chế tạo với năng suất đá từ 3 đến 4 tấn/ngày và với $G_{NH_3} = 130$ kg/h.

2.13. Bể đá và chùm ống lạnh đặc chủng:

Bể đá sử dụng để sản xuất nước đá cây phục vụ đánh bắt thủy hải sản. Như đã nói ở trên các loại bể đá truyền thống để sản xuất nước đá cây có rất nhiều nhược điểm, vì vậy trong đề tài này sẽ không lập lại phương án đó nữa. Đề tài đang nghiên cứu một loại bể đá rất độc đáo cho phép có thể sản xuất nước đá cây với tốc độ nhanh (3 – 5 h/mẻ thay vì 20 – 22 h/mẻ như trước đây). Nhờ có chùm ống lạnh đặc chủng ngâm trong bể nước (xem hình 2.14) đã làm cho thời gian đông đá rút ngắn lại. Từ đó cho phép không sử dụng nước muối trung gian và các can đá, không cần có máy khuấy, giảm diện tích mặt bằng và vốn đầu tư. Và cuối cùng giảm tiêu hao năng lượng đáng kể để sản xuất nước đá cây. Khi xả đá bằng ga nóng các cây đá sẽ tự động nổi lên trên mặt nước và dễ dàng vớt ra ngoài.

Hiện nay nước đá viên tinh khiết để giải khát đang dần dần thay thế các loại nước đá cây, nhưng với những nhà máy sản xuất nước đá cây để đánh bắt thủy hải sản thì vẫn sử dụng loại công nghệ rất lạc hậu đã nói ở trên. Cho nên loại bể đá đặc chủng này hoàn toàn có thể ứng dụng cho các nhà máy nước đá cây không những đối với máy lạnh hấp thụ, mà cả máy lạnh chạy bằng điện cũng rất tốt. Tuy nhiên những nhà máy sản xuất nước đá cây loại này thường được lắp đặt ở các vùng nông thôn xa xôi hẻo lánh chưa có lưới điện quốc gia, cho nên phải đặt thêm các máy điện chạy bằng động cơ diesel. Các động cơ này đầu tư khá lớn, phải sử dụng nhiều nhiên liệu đắt tiền (dầu DO) tốn kém, lại dễ hư hỏng nên việc bảo trì và sửa chữa gặp nhiều khó khăn nhất là ở các vùng sâu vùng xa. Cho nên trong những trường hợp này sử dụng máy lạnh hấp thụ là phương án tối ưu nhất.

Phương pháp tính toán thiết kế bể đá và chùm ống lạnh đặc chủng cũng tương tự như đối với tháp đá với năng suất đá cũng từ 3 đến 4 tấn/ngày.



Hình 2-14

2.14. Hệ thống đường ống dẫn:

Hệ thống đường ống dẫn của máy lạnh hấp thụ đó chính là sơ đồ nhiệt chi tiết của hệ thống (xem hình 2.15). Các thiết bị trong hệ thống máy lạnh hấp thụ được nối với nhau bằng các đường ống với đủ các van cách ly cùng với các dụng cụ đo áp suất và nhiệt độ. Ngoài các đường ống chính còn có các đường ống phụ như các đường xả khí, các đường xả lỏng NH_3 , xả dung dịch, xả đá v.v... Trong hệ thống có bố trí hai bình chứa: một bình nằm trên mặt đất và một bình nằm âm dưới đất. Các bình này cho phép chứa toàn bộ chất lỏng trong hệ thống khi cần phải sửa chữa hoặc khắc phục sự cố.

Đường kính trong của mỗi ống được xác định theo công thức:

$$d_{tr} = \sqrt{\frac{4V}{\pi\omega}}, \text{ m}$$

V – lưu lượng môi chất chuyển động trong ống, m^3/s ;

ω – vận tốc chuyển động của môi chất, m/s .

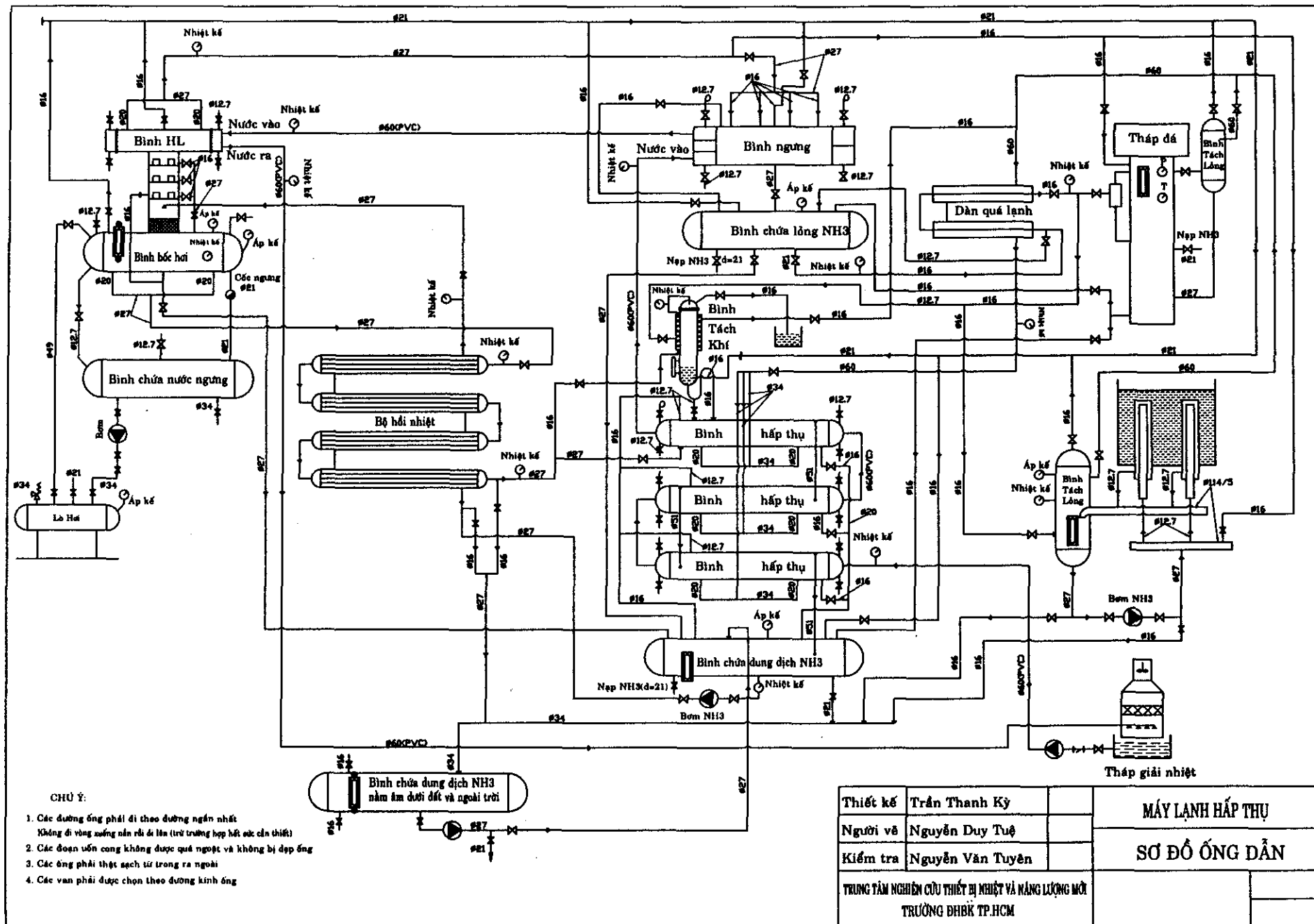
ω của từng loại chất và tại từng nơi trong sơ đồ phải được chọn cho phù hợp theo tài liệu tham khảo 1.

2.15. Vài nét về mô hình vật lý của máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$):

Để giảm thiểu các sai sót và tổn kém, trước khi chế tạo máy lạnh hấp thụ với qui mô lớn hơn, trong đề tài này đã tiến hành nghiên cứu thử nghiệm một mô hình vật lý của máy lạnh hấp thụ nói trên. Mô hình vật lý thật ra không có gì khác với mô hình thật, tức là cũng có đủ tất cả các thiết bị cần thiết, nhưng với qui mô rất nhỏ. Nó cho phép có thể nghiên cứu nhiều phương án khác nhau để tìm ra một phương án tối ưu hoặc có thể sửa đi sửa lại nhiều lần trên một thiết bị mà vẫn không tốn kém nhiều. Điều này không thể nào làm được nếu phải thử nghiệm ngay với một mô hình lớn. Đây cũng là một phương pháp nghiên cứu thường thấy trong các phòng thí nghiệm của các công ty danh tiếng.

Trong quá trình thử nghiệm mô hình vật lý các thiết bị của mô hình đã phải làm đi làm lại nhiều lần, trong đó hầu hết các thiết bị phải làm đến lần thứ 2, cá biệt có thiết bị phải làm đến lần thứ 3 như bình hấp thụ và tháp đá. Có thể nói giai đoạn nghiên cứu này đã kéo dài rất lâu và tốn kém rất nhiều tiền bạc và sức lực, tuy nhiên cũng nhờ vậy mà đã xác định được phương án tối ưu, các thông số kỹ thuật cần thiết và nhiều kinh nghiệm quý báu trong vận hành cho bước nghiên cứu tiếp theo.

Tóm lại việc nghiên cứu mô hình vật lý là hết sức đúng đắn và cần thiết, nếu không thì sẽ không có đủ kinh phí để hoàn thiện một mô hình máy lạnh hấp thụ ở qui mô lớn hơn.



Hình 2-15

Chương 3

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO LÒ HƠI ĐỐT THAN CÁM, TRẤU HOẶC MÙN CƯA ĐỂ CUNG CẤP NHIỆT CHO MÁY LẠNH HẤP THỤ

3.1. Đặt vấn đề:

Như đã nói ở trên để cung cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ có thể lấy từ rất nhiều nguồn. Tuy nhiên đề tài này rất chú trọng đến các nguồn nhiên liệu rẻ tiền có sẵn tại các địa phương là những vùng nông thôn xa xôi hẻo lánh chưa có lưới điện quốc gia. Đó là than cám, trấu hoặc mùn cưa v.v...

Nước ta có rất nhiều than cám. Nó như là một thứ phụ phẩm trong quá trình khai thác than, cho nên rất rẻ tiền. Nó có nhiệt trị khá cao ($Q_{th}^I > 5000 \text{ kcal/kg}$) và có thể đốt rất tốt trong các lò hơi lớn và hiện đại bằng phương pháp phun hoặc đốt tầng sôi. Tuy nhiên đối với các lò hơi có công suất nhỏ thì không thể áp dụng các phương pháp đốt nói trên vì không kinh tế. Than cám có kích thước hạt rất nhỏ cho nên rất khó đốt trong các lò hơi thông thường. Để khắc phục khó khăn này hiện nay người ta thường trộn than cám với đất sét và đóng thành bánh để đốt. Điều này sẽ làm giảm nhiệt trị của than, nhưng giá thành của than lại tăng cao. Chính vì vậy mà đề tài này sẽ tập trung nghiên cứu giải quyết vấn đề bức xúc của sản xuất đặt ra đó là nghiên cứu chế tạo các loại lò hơi có công suất nhỏ có thể đốt trực tiếp than cám. Nếu vấn đề này được giải quyết sẽ mang lại hiệu quả kinh tế to lớn không những chỉ đối với các cơ sở sản xuất có sử dụng máy lạnh hấp thụ mà còn cho tất cả các cơ sở sản xuất khác cần đến sử dụng nhiệt.

Trấu, mùn cưa, rơm rạ, củi cành, củi bắp, bã mía v.v... đều là những phụ phẩm trong nông lâm nghiệp. Chúng có rất nhiều ở nông thôn nước ta và cũng rất rẻ tiền. Nếu sử dụng chúng để cung cấp nhiệt cho các cơ sở sản xuất tiểu thủ công nghiệp thì sẽ rất kinh tế và không gây ô nhiễm môi trường.

3.2. Thiết kế và chế tạo lò hơi:

Năng suất hơi của lò được chọn theo công thức dưới đây:

$$D = \frac{Q_{BH}}{r\eta_{BH}}, \text{ kg/h}$$

Q_{BH} – phụ tải nhiệt của bình bốc hơi, kcal/h;

r – nhiệt ẩn hóa hơi của hơi nước trong bình bốc hơi, kcal/kg;

η_{BH} – Hiệu suất của bình bốc hơi (tính đến tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh).

Trong đề tài này đã chọn loại lò ống nước có $D = 200 \text{ kg/h}$ và áp suất làm việc $P = 4 \text{ at}$. Lò ống nước có ưu điểm là dễ chế tạo, nhỏ gọn và rẻ tiền. Tuy nhiên nó cũng có nhược điểm là chất lượng nước cấp đòi hỏi phải cao hơn. Nhưng nhược điểm này hoàn toàn có thể khắc phục vì hơi nước sau khi gia nhiệt trong bình bốc hơi, ngưng tụ thành nước ngưng sẽ được thu hồi trong một bình chứa để cấp trở lại cho lò hơi. Như vậy chu trình được khép kín, hơi và nước ngưng hầu như không bị thất thoát, lượng nước bổ sung cần được xử lý kỹ

còn lại rất ít, do đó chất lượng nước cấp vẫn đảm bảo tốt, thậm chí không cần có hệ thống xử lý nước bổ sung cho lò hơi.

Lò hơi gồm có các bộ phận chính yếu dưới đây:

3.2.1. Buồng đốt và giàn ống sinh hơi:

Buồng đốt được bao bọc bởi giàn ống sinh hơi (xem hình 3.1). Thể tích của buồng đốt được xác định từ công thức:

$$V = \frac{BQ_{th}^I}{q_v}, m^3$$

B – tiêu hao nhiên liệu cho lò hơi, kg/h;

Q_{th}^I – nhiệt trị thấp của nhiên liệu, kcal/kg;

q_v – ứng suất nhiệt thể tích cho phép của buồng đốt, kcal/h.m³.

Giàn ống sinh hơi có cấu tạo là những ống nước đứng thẳng bao quanh buồng đốt, khoảng giữa các ống được hàn các cánh thép. Cấu tạo này cho phép giảm nhẹ lớp bảo ôn buồng đốt rất nhiều, đồng thời ngăn ngừa được không khí bên ngoài lọt vào lò.

Diện tích truyền nhiệt bằng bức xạ của giàn ống sinh hơi (diện tích các vách bao quanh buồng đốt) được xác định theo công thức:

$$H = 0,60 \cdot 10^8 \frac{B_t Q_b}{\zeta_{a_0} T_0 T_a^3} \sqrt[3]{\left(\frac{T_a}{T_0} - 1\right)^2}, m^2$$

Hoặc nếu đã cho trước giá trị H thì có thể xác định nhiệt độ khối ra khỏi buồng đốt theo công thức:

$$\theta_o = \frac{Ta}{\left(\frac{1,70 \cdot 10^{-8} \zeta Ha_o T_a^3}{\phi B_t V^{0,6}}\right)^{0,6} + 1} - 273, ^\circ C$$

Trong đó:

- Tiêu hao nhiên liệu tính toán cho lò hơi được xác định theo công thức:

$$B_t = B(1 - \frac{q_4}{100}), kg/h$$

q_4 – tổn thất nhiệt do cháy cơ học không hết trong lò hơi, %.

- Nhiệt lượng truyền lại cho giàn ống sinh hơi trong buồng đốt khi đốt 1 kg nhiên liệu được xác định:

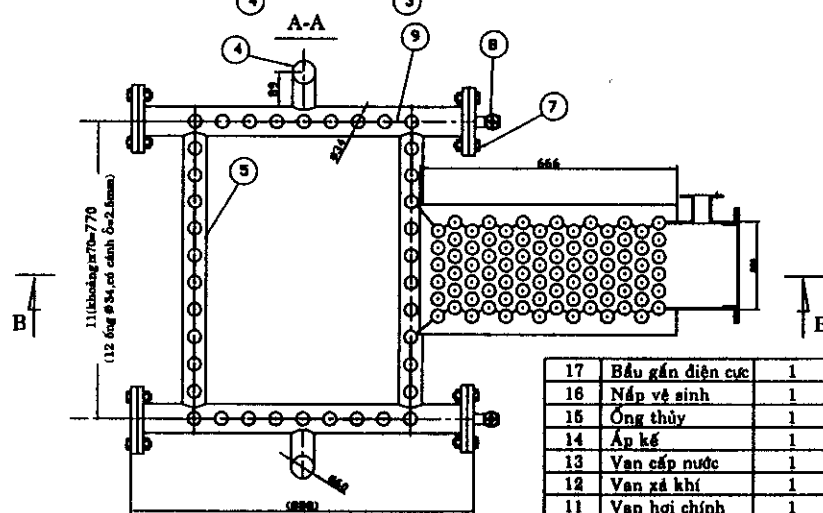
$$Q_b = \phi (Q_o - I_o), kcal/kg$$

ϕ - hệ số bảo toàn nhiệt năng.

$$\phi = 1 - \frac{q_5}{100}$$

q_5 – tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh của lò hơi, %;

Q_o – nhiệt lượng hữu ích tỏa ra trong buồng đốt, kcal/kg.



1. Áp suất thiết kế : 6 bar
2. Các ống phải sạch trước và sau khi hàn
3. Thử áp lực bằng nước với $p=9\text{bar}$.

17	Bầu gắn điện cực	1	CT3, D=60mm
16	Nắp vệ sinh	1	CT3, dày 16 mm
15	Ống thủy	1	Tròn
14	Áp kế	1	0-9 bar
13	Ván cấp nước	1	D=34mm
12	Ván xả khí	1	D=21mm
11	Ván hơi chính	1	D=49mm
10	Ván an toàn	1	D=34mm
STT	Tên gọi	Số lượng	Ghi chú

9	Cánh	33	CT3, dày 2.5mm
8	Ván d=27	3	Xá đáy
7	Bulông M16	16	CT3
6	Bích ống d=76	4cáp	CT3, Dng=175mm, dày 16mm.
5	Ống gộp dọc	2	CT3, d=60mm
4	Ống nước xuống	2	CT3, d=60mm,
3	Ống gộp ngang	2	CT3, d=76mm
2	Chùm ống đối lưu	1	CT3, (có bản vẽ chi tiết)
1	Bao hơi	1	CT3, D=400/8mm
STT	Tên gọi	Slượng	Chi chú
Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		LÒ HƠI 200 kg/h BẢN VẼ TỔNG THỂ
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MÔI TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM			LH-01

Hình 3-1

$$Q_o = Q_{th}^I \frac{100 - q_3 - q_6}{100}$$

q_3 – tổn thất nhiệt do cháy hóa học không hết của lò hơi, %;

q_6 – tổn thất nhiệt theo xỉ trong lò hơi, %;

Q_{th}^I – nhiệt trị thấp của nhiên liệu, kcal/kg;

I_o – entanpy của khối ra khỏi buồng đốt, kcal/kg.

- T_o – nhiệt độ tuyệt đối của khối ra khỏi buồng đốt, K
- T_a – nhiệt độ cháy lý thuyết tuyệt đối, K
- ζ - hệ số làm bẩn giàn ống sinh hơi
- Nhiệt dung trung bình của sản phẩm cháy trong buồng đốt:

$$V_c^{th} = \frac{Q_o - I_o}{\theta_a - \theta_o}, \text{ kcal/kg.}^\circ\text{C}$$

θ_a – nhiệt độ cháy lý thuyết của sản phẩm cháy. $^\circ\text{C}$;

θ_o – nhiệt độ khối ra khỏi buồng đốt, $^\circ\text{C}$.

- Độ đen của buồng đốt được xác định theo công thức:

$$a_o = \frac{0,82[a' + (1 - a')\rho\psi]}{1 - (1 - \psi\zeta)(1 - \rho\psi)(1 - a')}$$

ψ - mức độ làm bẩn ống sinh hơi trong buồng đốt.

$$\psi = \frac{H}{F_v - R}$$

F_v – tổng diện tích các vách bao quanh buồng đốt, m^2 ;

R – diện tích mặt ghi lò, m^2 .

$$\rho = \frac{R}{H}$$

a' – độ đen hiệu dụng của ngọn lửa.

$$a' = \beta a$$

a – độ đen của sản phẩm cháy trong buồng đốt.

$$a = 1 - e^{-kPS}$$

k – hệ số làm yếu tia bức xạ bởi sản phẩm cháy trong buồng đốt.

$$k = \frac{0,8 + 1,6r_{H_2O}}{\sqrt{P_n S}} \left(1 - 0,38 \frac{T_o}{1000}\right) r_n$$

r_n – thành phần thể tích của các loại khí 3 nguyên tử.

$$r_n = r_{H_2O} + r_{RO_2}$$

r_{H_2O} – thành phần thể tích của hơi nước;

r_{RO_2} – thành phần thể tích của khí CO_2 và SO_2 ;

P_n – áp suất tổng riêng phần của khí 3 nguyên tử, at.

$$P_n = Pr_n, \text{ at}$$

P – áp suất trong buồng đốt, at;

S – bề dày hiệu dụng lớp bức xạ của ngọn lửa.

$$S = 3,6 \frac{V}{F_v}, \text{ m}$$

V – thể tích buồng đốt, m³;

β – hệ số phụ thuộc vào ngọn lửa.

Buồng đốt được thiết kế và chế tạo với thể tích:

$$V = 0,362 \text{ m}^3$$

Giàn ống sinh hơi có diện tích $H = 2,885 \text{ m}^2$.

3.2.2. Ghi lò:

Để có thể đốt được than cám, trấu hoặc mùn cưa một cách dễ dàng và không bị hao hụt nhiều ghi lò phải có cấu tạo rất đặc biệt (xem hình 3.2). Đó là loại ghi không cho nhiên liệu có hạt nhỏ lọt xuống dưới ghi, do đó sự hao hụt nhiên liệu sẽ giảm đáng kể. Để nhiên liệu vẫn cháy tốt cần có các quạt gió và quạt khói. Việc lấy xỉ ra ngoài phải tiến hành trên mặt ghi, đây cũng là nhược điểm của loại lò này, tuy nhiên với công suất của lò không lớn, khó khăn này cũng dễ khắc phục.

Tóm lại cấu tạo đặc biệt của ghi lò là điều mấu chốt để có thể đốt trực tiếp than cám trong lò hơi.

Diện tích mặt ghi lò có thể xác định từ công thức:

$$R = \frac{BQ_{th}^I}{q_R}, \text{ m}^2$$

q_R – ứng suất nhiệt cho phép của mặt ghi lò, kcal/h.m².

Ghi lò được thiết kế và chế tạo với diện tích $R = 0,345 \text{ m}^2$

3.2.3. Chùm ống đối lưu:

Chùm ống đối lưu (xem hình 3.3) là bộ phận trao đổi nhiệt sinh hơi nằm sau buồng đốt trên đường khói đi. Đó là các ống nước đứng thẳng bố trí so le treo đường khói đi, đầu trên của các ống hàn vào hộp hơi, còn đầu dưới thì hàn vào hộp nước. Khói chuyển động cắt ngang chùm ống nước với tốc độ 10 m/s là vận tốc hợp lý nhất của khói trong các lò đốt than cám.

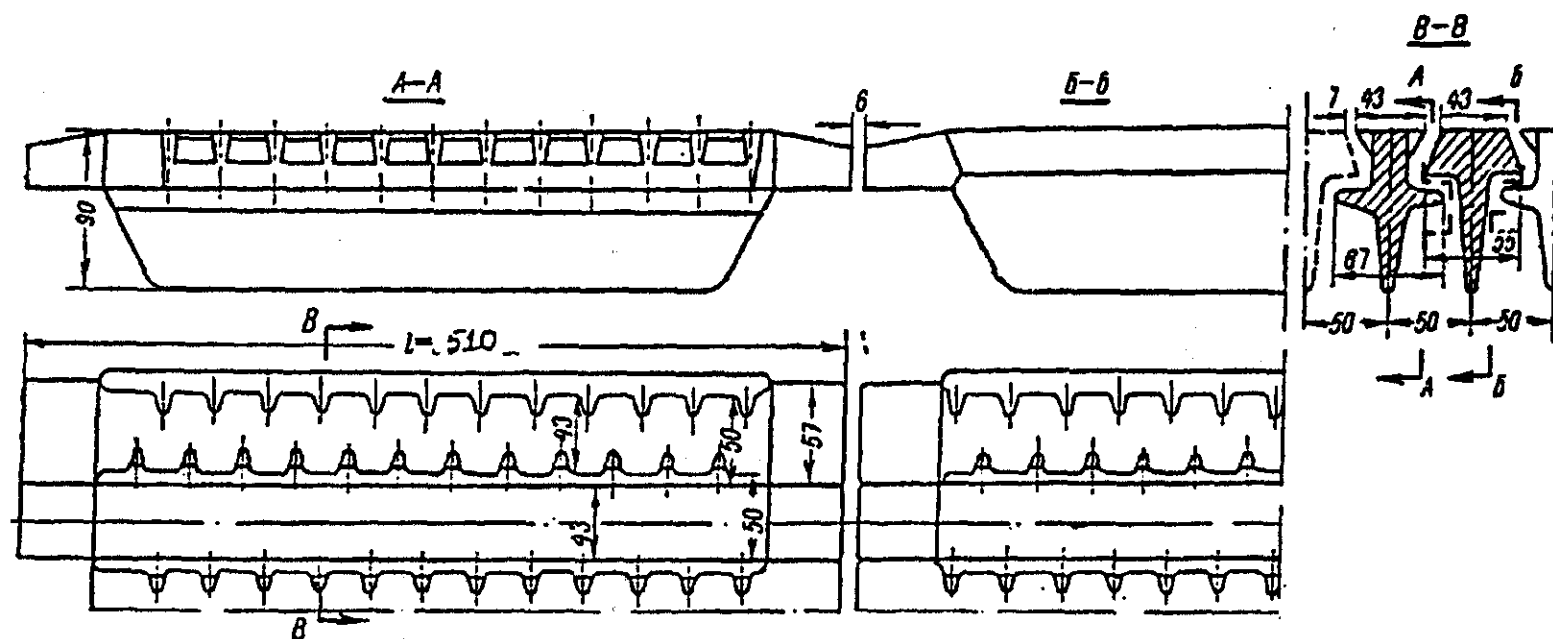
Diện tích truyền nhiệt của chùm ống đối lưu được xác định theo công thức:

$$H = \frac{B_t Q}{K \Delta t_1}, \text{ m}^2$$

B_t – tiêu hao nhiên liệu tính toán của lò hơi, kg/h;

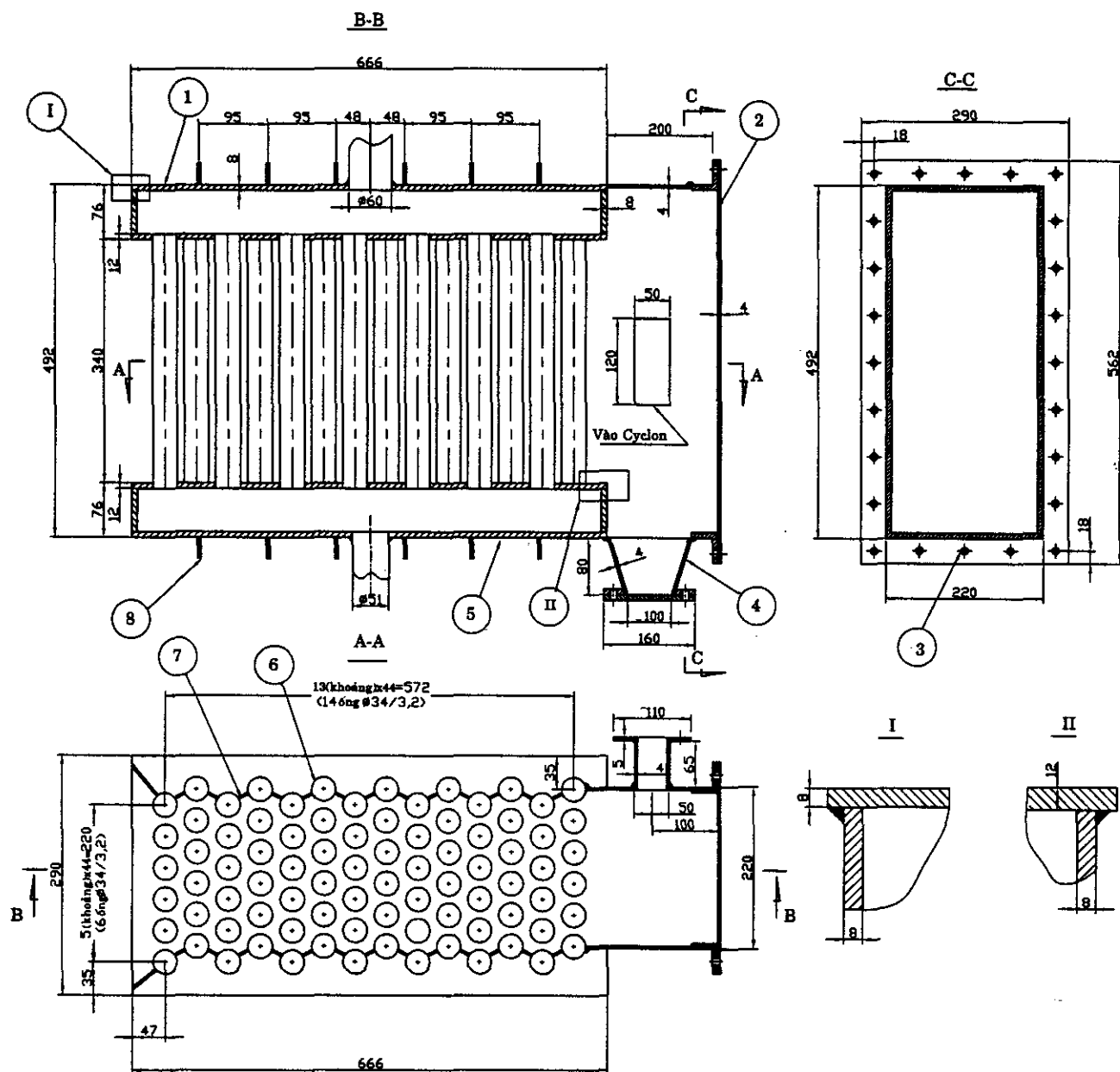
Q – nhiệt lượng do chùm ống đối lưu hấp thụ khi đốt 1 kg nhiên liệu, kcal/kg.

$$Q = \varphi (I_o - I_{kh})$$



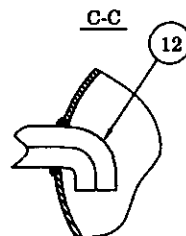
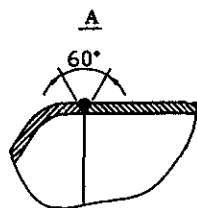
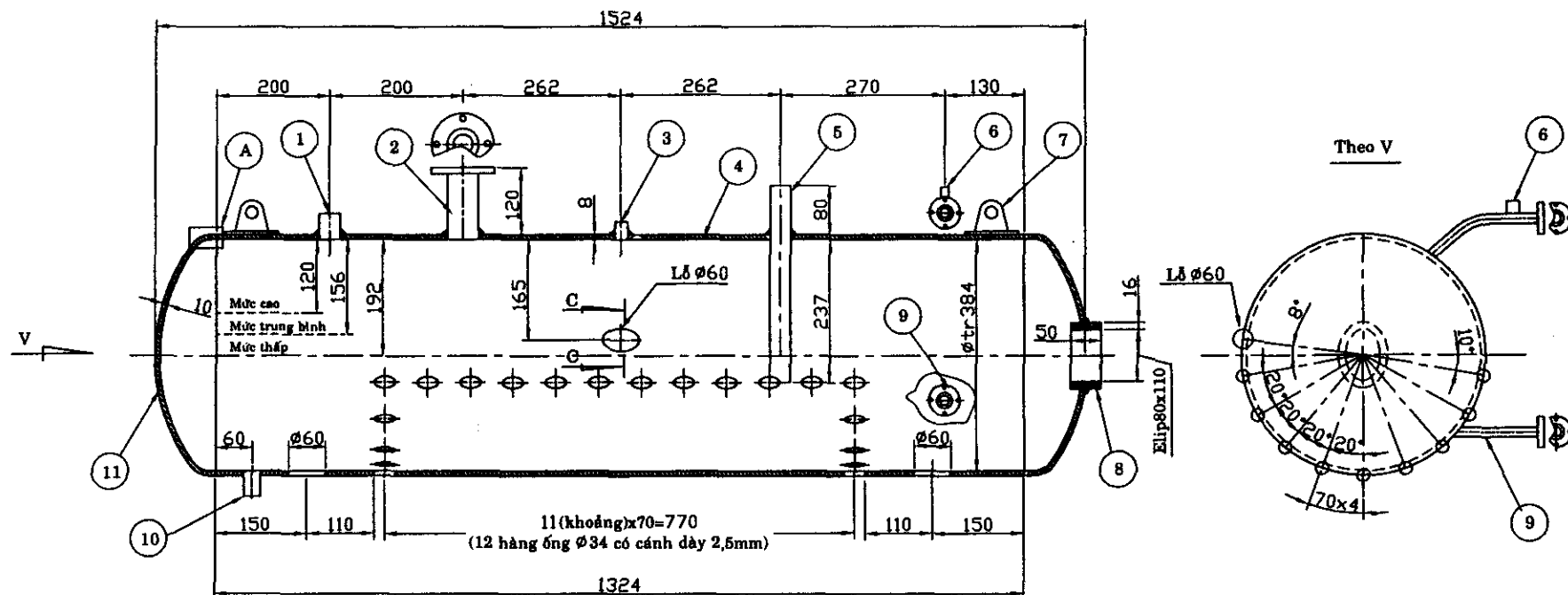
Hình: 3-2

Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		LÒ HƠI 200 kg/h	
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ	L	GHI LÒ	
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên	tu	LH-07	
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI				
TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM				



8	Thanh gia cường	12	CT3, Fla 30 dày 5mm
7	Cánh	28	CT3, dày 2.5mm
6	Ống truyền nhiệt	84	C20, d=34mm
5	Hộp nước	1	CT3, dày 8mm (được gia cường)
4	Hộp lắng bụi	1	CT3, dày 4mm
3	Bulông M10	24	CT3
2	Nắp v/s chũm ống DL	1	CT3, L35
1	Hộp hơi	1	CT3, dày 8mm (được gia cường)
STT	Tên gọi	Số lượng	Ghi chú
Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		LÒ HƠI 200 KG/H
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		CHÙM ỐNG ĐỐI LƯU
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI			LH-03
TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM			

Hình 3-3



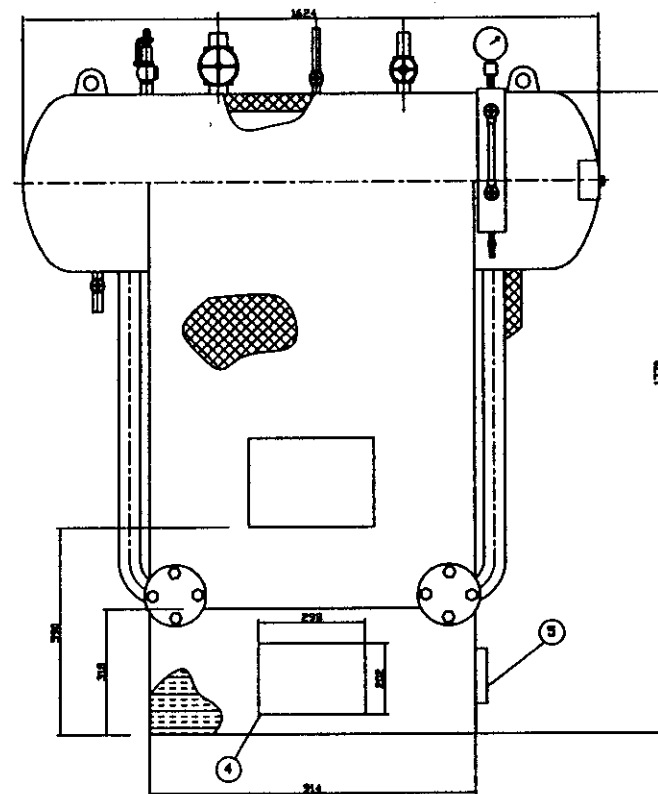
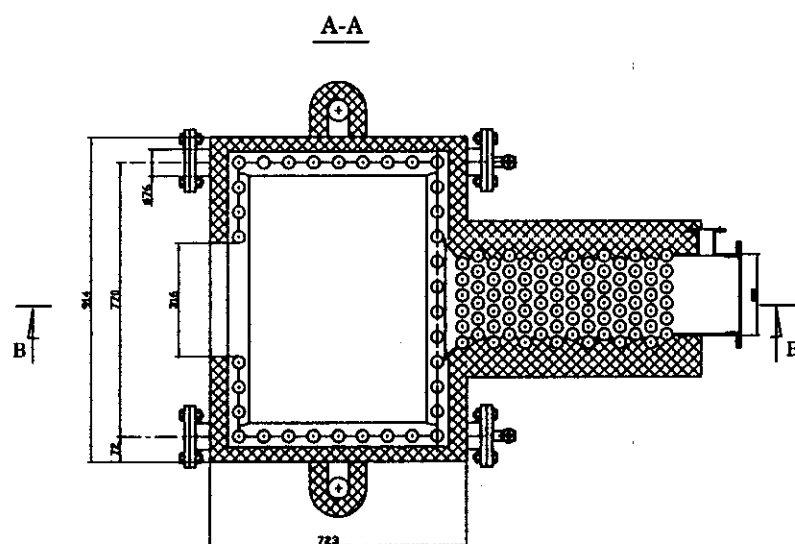
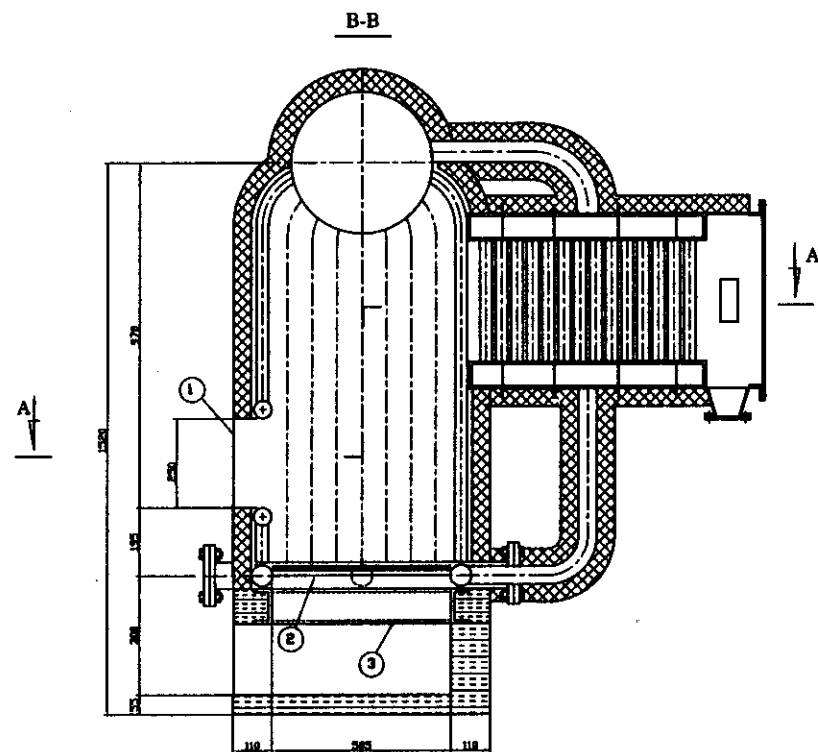
Yêu cầu kỹ thuật:

- Tâm ống thủy trùng với mức nước trung bình

12	Co hàn d=60	1	
11	Đáy elip	2	CT3, dày 16mm
10	Ống d=27	1	C20, gắn van xả đáy
9	Ống d=27	2	C20, gắn bầu điện cực và ống thủy
8	Gia cường	1	CT3, Ovan 80x110x50x16mm
7	Bass cầu	2	CT3, dày 10mm
6	Manchon 21	1	Gắn áp kế
STT	Tên gọi	Số lượng	Ghi chú

5	Ống d=34	1	C20, gắn van nước cấp (có ren ở đầu)
4	Thân bao hơi	1	CT3, d=400/8mm
3	Manchon 21	1	Gắn van xả khí
2	Ống cắt có gắn bích	1	C20, d=49, gắn van hơi chính
1	Manchon 34	1	Gắn van an toàn
STT	Tên gọi	Số lượng	Ghi chú
Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		LÒ HƠI 200 KG/H
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		BAO HƠI
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM			
			LH-04

Hình 3-4



-  : Gạch chịu lửa
 : Tấm chịu nhiệt dày 10 mm
 : Bảo ôn Rockwool dày 50mm, bọc inox.

5	Cửa gió	1	Tùy thuộc vào hiện trường lắp đặt
4	Cửa lấy xỉ	1	CT3, dày 4mm
3	Thanh đỡ lò	4	CT3, U80
2	Ghì lò	1	Gang đúc
1	Cửa nạp liệu	1	CT3, dày 4mm
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú
Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		LÒ HƠI 200 kg/h
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		BỆ Lò và BẢO ÔN
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM			LH-05

Hình 3-5

I_o – entanpy của khói ra khỏi buồng đốt (vào chũm ống đối lưu), kcal/kg;

I_{kh} – entanpy của khói thải (ra khỏi chũm ống đối lưu), kcal/kg;

φ – hệ số bảo toàn nhiệt năng;

Δt_l – độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit trong chũm ống đối lưu, °C.

$$\Delta t_l = \frac{\theta_o - \theta_{kh}}{\ln \frac{\theta_o - t_H}{\theta_{kh} - t_H}}, ^\circ\text{C}$$

θ_o – nhiệt độ khói ra khỏi buồng đốt (vào chũm ống đối lưu), °C;

θ_{kh} – nhiệt độ khói thải (ra khỏi chũm ống đối lưu), °C;

t_H – nhiệt độ của hơi nước bão hòa, °C;

K – hệ số truyền nhiệt của chũm ống đối lưu, kcal/m².h.°C.

$$K = \frac{\alpha_1}{1 + \varepsilon \alpha_1}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

α_1 – hệ số tỏa nhiệt về phía khói của chũm ống đối lưu, kcal/m².h.°C;

ε – hệ số làm bẩn bề mặt truyền nhiệt của chũm ống đối lưu.

Các giá trị α_1 và ε có thể xác định theo tài liệu tham khảo 2.

Chũm ống đối lưu được thiết kế và chế tạo với diện tích truyền nhiệt $H = 2,86 \text{ m}^2$.

3.2.4. Quạt gió và quạt khói:

Như ta đã biết than cám, trấu hoặc mùn cưa là loại nhiên liệu rất khó đốt, cho nên cần cung cấp đủ gió và thải khói kịp thời thì mới đảm bảo nhiên liệu cháy hết. Vì vậy trong lò hơi này bắt buộc phải có quạt gió và quạt khói.

Năng suất quạt gió có thể xác định từ công thức:

$$V = V^o \alpha B_t \frac{t + 273}{273}, \text{ m}^3/\text{h}$$

V^o – thể tích không khí lý thuyết cần thiết để đốt cháy 1 kg nhiên liệu, m³/kg;

α – hệ số không khí thừa trong lò hơi;

B_t – tiêu hao nhiên liệu tính toán cho lò hơi, kg/h;

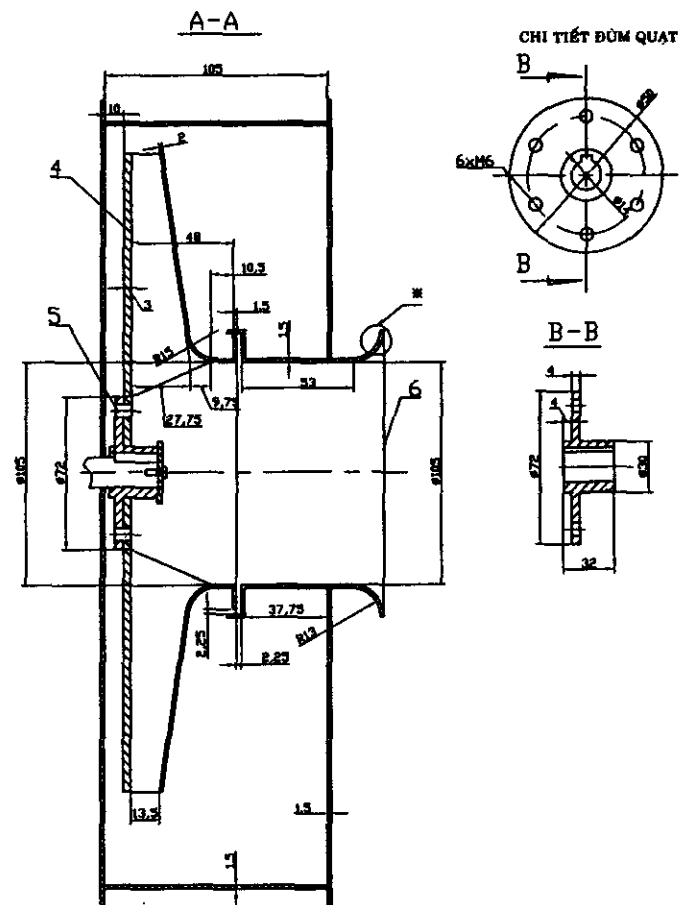
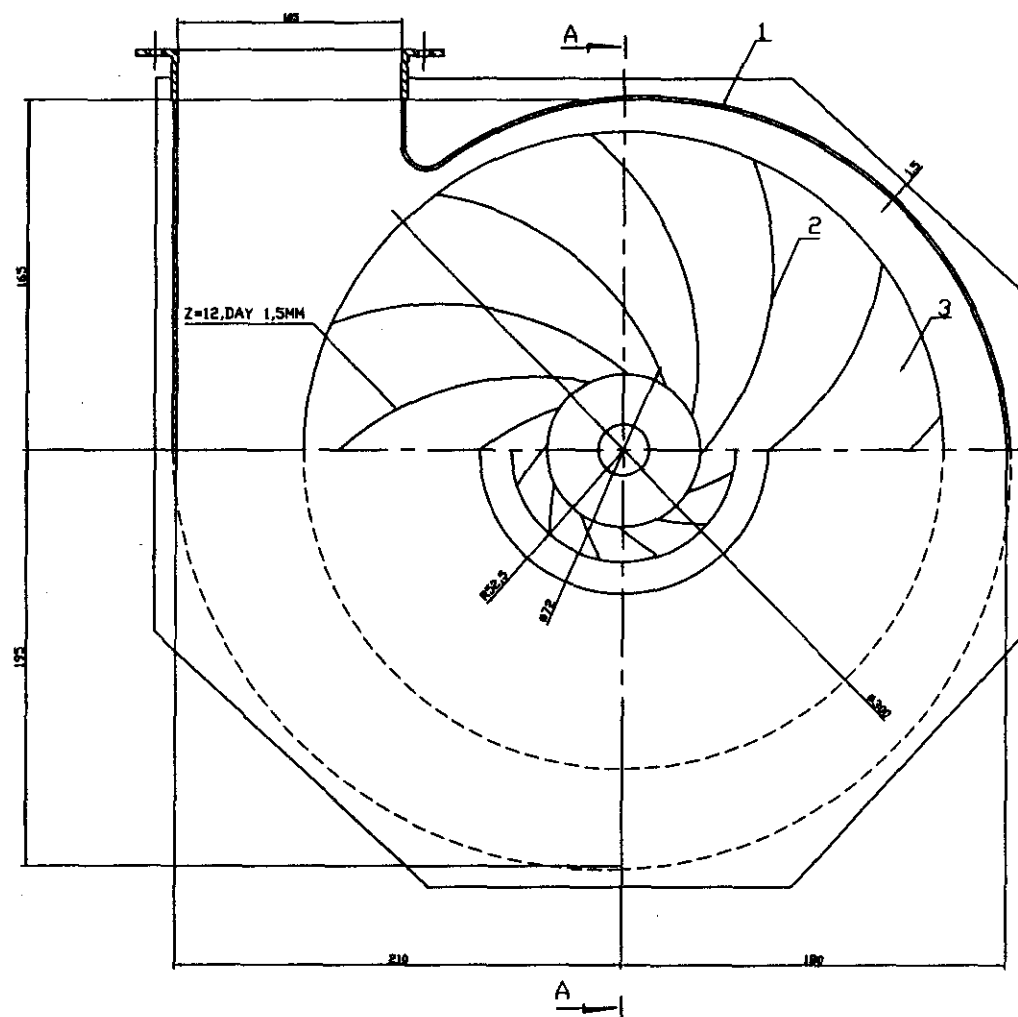
t – nhiệt độ của không khí vào quạt gió, °C.

Năng suất quạt khói có thể xác định từ công thức:

$$V = [V^o_{kh} + (\alpha - 1) V^o] B_t \frac{t_{kh} + 273}{273}, \text{ m}^3/\text{h}$$

V^o_{kh} – thể tích khói lý thuyết sinh ra khi đốt 1 kg nhiên liệu, m³/kg;

t_{kh} – nhiệt độ của khói vào quạt khói, °C.



CHÚ Ý:

- Đối với quạt khối chi tiết uốn cong (*) sẽ được thay bằng bích (V30)

6	Lưới bảo vệ	1	Thép lưới	Thiết kế	Trần Thanh Kỳ	MÁY LẠNH HẤP THU	
5	Đùm quạt	1	CT3	Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		
4	Mâm gắn quạt	1	CT3 dày 3mm	Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		
3	Mặt bao cánh	1	CT3 dày 2mm	TRƯỜNG ĐHBK TP.HCM TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI			KẾT CẤU CÁNҺ CỦA QUẠT GIÓ, QUẠT KHÓ
2	Cánh quạt	12	CT3, dày 1.5mm (Có bản vẽ biên dạng cánh)				
1	Vỏ quạt	1	CT3, dày 1.5mm (Có bản vẽ chi tiết)				
STT	Tên gọi	Slượng	Ghi chú				Q-01

Hình 3-6

Theo các công thức trên ta thấy năng suất của quạt khói tất nhiên phải lớn hơn quạt gió, tuy nhiên do sự cách biệt không nhiều và để dễ thiết kế và chế tạo ta chọn cả hai quạt đều giống nhau về cấu tạo và năng suất $V = 440 \text{ m}^3/\text{h}$.

Trong trường hợp này cần lưu ý rằng quạt khói phải làm việc ở nhiệt độ cao và với môi chất có chứa nhiều bụi, cho nên phải chọn loại vật liệu tốt hơn.

Cột áp của quạt cần chọn trên cơ sở là: đối với quạt gió, cột áp cần phải thắng các trở lực của ghi lò và lớp nhiên liệu, còn đối với quạt khói thì phải thắng trở lực của chùm ống đối lưu và thiết bị khử bụi. Trong trường hợp này cột áp của cả hai quạt đều chọn bằng $80 \text{ mmH}_2\text{O}$

Công suất động cơ điện kéo + quạt được xác định theo công thức:

$$N = \frac{1,2VH}{3670\eta}, \text{ kw}$$

V – năng suất của quạt, m^3/h ;

H – cột áp của quạt, mmH_2O ;

η – hiệu suất của quạt, %.

Trên (hình 3.6) có vẽ nguyên lý cấu tạo của quạt gió và quạt khói.

3.2.5 Thiết bị khử bụi:

Vì lò hơi đốt than cám có sử dụng quạt gió và quạt khói cho nên bụi bay theo khói sẽ rất nhiều. Để môi trường xung quanh không bị ô nhiễm bởi bụi than nhất thiết phải sử dụng thiết bị khử bụi. Trong trường hợp này lò hơi đã sử dụng loại khử bụi đơn giản nhất đó là loại khử bụi bằng xyclon khô (xem hình 3.7).

Xyclon khô có cấu tạo là một thân hình trụ đứng, bên trong hình trụ có ống thoát khói lên phía trên. Dòng khói có chứa nhiều bụi được dẫn vào thân hình trụ theo phương tiếp tuyến, do đó nó sẽ chuyển động tròn xoắn ốc giữa thân bình và ống thoát. Các hạt bụi nặng hơn sẽ bị văng ra xung quanh và rơi xuống dưới phễu chứa, còn khói sạch nhẹ hơn sẽ theo ống thoát hút vào quạt khói.

Đường kính của thân hình trụ được xác định theo công thức:

$$D = \sqrt{\frac{4V_{kh}}{\pi\omega_1}}, \text{ m}$$

V_{kh} – thể tích khói vào khử bụi, m^3/s ;

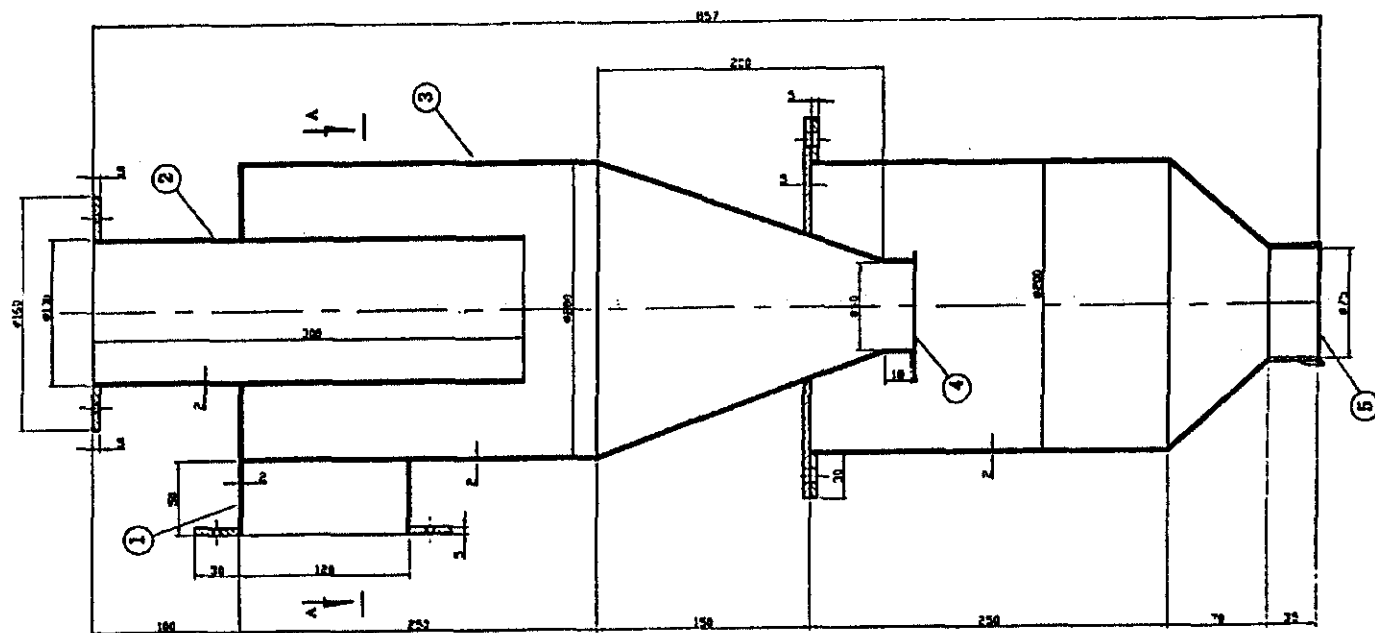
ω_1 - vận tốc của dòng khói trong thân hình trụ, m/s ;

ω_1 - được chọn trong khoảng $4 - 5 \text{ m/s}$.

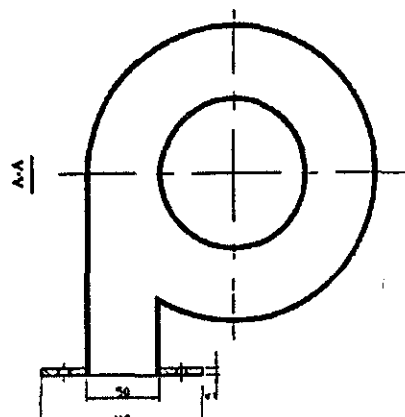
Đường kính của ống thoát thường chọn:

$$d = 0,5D$$

Chiều cao của ống thoát được xác định theo công thức:



Hình: 3-7



5	Nắp lấy tro	1	CT3, 2 mm
4	Nắp dới trong	1	CT3, thất nh
3	Thân cyclon	1	CT3, dày 2 mm, d=200
2	Ông khói ra	1	CT3, dày 2 mm, d=100
1	Ông khói vào	1	CT3, dày 2 mm
STT	Tên gọi	Số lượng	Ghi chú
Thiết kế	Trần Thanh Kỳ		LÒ HƠI 200 KG/H
Người vẽ	Nguyễn Duy Tuệ		THIẾT BỊ KHỬ BỤI
Kiểm tra	Nguyễn Văn Tuyên		
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ NHIỆT VÀ NĂNG LƯỢNG MỚI TRƯỜNG ĐHQG TP HCM			LH-06

$$H = \frac{V_{kh}}{(D-d)\omega_2}, m$$

Ở đây ω_2 là vận tốc của dòng khối chuyển động xoắn ốc giữa hình trụ và ống thoát, được chọn bằng 12 -14 m/s.

Trong trường hợp này thiết bị khử bụi được thiết kế và chế tạo với $V_{kh} = 440 \text{ m}^3/\text{h}$, tức là bằng thể tích khối vào quạt khối.

3.2.6 Cân bằng nhiệt lò hơi:

Mục đích cân bằng nhiệt lò hơi là để xác định hiệu suất và tiêu hao nhiên liệu cho lò hơi. Các giá trị này sẽ phục vụ cho các tính toán thiết kế các bộ phận của lò hơi nói trên.

Hiệu suất của lò hơi trong giai đoạn tính toán thiết kế ban đầu có thể xác định theo công thức:

$$\eta_l = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6, \%$$

Trong đó:

q_2 – tổn thất nhiệt theo khói thải, %;

q_3 - tổn thất nhiệt do cháy hóa học không hết, %;

q_4 - tổn thất nhiệt do cháy cơ học không hết, %;

q_5 - tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh, %;

q_6 - tổn thất nhiệt theo xỉ, %.

Tổn thất nhiệt theo khói thải có thể xác định theo công thức:

$$q_2 = \frac{(I_{kh} - \alpha I_{KL}^0)(100 - q_4)}{Q_{th}^l}, \%$$

I_{kh} – entanpy của khói thải, kcal/kg;

α – hệ số không khí thừa trong khói thải;

I_{KL}^0 – entanpy của không khí lý thuyết cần thiết ở nhiệt độ không khí lạnh ngoài trời, kcal/kg;

Q_{th}^l – nhiệt trị thấp của nhiên liệu, kcal/kg;

q_4 – tổn thất nhiệt do cháy cơ học không hết, %.

Các giá trị còn lại q_3, q_4, q_5, q_6 có thể xác định theo tài liệu tham khảo 2.

Lò hơi đang thiết kế và chế tạo có hiệu suất vào khoảng $\eta_l = 77,1\%$

Tiêu hao nhiên liệu cho lò hơi có thể xác định theo công thức:

$$B = \frac{D(i - i_{nc})100}{Q_{th}^l \eta_l}, \text{ kg/h}$$

D – năng suất hơi của lò, kg/h;

i – entanpy của hơi ra khỏi lò, kcal/kg;

i_{nc} – entanpy của nước cấp vào lò, kcal/kg.

Tiêu hao nhiên liệu tính toán cho lò hơi:

$$B_t = B(1 - \frac{q_4}{100}), \text{ kg/h}$$

Trong trường hợp này: $B = 26 \text{ kg/h}$ và $B_t = 24,48 \text{ kg/h}$.

3.3. Vài nét về mô hình vật lý của lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa:

Cũng giống như đối với máy lạnh hấp thụ lò hơi cũng có mô hình vật lý để nghiên cứu trước khi chế tạo mẫu lò lớn hơn.

Mô hình vật lý của lò hơi có năng suất hơi là 100 kg/h. Khác với mô hình vật lý của máy lạnh, mô hình vật lý của lò hơi ngay từ đầu đã đạt được các thông số kỹ thuật mong muốn, cho nên đã không cần phải sửa đi sửa lại nhiều lần như đối với máy lạnh hấp thụ. Các kết quả nghiên cứu có được từ mô hình vật lý cho phép có thể tiến hành thiết kế chế tạo lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa với công suất lớn hơn.

Chương 4

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC THIẾT BỊ

4.1. Phần chung:

Các thiết bị của máy lạnh hấp thụ và lò hơi chủ yếu là những thiết bị trao đổi nhiệt có cấu tạo là các thân hình trụ chịu áp lực bên trong. Ngoài ra còn có nhiều các bình chứa cũng có cấu tạo tương tự và cũng chịu áp lực bên trong. Công nghệ chế tạo các loại thiết bị này phải tuân thủ nghiêm ngặt các qui phạm về an toàn của Nhà nước qui định.

4.1.1 Yêu cầu về cấu tạo đối với các thân bình:

1. Các bình chứa có đường kính trong ≤ 800 mm phải có nắp tròn hoặc ôvan với kích thước không nhỏ hơn 80 mm để có thể làm vệ sinh và khám xét vách bình. Nếu bình chứa không cho phép làm các nắp nói trên thì có thể làm nắp có kích thước nhỏ hơn hoặc làm các lỗ được đậy kín bởi các nắp. Đối với các thân hình trụ của các thiết bị trao đổi nhiệt, hai đầu có 2 mặt sàng để hàn hoặc núc các ống truyền nhiệt thì có thể không cần làm các nắp nói trên.
2. Các mối hàn dọc và hàn ngang của các thân bình bằng thép phải giáp mối. Cho phép hàn nối chữ T đối với các đáy phẳng, các mặt bích, các mặt sàng, các ống nối và các chi tiết tương tự khác.
3. Khi hàn nối thân hình trụ vào các đáy cong thì khoảng cách l từ trục mối hàn đến phần kim loại bắt đầu uốn cong phải thoả mãn điều kiện như sau:

Bề dày của đáy cong S (mm)	Giá trị l (mm)
< 5	$l \geq 15$
từ 5 đến 10	$l \geq 2S + 5$
từ 10 đến 20	$l \geq S + 15$
> 20	$l \geq \frac{S}{2} + 25$

4. Khi hàn nối các chi tiết có bề dày khác nhau thì phải có một đoạn chuyển tiếp từ dày sang mỏng bằng cách mài mỏng chi tiết dày hơn với chiều dài không nhỏ hơn 5 lần hiệu số bề dày của hai chi tiết. Nếu hiệu số bề dày nói trên không lớn hơn 30% bề dày của chi tiết mỏng và ≤ 5 mm thì có thể không cần mài mỏng chi tiết dày hơn, nhưng mối hàn phải được chuyển tiếp một cách bằng phẳng từ chi tiết dày sang chi tiết mỏng.

5. Các mối hàn dọc và hàn ngang trên thân bình không được cắt nhau theo hình chữ thập mà chỉ được cắt nhau theo hình chữ T với điều kiện là mối hàn dọc của hai phía đối với mối hàn ngang phải nằm cách nhau không nhỏ hơn 03 lần bề dày của tấm dày hơn, nhưng không được nhỏ hơn 100 mm (giữa hai trục mối hàn).
6. Các đáy cong của bình có thể chế tạo từ 01 tấm thép hoặc nhiều tấm rồi hàn nối với nhau. Khi hàn các phần riêng biệt phải giáp mối từ hai phía. Cho phép chế tạo các đáy cong có hàn nối từ nhiều tấm bằng các phương pháp như sau:
 - a) Hàn sơ bộ 2 hoặc 3 tấm thép rồi dập hoặc lặn với điều kiện các mối hàn theo cung tròn phải cách tâm của đáy cong không lớn hơn $1/5$ đường kính của nó;
 - b) Các tấm thép sau khi đã dập sẽ được hàn nối với nhau, các mối hàn chỉ theo các tiết diện kinh tuyến hoặc tiết diện tròn. Các mối hàn tròn của đáy cong (trừ các chỏm cầu) phải cách tâm của đáy cong không lớn hơn $1/4$ đường kính của đáy. Khoảng cách nhỏ nhất giữa các mối hàn kinh tuyến phải lớn hơn 5 lần bề dày của đáy cong, nhưng không nhỏ hơn 100 mm (giữa hai trục mối hàn).
7. Mối hàn dọc của các bình nằm ngang phải nằm bên ngoài giới hạn 140° của phần dưới bình, nếu phần dưới bình khó quan sát.
8. Các mối hàn ngang của các bình nằm ngang phải nằm ngoài các ổ đỡ của bình.
9. Trong trường hợp các trụ đỡ được hàn dính vào thân bình hoặc đáy cong của bình thì khoảng cách giữa mối hàn ngang của bình và mối hàn trụ đỡ phải không nhỏ hơn bề dày của bình.
10. Không cho phép bố trí các nắp quan sát trên các mối hàn dọc. Cho phép bố trí các nắp trên các mối hàn ngang nhưng phải gia cường lỗ của các nắp. Cho phép khoan lỗ trên các mối hàn dọc có đường kính < 150 mm để làm các ống cụt với điều kiện khoảng cách giữa hai tâm lỗ gần nhau không được nhỏ hơn 2 lần đường kính của lỗ. Các lỗ chỉ được gia cường nếu trong tính toán có yêu cầu.

4.1.2. Kỹ thuật hàn các thiết bị chịu áp lực:

1. Khi chế tạo các thiết bị chịu áp lực cho phép sử dụng tất cả các phương pháp hàn công nghiệp đảm bảo chất lượng hàn theo đúng qui phạm an toàn của Nhà nước.
2. Chỉ cho phép sử dụng các thợ hàn có trình độ cao đã trải qua kiểm tra tay nghề theo đúng qui định của Nhà nước.
3. Xử lý kim loại trước khi hàn có thể tiến hành bằng phương pháp cơ khí hoặc bằng phương pháp cắt gió đá với điều kiện là phải đảm bảo hình dạng và kích thước cần thiết của các chi tiết được xử lý, các góc cạnh của mối hàn phải đúng theo thiết kế.
4. Đối với các loại thép dễ bị tác động của sự đốt nóng và làm lạnh nhanh khi xử lý bằng gió đá, phải tính đến đặc điểm này của thép để thép không bị nứt hoặc bị giảm chất lượng tại chỗ cắt và tại vùng chịu ảnh hưởng nhiệt.

5. Các chi tiết sau khi xử lý để hàn phải được xem xét cẩn thận trước khi lắp ráp. Các mép hàn phải được tẩy sạch bóng trên bề rộng không nhỏ hơn 10 mm. Những chỗ gồ ghề phải được khắc phục bằng đá mài.
6. Khi hàn nối các ống làm bằng thép cacbon cho phép nong đầu các ống rộng thêm 3 % đường kính trong của ống đối với các ống có đường kính ngoài < 83 mm và bề dày ≤ 6 mm.
7. Các phương pháp lắp ráp các thân bình và các chi tiết của bình phải đảm bảo sự bố trí đúng đắn và cho phép có thể hàn dễ dàng theo trình tự qui định của quá trình công nghệ. Khi lắp ráp không cho phép sử dụng các phương pháp tu chỉnh gây biến cứng hoặc tạo ứng suất bổ sung trong kim loại.
8. Khi lắp ráp các thân bình và các chi tiết của bình thợ hàn đính phải có tay nghề ngang với thợ hàn chính và với chất bảo vệ mối hàn cũng giống như đối với các mối hàn chính.
9. Khi lắp ráp các chi tiết hàn của thân bình làm bằng thép dễ bị tác động nhiệt thì hàn đính cũng phải được thực hiện theo công nghệ hàn các chi tiết.
10. Hàn các thân bình và các chi tiết của bình chỉ được thực hiện sau khi đã kiểm tra kỹ càng sự đúng đắn khi lắp ráp và đã làm sạch các bề mặt cần hàn. Sau khi đã hàn cần phải tẩy sạch các xỉ hàn và ba vố.
11. Các khuyết tật trong khi hàn thân bình cần được khắc phục bằng cách cắt bỏ hoặc hàn đắp theo đúng kỹ thuật qui định.

4.1.3. Dung sai khi chế tạo các thiết bị chịu áp lực:

1. Sự sai lệch cho phép của các mép mối hàn dọc và hàn ngang khi chế tạo các chi tiết hình trụ làm bằng thép phải thỏa mãn điều kiện dưới đây:

$$b \leq nS_2 + \frac{S_1 - S_2}{2}, \text{ mm}$$

n – dung sai cho phép của các đường tìm các tấm hàn so với bề dày của tấm mỏng;

S_1 – bề dày thực tế của tấm dày, mm;

S_2 – bề dày thực tế của tấm mỏng, mm.

$$m = S_2/S_1$$

D_{ng} – đường kính ngoài của ống, mm.

Nếu $\frac{S_1 - S_2}{2} > nS_2$ thì tấm mỏng phải nằm trong giới hạn của tấm dày. Đồng thời với việc đảm bảo dung sai theo đúng công thức nói trên còn phải tuân thủ các giới hạn dưới đây:

Mối hàn	Chi tiết	n	Các giới hạn
Dọc	Thân bình	0,1	Bất cứ sự sai lệch đo được nào cũng phải $\leq 4 \text{ mm}$ $m \geq 0,7$ $S_1 - S_2 \leq 5 \text{ mm}$
Ngang	Thân bình	0,25	Bất cứ sự sai lệch đo được nào cũng phải $\leq 6 \text{ mm}$ $m \geq 0,7$ $S_1 - S_2 \leq 5 \text{ mm}$
Ngang	Ống có đường kính $\geq 108 \text{ mm}$	0,15	Sự sai lệch bên ngoài phải $\leq 0,1 S$
	Ống có đường kính $< 108 \text{ mm}$	0,25	Sự sai lệch bên ngoài phải $> 0,15 S$ và $\leq 0,015 D_{ng}$

- Sự sai lệch bề dày của thân bình và đáy cong do bất kỳ nguyên nhân nào cũng không được làm cho bề dày nhỏ hơn giá trị tính toán. Bề dày của đáy cong không được nhỏ hơn bề dày của thân bình.
- Độ ôvan của thân bình (hiệu số giữa hai trục ôvan) phải $\leq 1 \%$ so với D_{ng} , nhưng không được lớn hơn 20 mm, còn của đáy cong thì trong giới hạn dung sai đường kính cho phép. Độ ôvan của các bình làm từ các ống không được lớn hơn giá trị cho phép đối với các ống đó.
- Sự sai lệch các mép của các chi tiết có cùng bề dày khi hàn đáy cong từ nhiều mảnh cho phép trong khoảng 10 % bề dày của chúng nhưng không lớn hơn 4 mm.
- Không cho phép sự sai lệch độ lồi của mối hàn về phía sụt giảm kích thước so với bản vẽ.

4.2. Tính toán sức bền các thiết bị chịu áp lực:

4.2.1 Phần chung:

Các lực tác dụng lên các bộ phận của thiết bị trao đổi nhiệt trong máy lạnh và các ứng suất trong chúng thường gắn liền với áp suất dư bên trong hoặc bên ngoài khi thiết bị đang hoạt động và với trọng lực của chúng. Thành thạo sức gió và địa chấn cũng có ảnh hưởng. Ngoài ra các ứng suất nhiệt cũng có thể phát sinh do các chi tiết của thiết bị có nhiệt độ và hệ số giãn nở nhiệt khác nhau.

Trong thiết bị lạnh tồn tại một số khái niệm về áp suất như sau: áp suất làm việc, áp suất tính toán và áp suất thử. Áp suất làm việc P là áp suất dư cực đại sinh ra trong quá trình làm việc bình thường của thiết bị, áp suất tính toán P_R là áp suất dư cực đại sinh ra trong các chi tiết của máy lạnh và thiết bị lạnh trong thời gian làm việc và cả trong thời

gian không làm việc. Áp suất tính toán phụ thuộc vào nhiệt độ tối hạn của tác nhân lạnh, điều kiện khí hậu của thiết bị và vị trí của thiết bị trong sơ đồ. Tất cả các thiết bị như bình bốc hơi, dàn lạnh, bình chứa hạ áp, bình tách lỏng v.v... đều được xếp vào loại các thiết bị hạ áp. Còn các thiết bị như bình ngưng, bình tách khí, bình chứa cao áp và cả các thiết bị và các loại bình chứa chịu áp lực ngưng tụ P_k không thường xuyên trong thời gian làm việc, thì được xếp vào loại các thiết bị cao áp.

Áp suất tính toán của các thiết bị ở điều kiện khí hậu nhiệt đới như ở nước ta có thể chọn không nhỏ hơn các giá trị sau đây:

Cao áp : 20 bar Hạ áp : 16 bar

Áp suất thử P_t là áp suất dư với áp suất đó người ta sẽ thử sức bền các thiết bị sau khi chế tạo và thử định kỳ trong quá trình vận hành. Các chi tiết đúc, hàn và các chi tiết lắp ráp ngăn cách tác nhân lạnh với bên ngoài đều phải thử áp lực. Trong đó áp suất thử đối với các chi tiết đúc và các chi tiết lắp ráp của chúng không được nhỏ hơn $1,5 P_R$; đối với các chi tiết hàn, rèn, dập và các chi tiết lắp ráp của chúng thì không nhỏ hơn $1,3 P_R$. Đối với các buồng nước và nước muối thì $P_t = P_R$. Áp suất thử độ kín của thiết bị là áp suất dư của chất khí dùng để thử kín cũng được chọn bằng P_R .

Để tiêu chuẩn hóa các thiết bị và các chi tiết của chúng người ta sử dụng áp suất qui ước P_q , tức là áp suất tính toán của thiết bị ở nhiệt độ 20°C . Ở nhiệt độ cao hơn, áp suất qui ước sẽ giảm theo tỉ lệ thuận với tỉ số ứng suất cho phép ở nhiệt độ tính toán và nhiệt độ 20°C . Các thiết bị và các chi tiết tiêu chuẩn có thể được chọn theo thiết kế với áp suất tính toán gần nhất và lớn hơn P_q mà không cần tính toán sức bền.

Một đặc tính quan trọng của thiết bị được sử dụng để xác định các tính chất cơ lý của vật liệu và ứng suất cho phép là nhiệt độ tính toán được thiết lập trên cơ sở của tính toán nhiệt hoặc bằng kết quả của các thử nghiệm. Đối với các chi tiết làm việc ở nhiệt độ lớn hơn 20°C thì nhiệt độ tính toán của vách chọn bằng nhiệt độ lớn nhất của nó, còn đối với các chi tiết làm việc ở nhiệt độ thấp hơn 20°C thì nhiệt độ tính toán để xác định ứng suất cho phép chọn bằng 20°C . Nhiệt độ thấp nhất mà vật liệu có thể làm việc được tùy thuộc vào tính chất dẻo của vật liệu được đặc trưng bằng độ nhớt và đập. Đối với các loại thép cacbon ở nhiệt độ từ -10 đến -30°C độ nhớt và đập có sự thay đổi đột biến. Ở nhiệt độ cao hơn kim loại sẽ có tính dẻo, còn ở nhiệt độ thấp hơn kim loại sẽ có tính giòn. Hiện tượng giảm đột ngột của độ nhớt và đập gọi là tính giòn lạnh. Nhiệt độ thấp nhất cho phép sử dụng thép cacbon là nhiệt độ mà nếu ở nhiệt độ thấp hơn nữa thì kim loại sẽ bị vỡ do bị giòn, còn nếu ở nhiệt độ cao hơn thì sẽ bị đứt do bị dẻo. Trong trường hợp này độ nhớt và đập ở nhiệt độ làm việc sẽ không nhỏ hơn $0,3 \text{ MJ/m}^2$. Nhiệt độ thấp nhất cho phép sử dụng từng loại thép cacbon khác nhau cũng sẽ khác nhau.

Độ nhớt và đập của thép hợp kim khi giảm nhiệt độ cũng sẽ giảm một cách từ từ. Nhiệt độ làm cho kim loại có tính giòn lạnh là nhiệt độ có độ nhớt và đập bằng 60 % độ nhớt và đập của kim loại ở nhiệt độ 20°C . Kim loại màu và hợp kim màu thì không có tính giòn lạnh.

Để chế tạo các loại thân hình trụ, các đáy cong, các mặt bích phẳng và các chi tiết khác có thể sử dụng các loại thép tấm như sau:

Thép cacbon có chất lượng thường mã hiệu CCT38, CCT38Mn (thép nửa sôi) và CCT38 (thép sôi) có thể làm việc ở nhiệt độ tính toán từ -20 đến +200 °C và áp suất dưới 5,0 MPa.

Thép cacbon có chất lượng cao mã hiệu 12K, 15K, 16K, 18K, 20K, 22K có thể làm việc ở nhiệt độ từ -20 đến +475 °C và không giới hạn áp suất (K – là mã hiệu thép chuyên dùng cho nồi hơi, thiết bị áp lực ... có hàm lượng cacbon trong thép từ 0,12 ÷ 0,25% C).

Thép hợp kim thấp mã hiệu 16Mn Si, 09MnSi, 10Mn2Si1 có thể làm việc ở nhiệt độ từ -40 đến +200 °C và không giới hạn áp suất.

Để chế tạo các loại mặt bích, khớp nối, nắp, các bộ phận bên trong, dầm đỡ và các chi tiết khác của thiết bị người ta sử dụng thép cán nóng định hình.

Các ống thép sử dụng để chế tạo các thân hình trụ, chùm ống, ống xoắn, các đầu nối ống với thân bình và các chi tiết khác của thiết bị. Trọng lượng ống trong các thiết bị trao đổi nhiệt có thân hình trụ thường lớn hơn trọng lượng của tất cả các bộ phận và các chi tiết còn lại.

Các loại mặt bích, mặt sàng và hàng loạt các chi tiết khác của thiết bị sẽ được chế tạo bằng phương pháp rèn và dập nếu không thể chế tạo từ thép tấm cán hoặc từ vật cán định hình, hay là vì lý do về kinh tế.

4.2.2 Tính toán thân bình hình trụ:

Các thiết bị trao đổi nhiệt của máy lạnh có cấu tạo bên ngoài là thân hình trụ chịu áp lực và các loại bình chứa có dạng hình trụ chịu áp lực đều phải được tính toán sức bền cẩn thận. Trong đó bề dày S của thân hình trụ phải được thoả mãn điều kiện sau đây:

$$S \geq \frac{P_R D_{tr}}{2[\sigma]\varphi_d - P_R} + C, \text{ mm} \quad (4.1)$$

Trong đó:

P_R – áp suất tính toán của thiết bị, MPa;

$[\sigma]$ – ứng suất cho phép của kim loại chế tạo thân hình trụ, MPa;

D_{tr} – đường kính trong của thân hình trụ, mm;

φ_d – hệ số bền của mối hàn dọc;

C – bề dày bổ sung, mm.

$$C = C_1 + C_2$$

C_1 là phần bề dày bổ sung để bù do sự ăn mòn khi tiếp xúc với các chất độc hại. C_1 phụ thuộc vào tính chất độc hại của môi chất làm việc, độ bền vững hóa học của vật liệu làm thân và thời gian làm việc của thiết bị. Nếu có đủ số liệu thử nghiệm về tốc độ ăn mòn của kim loại trong môi trường độc hại thì để xác định C_1 chỉ cần nhân nó với thời gian làm việc của thiết bị đã được chọn. Đối với các thân được chế tạo từ thép cacbon và làm việc ở điều kiện bị ăn mòn của không khí xung quanh thì $C_1 = 1 \div 3$ mm. Nếu cả hai

phía đều tiếp xúc với các chất độc hại thì giá trị C_1 phải được tăng lên. Đối với các thiết bị trao đổi nhiệt của máy lạnh giá trị C_1 thường chỉ tính một phía và chọn bằng 1 mm. Thành thạo đối với các thân hình trụ làm từ thép hợp kim cao hoặc từ thép cacbon nhưng có thêm một lớp kim loại bảo vệ thì $C_1 = 0$.

C_2 – là phần bề dày bổ sung để bù dung sai âm bề dày, mm.

$$C_2 = 1 \text{ mm} \quad \text{nếu } S \leq 20 \text{ mm}$$

$$C_2 = 0 \quad \text{nếu } S > 20 \text{ mm}$$

Một điều cần lưu ý trong quá trình gia công thân hình trụ như là kéo, dập, uốn... sẽ làm cho bề dày kim loại bị mỏng đi, do đó phải chọn tấm kim loại dùng để chế tạo thân hình trụ có bề dày lớn hơn giá trị S được xác định từ công thức (4.1) một giá trị C_3 để bù bề dày bị mỏng đi đó.

Áp suất dư cho phép bên trong thân bình được xác định theo công thức:

$$[P] = \frac{2[\sigma]\varphi_d(S - C)}{D_{tr} + (S - C)} \quad (4.2)$$

Việc tính toán sức bền theo áp suất dư bên trong thân bình theo công thức (4.1) đôi khi vẫn chưa đủ vì tác dụng lên thân bình còn có các lực khác nữa như ứng suất nhiệt, trọng lực, sức gió và địa chấn ...

Trong các thiết bị trao đổi nhiệt thường có cấu tạo là một thân hình trụ hai đầu được liên kết cứng với hai mặt sàng, còn các ống thì được núc chặt vào hai mặt sàng. Nếu thân bình và ống có nhiệt độ khác nhau và kim loại của chúng không giống nhau thì sự giãn nở nhiệt của chúng ở trạng thái tự do cũng sẽ khác nhau. Sự liên kết cứng giữa ống và thân bình thông qua các mặt sàng sẽ không cho phép sự đàn hồi tự do, cho nên sẽ phát sinh ứng suất nhiệt. Khi tính toán các lực nói trên người ta giả sử rằng các mặt sàng không bị biến dạng do đó ứng suất nhiệt sẽ phân bố đều trên tất cả các ống. Nếu sự chênh lệch nhiệt độ giữa các ống và thân bình tương đối lớn và đặc biệt khi kim loại của chúng khác nhau thì không thể bỏ qua sự kiểm tra ứng suất nhiệt. Bề dày thân bình tính theo ứng suất nhiệt có thể xác định theo công thức như sau:

$$S = \frac{F}{\pi D_{tr} \varphi_n [\sigma]} + C \quad (4.3)$$

F – tổng lực dọc trục được xác định bởi các lực tác dụng lên ống và thân và ứng suất nhiệt làm kéo giãn thân bình;

φ_n – hệ số bền của mối hàn ngang.

Để giảm ứng suất nhiệt có thể sử dụng các bộ phận bù giãn nở hình gợn sóng.

Giá trị S nào được xác định từ các công thức (4.1) và (4.3) có giá trị lớn hơn sẽ được chọn làm bề dày của thân bình.

Ngoài ra trọng lực cũng gây nên một ứng suất cho thân bình. Ví dụ có một thân bình đặt nằm ngang trên hai ổ đỡ (xem hình 4.1) được xem như một cái dầm đặt trên hai ổ đỡ chịu một tải trọng q phân bố đều dọc theo chiều dài:

$$q = \frac{G}{L + 0,75H}$$

G – trọng lượng của thân bình ở trạng thái làm việc;

L – chiều dài thân bình;

H – chiều cao của đáy bình.

Đối với thân bình có 2 ổ đỡ thì mỗi ổ đỡ sẽ chịu một tải trọng là $Q = 0,5G$

Như vậy thì mômen uốn ở giữa thân bình sẽ là

$$M_1 = Q(f_1L - b)$$

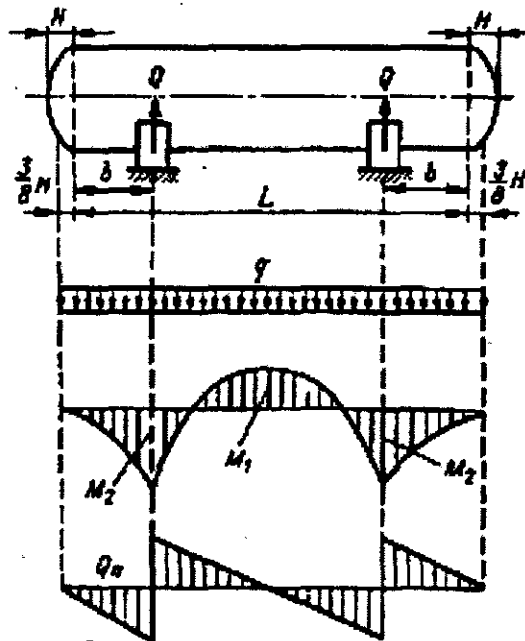
b – khoảng cách từ ổ đỡ đến đầu thân bình.

Mômen uốn tại tiết diện nằm trên ổ đỡ

$$M_2 = \frac{Q_b \left(1 - \frac{b}{L} + 0,5f_3 \frac{D_v}{b} - f_2 \right)}{f_2}$$

Lực cắt tại tiết diện trên ổ đỡ

$$Q_c = f_4 Q$$



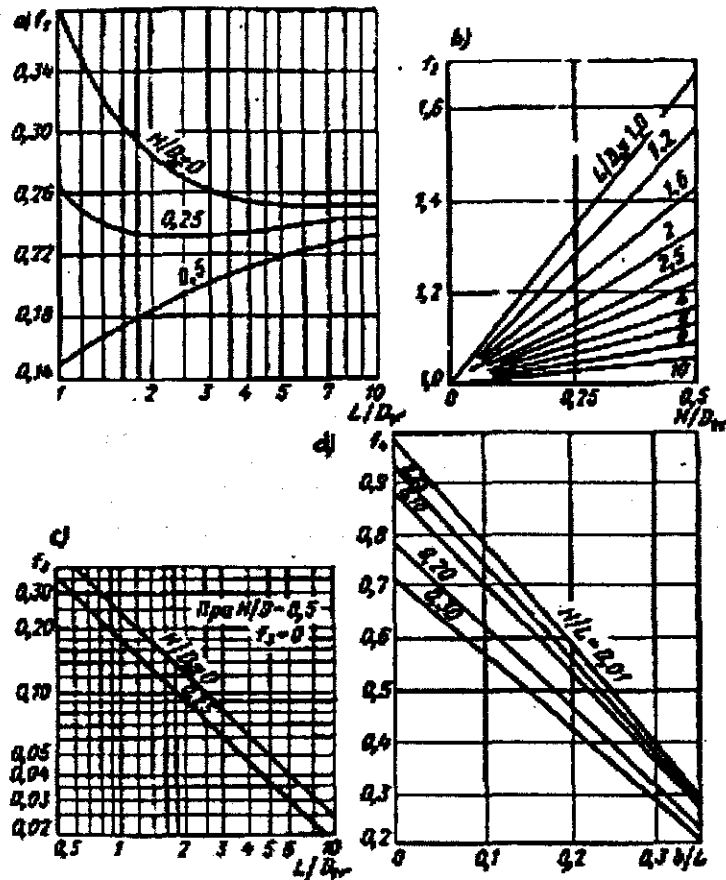
Hình 4.1 . Sơ đồ tính toán của thiết bị nằm ngang tựa trên 2 ổ đỡ dưới tác dụng của trọng lực.

Các hệ số f_1, f_2, f_3, f_4 xác định theo (hình 4.2) tùy thuộc vào các kích thước tương đối của thiết bị. Đối với loại thân bình không có đai kiềng thân thì $b \approx 0,2D_v$, còn nếu có thì $b \approx 0,2L$.

Thân bình sau khi đã xác định bề dày S theo các công thức (4.1) và (4.3) nhất thiết phải kiểm tra sức bền với các tải trọng như sau:

1. Lực tác dụng hỗn hợp do áp suất bên trong thiết bị và lực uốn dưới tác dụng của trọng lực.
2. Lực cắt và ứng suất vòng tròn ở tiết diện ổ đỡ của thân bình.

Độ bền của vách bình ở giữa và ở trên ổ đỡ khi bị tác dụng một lực hỗn hợp của áp suất trong P_R và lực uốn có thể kiểm tra bằng công thức:



Hình 4.2. Đồ thị xác định hệ số f_1 , f_2 , f_3 và f_4

$$\sigma_1 = \frac{P_R D_{tr}}{4(S-C)} + 1,275 \frac{|M_1|}{D_{tr}^2 (S-C)} \leq \varphi_n [\sigma] \quad (4.4)$$

$$\sigma_2 = \frac{P_R D_{tr}}{4(S-C)} + 1,275 \frac{|M_2|}{K_6 D_{tr}^2 (S-C)} \leq \varphi_n [\sigma] \quad (4.5)$$

K_6 - hệ số đối với thân bình không có đai kiềng ở tiết diện ổ đỡ, phụ thuộc vào góc ôm thiết bị của ổ đỡ δ và xác định theo hình 4.3, a. Nếu tại tiết diện ổ đỡ có đai kiềng thì $K_6 = 1$. Nếu thiết bị chịu tác dụng của lực dọc trục F được xác định bởi áp lực bên trong và ứng suất nhiệt thì số hạn đầu tiên trong các công thức (4.4) và (4.5) sẽ là:

$$\frac{F}{\pi D_{tr} (S-C)}$$

Điều kiện bền dưới tác dụng của lực cắt Q_c đối với thân bình không có đai kiềng tại ổ đỡ như sau:

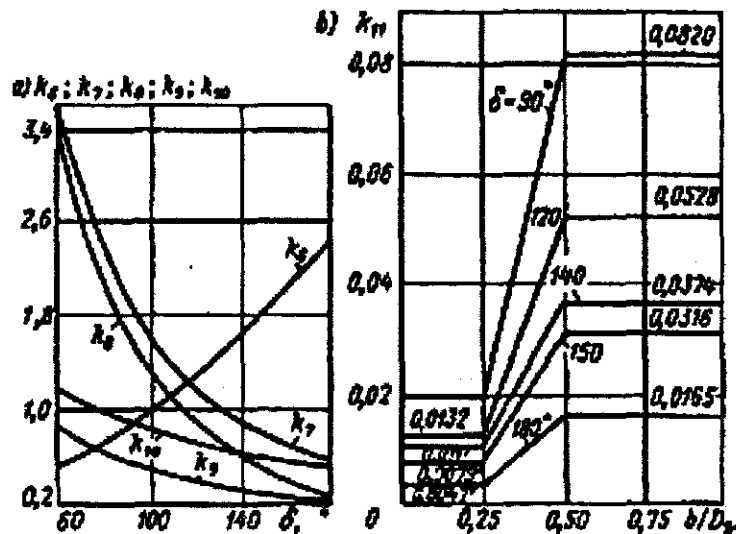
Nếu $b / D_{tr} > 0,25$

$$\tau = 2K_7 \frac{Q_c}{D_{tr} (S-C)} \leq 0,8[\sigma]$$

Nếu $b / D_{tr} \leq 0,25$

$$\tau = 2K_8 \frac{Q_c}{D_{tr}(S-C)} \leq 0,8[\sigma]$$

Các hệ số K_7, K_8 cũng xác định theo hình 4.3, a.



Hình 4.3. Đồ thị xác định các hệ số $K_6 - K_{10}$ (a) và K_{11} (b).

Ứng suất kéo tại đáy cong

$$\sigma_3 = 2K_9 \frac{Q_c}{D_{tr}(S-C)} + \sigma_4 \leq 1,25[\sigma] \quad (4.6)$$

K_9 – xác định theo hình 4.3, a;

σ_4 – ứng suất tại đáy cong do áp bên trong tạo ra (xem công thức 4.10).

Độ bền tại tiết diện ổ đỡ của thân bình không có đai kiềng cũng cần kiểm tra ứng suất vòng σ_s ở 2 điểm:

Điểm dưới của tiết diện ổ đỡ

$$\sigma_{s1} = K_{10} \frac{Q}{(S-C)l_e} \leq \varphi_n[\sigma] \quad (4.7)$$

Điểm trên tại đỉnh của ổ đỡ đối với thân bình có 2 ổ đỡ và $L/D_{tr} < 4$

$$\sigma_{s2} = \frac{Q}{(S-C)^2} \left[\frac{(S-C)}{4l_e} + 6K_{11} \frac{D_{tr}}{L} \right] \leq \varphi_n[\sigma] \quad (4.8)$$

Hệ số K_{10} xác định theo hình 4.3, a, còn K_{11} thì theo hình 4.3, b.

l_e – chiều dài hiệu dụng của thân bình tại tiết diện nằm trên ổ đỡ, xác định theo công thức:

$$l_e = B + 1,1 \sqrt{D_{tr}(S-C)}$$

nhưng không lớn hơn $B + 30(S-C)$

B – chiều rộng của ổ đỡ.

Nếu giữa ổ đỡ và thân bình có 1 tấm đỡ thì giá trị S trong các công thức (4.7) và (4.8) được thay thế bằng tổng bề dày của vách bình và tấm đỡ, nhưng không dày hơn $2S$. Ngoài ra còn cần kiểm tra sức bền của thân bình bên ngoài phạm vi của tấm đỡ. Lúc bấy giờ giá

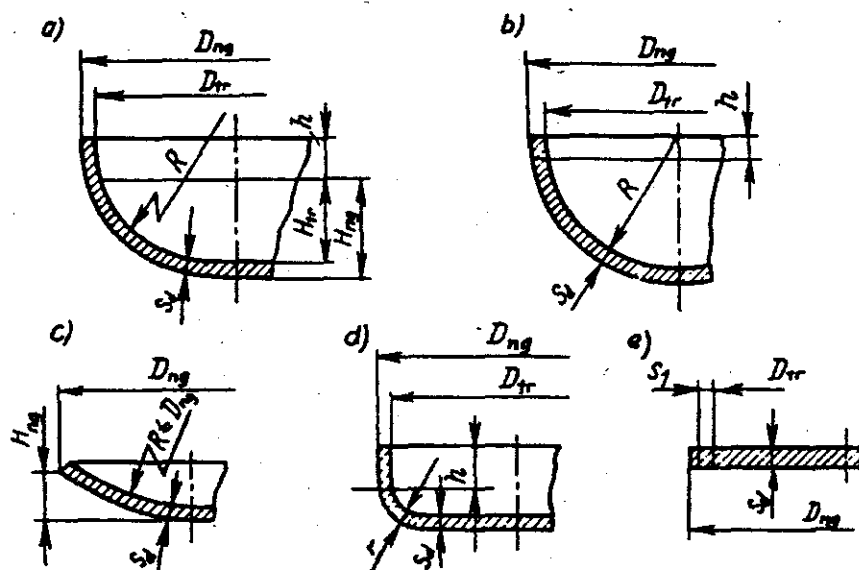
trị B sẽ được thay thế bằng bề rộng của tấm đỡ, còn K_{10} và K_{11} sẽ chọn theo góc ôm của tấm đỡ.

4.2.3 Tính toán các đáy cong và nắp:

Đáy cong được sử dụng nhiều nhất là loại có hình dạng elip được bo mép (hình 4.4, a). Đường cong kinh tuyến của đáy được thực hiện bằng $\frac{1}{2}$ đường elip. Đáy cong elip với kích thước dọc trục không lớn có khả năng chịu tải trọng cũng gần giống với thân hình trụ có cùng bề dày nhờ có sự phân bố tương đối đều các ứng suất do sự thay đổi bán kính đường cong từ ngoài vào tâm một cách từ từ và liên tục.

Đáy cong hình bán cầu có bo mép (hình 4.4, b) chỉ sử dụng trong các thiết bị lớn có $D = 3,6 \div 12$ m và bề dày $10 \div 36$ mm.

Các đáy cong hình tròn không bo mép (hình 4.4, c) thường được sử dụng như là một bộ phận của các loại nắp có thể tháo mở được, làm việc ở áp suất dư không quá 1,6 MPa. Các loại nắp phẳng có bo mép (hình 4.4, d) và không bo mép (hình 4.4, e) chỉ sử dụng ở áp suất dư không quá 0,07 MPa vì bề dày của chúng tính theo điều kiện sức bền sẽ lớn hơn rất nhiều so với bề dày của thân bình hình trụ. Ưu điểm của loại đáy phẳng là có cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo và rẻ tiền.



Hình 4.4. Kết cấu của các đáy cong và đáy phẳng.

Bề dày của đáy cong S_d hình elip và bán cầu có bo mép chịu áp lực bên trong với điều kiện.

$$0,002 \leq \frac{S_d - C}{D_{tr}} \leq 0,1$$

Và

$$0,2 \leq \frac{H_{tr}}{D_{tr}} \leq 0,5$$

được xác định theo công thức sau:

$$S_d = \frac{P_R R}{2\varphi[\sigma] - 0,5P_R} + C \quad (4.9)$$

Trong đó:

D_{tr} – đường kính trong của thân hình trụ;

H_{tr} – chiều cao bên trong của phần đáy cong không bị bo mép;

R – bán kính của đáy cong.

$$R = \frac{D_{tr}^2}{4H_{tr}}$$

($R = D_{tr}$ – đối với đáy elip có $H_{tr} = 0,25 D_{tr}$ và $R = 0,5D_{tr}$ đối với đáy bán cầu có $H_{tr} = 0,5 D_{tr}$)

Bề dày bổ sung C cũng được xác định như đối với thân bình hình trụ. Hệ số bền mỗi hàn φ cũng xác định theo bảng (4.3).

Nếu chiều dài phần bo mép hình trụ của đáy elip $h > 0,8 \sqrt{D_{tr}(S_d - C)}$ hoặc $h > 0,3 \sqrt{D_{tr}(S_d - C)}$ đối với đáy bán cầu thì bề dày của đáy cong không được nhỏ hơn bề dày của thân hình trụ đi theo nó được tính với giá trị $\varphi_d = 1$.

Ứng suất của đáy cong σ_4 trong công thức (4.6) có thể xác định theo công thức:

$$\sigma_4 = \frac{P_R R}{2(S_d - C)} + \frac{P_R}{4} \quad (4.10)$$

Cấu tạo của các mối hàn liên kết giữa đáy phẳng với thân hình trụ được biểu diễn trên hình 4.5. Bề dày của đáy phẳng được xác định theo công thức:

$$S_1 = K K_o D_R \sqrt{\frac{P_R}{\varphi[\sigma]}} + C \quad (4.11)$$

Hệ số K và đường kính tính toán D_R phụ thuộc vào cấu tạo của mối hàn ghép giữa đáy phẳng với thân hình trụ và có thể xác định theo bảng (4.1)

Hệ số làm yếu đáy phẳng K_o do có các lỗ trên mặt đáy xác định như sau:

Nếu chỉ có một lỗ có đường kính d , thì

$$K_o = \sqrt{1 + \frac{d}{D_R} + \left(\frac{d}{D_R}\right)^2} \quad (4.12)$$

Nếu có vài lỗ thì

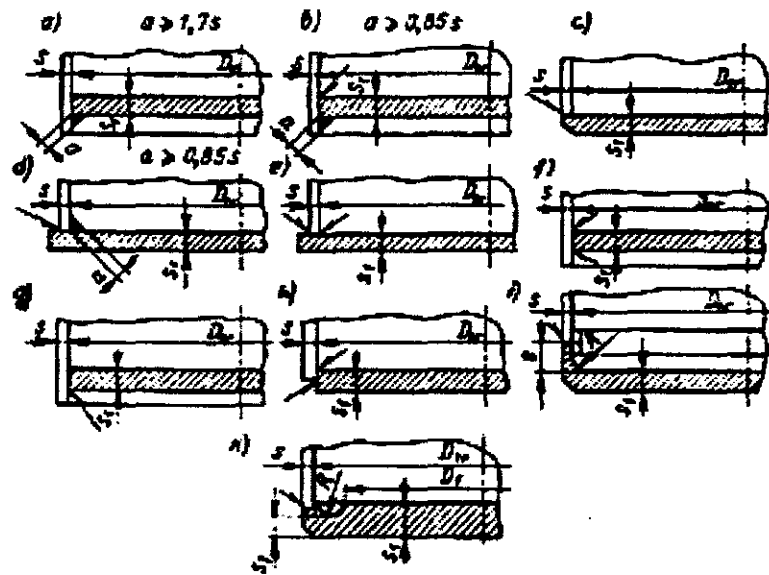
$$K_o = \sqrt{\frac{1 - \sum \left(\frac{d_i}{D_R}\right)^3}{1 - \sum \frac{d_i}{D_R}}} \quad (4.13)$$

Trong đó:

$\sum d_i$ – tổng chiều dài lớn nhất của các cung tròn của các lỗ nằm trong tiết diện yếu nhất của đáy phẳng.

Nếu đáy phẳng không có lỗ thì $K_0 = 1$

Trong tất cả các trường hợp giá trị S_1 đều không được nhỏ hơn bề dày S của thân hình trụ.



Hình 4.5. Cấu tạo mối hàn giữa đáy phẳng với thân hình trụ của thiết bị.

- a) hàn góc 1 phía không vát cạnh;
- b, d, h) hàn góc 2 phía không vát cạnh;
- c) hàn góc 1 phía và có vát 2 cạnh;
- e) hàn góc 2 phía và vát cạnh 2 phía của thân hình trụ;
- f) hàn góc 2 phía và vát cạnh 2 phía của đáy;
- g) hàn chữ T 1 phía và vát cạnh của đáy theo đường cong;
- i) hàn giáp mối 1 phía có lót;
- k) hàn khoá giáp mối 1 phía và vát 2 cạnh.

Bề dày phần mỏng hơn S_2 (hình 4.5, k) của đáy phẳng được xác định theo công thức:

$$S_2 \geq \max \left\{ (S_1 - C) \sqrt{\frac{3(D_R - D_1)}{D_R}}; \frac{0,5 D_R P_R}{[\sigma]} \right\} + C$$

Bảng 4.1 Giá trị K và D_R trong công thức (4.11)

Cấu tạo mối hàn (hình 4.5)	Điều kiện ghép nối	K	D _R
a	-	0,53	D _R = D _{tr}
b	-	0,50	
c	-	0,45	
d	-	0,50	
e	-	0,41	
f	(S-C)/(S ₁ -C) < 0,5	0,41	D _R = D _{tr}
	(S-C)/(S ₁ -C) ≥ 0,5	0,38	
g	(S-C)/(S ₁ -C) < 0,5	0,45	D _R = D _{tr}
	(S-C)/(S ₁ -C) ≥ 0,5	0,41	
h	(S-C)/(S ₁ -C) < 0,5	0,41	D _R = D _{tr}
	(S-C)/(S ₁ -C) ≥ 0,5	0,38	
i	$1 \geq \sqrt{D_{tr}(S-C)}$	$\max \left\{ 0,35; 0,45[1 - 0,23] \right\}$ $\left[x(S-C)/(S_1-C) \right]$	D _R = D _{tr} · R
	$1 < \sqrt{D_{tr}(S-C)}$	$\max \left\{ 0,4; 0,47[1 - 0,23] \right\}$ $\left[x(S-C)/(S_1-C) \right]$	
k	(S-C)/(S ₁ -C) < 0,5	0,41	D _R = D _{tr}
	(S-C)/(S ₁ -C) ≥ 0,5	0,38	

Các công thức nói trên được sử dụng trong trường hợp:

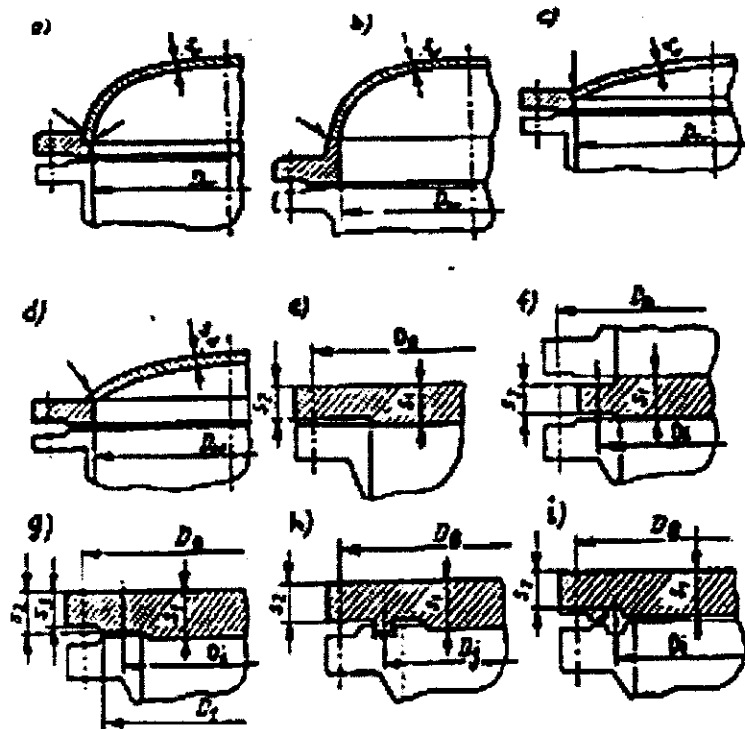
$$\frac{S_1 - C}{D_R} \leq 0,1$$

Nếu $\frac{S_1 - C}{D_R} > 0,1$ thì phải kiểm tra áp suất cho phép trong đáy cong theo công thức:

$$[P] = \left(\frac{S_1 - C}{KK_0 D_R} \right)^2 K_h \phi[\sigma]$$

Hệ số hiệu chỉnh K_h có thể xác định từ công thức sau:

$$K_h = \min \left\{ 1,0; \frac{2,2}{1 + \sqrt{1 + \left[\frac{6(S_1 - C)}{D_R} \right]^2}} \right\}$$



Hình 4.6. Các loại nắp có thể tháo mở được

- | | |
|--|---|
| a) nắp elip có mặt bích phẳng; | f) nắp phẳng được xiết chặt giữa 2 mặt bích; |
| b) nắp elip có mặt bích hàn giáp mối; | g) nắp phẳng có joong đệm trên gờ mặt bích; |
| c) nắp tròn hàn góc với mặt bích; | h) nắp phẳng có joong đệm ở trong rãnh; |
| d) nắp tròn hàn giáp mối với mặt bích; | i) nắp phẳng có joong đệm hình ôvan hoặc hình 8 cạnh. |
| e) nắp phẳng có joong đệm ở vành ngoài cùng của nắp. | |

Các loại nắp có thể tháo mở được biểu diễn trên hình 4.6. Bề dày của các loại nắp có hình elip S_d (hình 4.6, a và b) được xác định theo công thức (4.9). Mặt bích của các loại nắp này được chọn theo tiêu chuẩn hoặc đôi khi có thể chế tạo riêng biệt. Bề dày loại nắp tròn (hình 4.6, c và d) được xác định theo công thức:

$$S_d \geq \frac{0,58P_R R}{\phi[\sigma]} + C$$

Công thức trên được sử dụng ở điều kiện:

$$\frac{S_d - C}{R} \leq 0,1 \text{ và } 0,95.D_{tr} \leq R \leq D_{tr}$$

Các công thức để tính các loại nắp tròn và phẳng sử dụng ở điều kiện $(S_1 - C)/D_R \leq 0,1$ có thể như sau:

Bề dày của nắp có joong làm kín vành ngoài biên (hình 4.6, e) được xác định theo công thức (4.11) nhưng phải thay thế giá trị $K = 0,4$ và $D_R = D_b$ (D_b – đường kính của đường tròn đi qua tâm của các bulông mặt bích). Đối với loại nắp trên hình 4.6, f thì cũng sử dụng công thức (4.11) để tính bề dày của nắp nhưng phải thay giá trị $K = 0,41$ và $D_R = D_j$ (D_j – đường kính trung bình của lớp joong chèn kín). Hệ số K_0 cũng xác định theo các công thức (4.12) và (4.13).

Bề dày của nắp phẳng trên các hình (4.6, g, h và i) xác định theo công thức:

$$S_1 \geq K_0 K_1 D_R \sqrt{\frac{P_R}{\varphi[\sigma]}} + C$$

Hệ số K_1 được xác định theo công thức:

$$K_1 = 0,41 \sqrt{\left[1 + 3\psi \left(\frac{D_b}{D_j} - 1\right)\right] \frac{D_j}{D_b}}$$

Trong đó

$$\psi = 1 + \frac{R_j}{Q_p}$$

R_j – phản lực của tấm joong (xác định theo công thức 4.27);

Q_p – lực tác dụng lên nắp do áp suất bên trong tạo nên (xác định theo công thức 4.26).

Bề dày S_2 của nắp tại chỗ có joong chèn kính (hình 4.6, g, h và i) được xác định theo công thức:

$$S_2 \geq \max \left\{ K_2 \sqrt{\frac{P_b}{[\sigma]}}; 0,6 \frac{P_b}{[\sigma] D_j} \right\} + C \quad (4.14)$$

$$K_2 = 0,8 \sqrt{\frac{D_b}{D_j} - 1}$$

P_b – tải trọng của bulông được chọn từ giá trị lớn nhất trong các giá trị xác định từ điều kiện lắp đặt hoặc điều kiện làm việc (xem công thức 4.28 và 4.29).

Bề dày S_3 (hình 4.6, g) bên ngoài lớp joong xác định theo công thức (4.14), nhưng phải thay giá trị D_j trong công thức bằng giá trị D_1 (đường kính ngoài của gờ đặt joong).

4.2.4 Gia cường các lỗ trên thân hình trụ và trên đáy cong

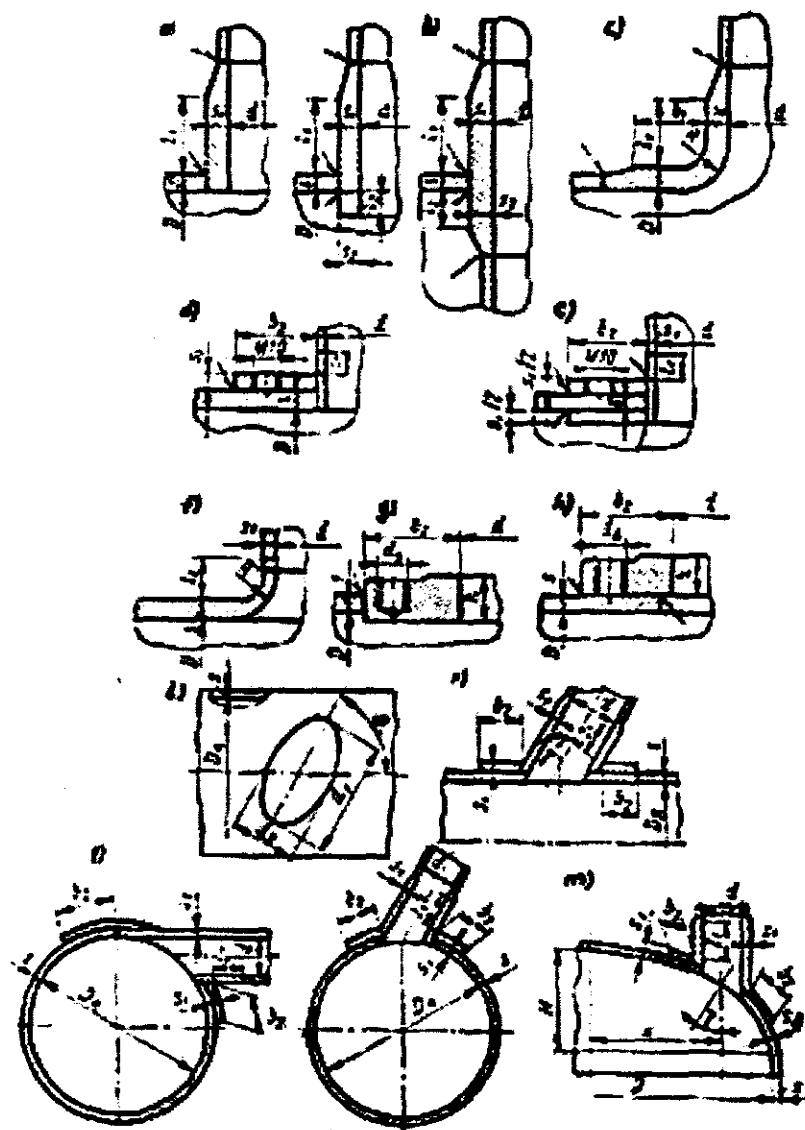
Trên thân bình và đáy cong của thiết bị nói chung đều có rất nhiều lỗ để làm các đầu nối các ống dẫn môi chất vào và ra khỏi bình hoặc để làm các loại nắp quan sát, nắp để làm vệ sinh bên trong bình ... Các lỗ đó sẽ làm giảm độ bền của bình, đồng thời xung quanh các lỗ sẽ tập trung một ứng suất rất lớn. Để cho tiết diện bị yếu đi không bị phá

hủy, thường thường người ta tăng cường thêm bề dày của tiết diện xung quanh các lỗ. Phương pháp này được gọi là phương pháp gia cường các lỗ (xem hình 4.7).

Phương pháp gia cường tốt nhất theo quan điểm công nghệ và kinh tế đó là gia cường các lỗ bằng các đầu nối hàn (hình 4.7, a và b). Nếu phương pháp gia cường này chưa đủ bền thì phải sử dụng đến các loại gia cường khác như: sử dụng các loại vòng đệm (hình 4.7, d và e), tấm lót (hình 4.7, c) và bo mép hình 4.7, f). Kiểu gia cường trên hình (4.7, g và h) thường được áp dụng trong trường hợp các đầu nối được lắp ghép với thân bình bằng mặt bích. Tất cả các vòng đệm và các bích gia cường đều phải có lỗ thông để kiểm tra M10 nằm phía dưới ở vị trí làm việc của thiết bị. Các lỗ này nối liền với đầu nối và qua lỗ này người ta nén không khí có áp suất 0,6 MPa để thử kín các mối hàn.

Đường kính tính toán d_R của các lỗ và các đầu nối phụ thuộc vào hình dạng và vị trí của chúng trên thân bình và đáy cong. Đối với các lỗ trên thân bình hoặc đáy cong khi có các đầu nối tiết diện tròn với đường kính trong là d , trục của đầu nối trùng với đường vuông góc với mặt phẳng của lỗ hoặc nằm trong mặt phẳng cắt ngang thân bình, và cả với các lỗ tròn có đường kính d không có đầu nối (hình 4.7, a, b, d, e, g, h, l) thì.

$$d_R = d + 2C$$



hình 4.7. Gia cường các lỗ.

- a- đầu nối hàn bên ngoài và bên trong; f- bo mép;
- b- ống hàn sâu vào bên trong thân bình; g- bích lắp vào trong;
- c- tấm lót; h- bích đệm;
- d- vòng đệm bên ngoài; i- bố trí lỗ ôvan trên thân;
- e- vòng đệm bên ngoài và bên trong; m- đầu nối bố trí trên đáy cong;
- k- bố trí đầu nối nghiêng trong mặt phẳng của tiết diện dọc theo thân;
- l- bố trí đầu nối trong mặt phẳng của tiết diện cắt ngang thân.

Đối với các lỗ để làm đầu nối có tiết diện tròn, trục của đầu nối trùng với đường vuông góc với mặt phẳng của lỗ và các lỗ được gia cường bằng tấm lót và bo mép (hình 4.7, c và f) thì:

$$d_R = d + 1,5 (R - S_R) + 2C$$

S_R – bề dày tính toán của thân hình trụ, tức là không kể bề dày bổ sung C .

Đối với lỗ có hình ôvan, trục lớn tạo một góc ω với đường sinh của thân bình (hình 4.7, i) và có đầu nối tiết diện tròn với đường kính trong là d , nghiêng một góc γ với đường vuông góc với bề mặt thân bình thì

$$d_R = (d + 2C)(1 + \operatorname{tg}^2 \gamma \cos^2 \omega)$$

Công thức trên được sử dụng ở điều kiện:

$$\gamma \leq 45^\circ \text{ và } \frac{d_1}{d_2} \leq 1 + \frac{2\sqrt{D_R(S-C)}}{d_2}$$

Những giới hạn này không áp dụng đối với các đầu nối có trục nằm trong mặt phẳng cắt ngang thân bình.

Đối với các lỗ cũng giống như vậy nhưng không có đầu nối thì

$$d_R = (d + 2C) \left[\sin^2 \omega + \left(\frac{d_1 + 2C}{d_2 + 2C} \right)^2 \cos^2 \omega \right]$$

Ở đây:

d_1, d_2 – trục lớn và trục nhỏ của lỗ ôvan (đối với các đáy lồi chọn $\omega = 0$).

Đối với lỗ của đầu nối trên đáy cong elip, tâm của lỗ nằm cách trục của đáy cong một khoảng cách bằng x (hình 4.7, m) thì:

$$d_R = \frac{d + 2C}{\sqrt{1 - \left(\frac{2x}{D_R} \right)^2}}$$

D_R – đường kính tính toán của đáy cong. Trong đó $\gamma \leq 60^\circ$ (xem hình 4.7, m). Giá trị D_R có thể xác định theo bảng (4.2).

Bảng 4.2 Đường kính tính toán D_R

Chi tiết gia cường	Điều kiện sử dụng công thức		D_R
	d_R/D_{tr}	S/D_{tr}	
Thân hình trụ	$\leq 1,0$	$\leq 0,1$	D_{tr}
Đoạn chuyển tiếp hoặc đáy hình nón		$\leq \frac{0,1}{\cos \alpha^*}$	$D_{tr}/\cos \alpha^*$
Đáy elip	$\leq 0,5$	$\leq 0,1$	$\frac{D_2}{2H} \sqrt{1 - 4 \frac{D_{tr}^2 - 4H^2}{D_{tr}^4} x^2}$
Đáy elip tiêu chuẩn ($H=0,25D_{tr}$)			$2D_{tr} \sqrt{1 - 3 \left(\frac{x}{D_{tr}} \right)^2}$
Đáy cầu			$2R$

α^* - góc tạo bởi đường sinh và trục đoạn hình nón của thân bình.

Bề dày tính toán của đáy elip có các lỗ, chịu áp lực dư bên trong được xác định theo công thức:

$$S_R = \frac{P_R D_R}{4\phi[\sigma] - P_R}$$

Còn bề dày tính toán của thân bình thì vẫn tính theo các công thức trước đây.

Các lỗ ở trong vùng ngoài cùng của đáy lồi cũng có thể cho phép thực hiện nếu:

$$d_R \leq \max\{S - C; 0,2\sqrt{D_R(S - C)}\}$$

Về nguyên tắc là không cho phép làm các lỗ ở trong vùng ngoài cùng của đáy và thân. Cho nên khoảng các x_0 theo hình chiếu của đường sinh trên mặt phẳng đáy cong từ biên cho đến trục đầu nối phải bằng:

Đối với đáy elip:

$$x_0 \geq 0,05(D_{tr} - d)$$

Đối với đáy cầu:

$$x_0 \geq \max\{0,1(D_{tr} + 2S); 0,09 + S\} + 0,5 d$$

Bề rộng của vùng được gia cường trên thân, trên đoạn chuyển tiếp và trên đáy cong khi không có các vòng đệm phải bằng:

$$B_0 = \sqrt{D_R(S - C)}$$

Khoảng cách từ đầu mút thân hình trụ đến trục đầu nối hoặc lỗ phải là:

$$x_0 \geq \frac{B_0 + d}{2}$$

Nếu đường kính tính toán của 1 lỗ duy nhất d_R không lớn hơn giá trị

$$d_{oR} = 2 \left(\frac{S-C}{S_R} - 0,8 \right) B_o$$

thì không cần gia cường. Trong trường hợp này đầu nối nên chọn từ các điều kiện về thiết kế và công nghệ.

Lỗ được coi là duy nhất nếu khoảng cách giữa biên của nó với biên của lỗ gần nhất với nó thỏa mãn điều kiện:

$$b_R \geq \sqrt{d'_R (S'_K + S - C)} + \sqrt{d''_R (S''_K + S - C)} \quad (4.15)$$

d'_R và d''_R – đường kính tính toán của các lỗ;

S'_K và S''_K – bề dày của các vòng đệm.

Bề dày tính toán của đầu nối chịu áp lực bên trong xác định theo công thức:

$$S_{IR} \geq \frac{P_R (d + 2C)}{2\varphi_1 [\sigma]_I - P_R}$$

Ở đây:

$[\sigma]_I$ – ứng suất cho phép của vật liệu làm đầu nối;

φ_1 – hệ số bền của mối hàn đầu nối.

Nếu mặt phẳng chứa mối hàn dọc và trục của đầu nối tạo với bề mặt cắt ngang của thân một góc không lớn hơn 30° thì có thể chọn $\varphi_1 = 1$. Trong các trường hợp khác $\varphi_1 < 1$ tùy thuộc vào loại và chất lượng mối hàn.

Nếu $d_R > d_{oR}$ thì phải kiểm tra sự gia cường các lỗ bằng đầu nối đã được chọn theo tiêu chuẩn.

Trong quá trình tính toán cần xác định các đại lượng sau đây:

Chiều dài tính toán phần ngoài của đầu nối dùng để gia cường lỗ

$$l_{IR} = \min \{ l_1; 1,25 \sqrt{(d + 2C)(S_1 - C)} \} \quad (4.16)$$

Chiều dài tính toán phần trong của đầu nối (hình 4.7, a, b).

$$l_{2R} = \min \{ l_2; 0,5 \sqrt{(d + 2C)(S_2 - 2C)} \} \quad (4.17)$$

Trong trường hợp đầu nối có bề dày không đổi theo chiều dài thì $S_1 = S_2$.

Bề dày tính toán vùng gia cường trên thân

$$b_{IR} = \min \{ l_K; B_o \}$$

l_K – khoảng cách từ vách ngoài của đầu nối đến chi tiết chịu lực gần nhất (mặt bích, ổ đỡ, vòng đệm ...)

Diện tích tính toán của tiết diện bị khoét lỗ

$$F_R = 0,5 (d_R - d_{oR}) S_R$$

Diện tích tính toán của tiết diện gia cường đối với vách cần gia cường

$$F_{SR} = b_{IR} (S - S_R - C)$$

Diện tích tính toán phần bên ngoài đầu nối

$$F_{1R} = l_{1R}(S_1 - S_{1R} - C)x_1$$

$$x_1 = \min \left\{ 1, 0; \frac{[\sigma]_1}{[\sigma]} \right\}$$

Diện tích tính toán của tiết diện gia cường bên trong đầu nối (hình 4.7, a, b)

$$F_{2R} = l_{2R}(S_2 - 2C)x_2$$

$$x_2 = \min \left\{ 1, 0; \frac{[\sigma]_2}{[\sigma]} \right\}$$

Sau đó cần kiểm tra điều kiện

$$F_{1R} + F_{2R} \geq F_R - F_{SR} \quad (4.18)$$

Nếu điều kiện trên được thoả mãn thì bề dày của đầu nối được chọn có thể đem ra sử dụng. Nếu điều kiện (4.18) không được thoả mãn thì bằng phương pháp tính gần đúng chúng ta tăng bề dày của đầu nối S_1 lên thêm một giá trị $\geq 0,15S$ và tính lại theo công thức (4.16) ÷ (4.18) cho đến khi thoả mãn điều kiện (4.18).

Xuất phát từ điều kiện để hàn, bề dày cực đại của đầu nối phải là $S_{1\max} = 1,45S$. Nếu với bề dày đó của đầu nối không thoả mãn được điều kiện (4.18) thì phải áp dụng loại gia cường bằng các vòng đệm (hình 4.7, d) có bề dày $S_K = 0,7S$.

Diện tích tính toán cần thiết của vòng đệm xác định theo công thức:

$$F_{3R} \geq F_R - (F_{SR} + F_{1R} + F_{2R}) \quad (4.19)$$

và bề rộng tính toán của nó là

$$b_{2R} = \frac{F_{3R}}{S_K x_3}$$

$$x_3 = \min \left\{ 1, 0; \frac{[\sigma]_3}{[\sigma]} \right\}$$

$[\sigma]_3$ – ứng suất cho phép của vật liệu làm vòng đệm.

Nếu $b_{2R} \leq \sqrt{D_R(S_K + S - C)}$ thì b_2 trong (hình 4.7, d) lấy bằng b_{2R} và bề dày của đầu nối để thực hiện S_1 thì lấy bằng giá trị lớn hơn gần nhất theo tiêu chuẩn thoả mãn điều kiện (4.19).

Nếu $b_{2R} > \sqrt{D_R(S_K + S - C)}$ thì phải tăng S_K lên một giá trị $\geq 0,15S$ và tính lại cho đến khi thoả mãn điều kiện (4.19). Trong trường hợp $S_K > 1,45S$ thì nên sử dụng loại gia cường bằng 2 vòng đệm (hình 4.7, e) nếu điều đó có thể làm được.

Vòng đệm để gia cường cho đáy lõi có dạng hình tròn, để gia cường cho thân hình trụ và đoạn chuyển tiếp thì có dạng ôvan (cho phép làm hình tròn nếu $d + 2b_2 \leq 0,6D_{tr}$).

Khi không có đầu nối và gia cường các lỗ bằng bích đệm (hình 4.7, h) hoặc bằng cách tăng thêm bề dày của vách thiết bị thì diện tích tính toán cần thiết của tiết diện gia cường được xác định theo công thức:

$$F_{3R} \geq F_R - F_{SR}$$

Đối với bích lắp vào trong (hình 4.7, g) thì $F_{SR} = 0$

Bề dày tính toán của bích đệm được chọn trong khoảng

$$b_{2R} \leq \sqrt{D_R (h + S - C)}$$

còn đối với bích lắp vào trong thì

$$b_{2R} \leq \sqrt{D_R (h - C)}$$

Bề dày cần thiết của mặt bích

$$h = \frac{F_{3R}}{b_{2R} \times x_2}$$

Bề rộng b_2 của vòng đệm và bích đệm được tính từ biên của lỗ.

4.2.5 Tính toán mặt sàng và ống:

Trong máy lạnh các thiết bị trao đổi nhiệt thường có cấu tạo là một thân hình trụ, ở hai đầu có hai mặt sàng cố định được hàn chặt vào thân. Loại thiết bị này tương đối đơn giản và dễ chế tạo. Ngoài ra còn có các loại thiết bị khác như loại thiết bị còn bù giãn nở nhiệt (một đầu cố định, còn đầu kia thì có thể tự do di động) hoặc loại thiết bị chỉ có một mặt sàng với các ống truyền nhiệt hình chữ U.

Các ống truyền nhiệt được lắp chặt vào mặt sàng thường bằng phương pháp núc. Phương pháp hàn có nhược điểm là hay bị ăn mòn tại khe hở và hai phía mối hàn cho nên ít khi được sử dụng.

Các ống được bố trí theo hình lục giác và trên các đỉnh của tam giác đều với bước ống t phụ thuộc vào đường kính ngoài của ống d_{ng} và không được nhỏ hơn các giá trị sau đây:

Nếu	$d_{ng} \leq 16 \text{ mm}$	thì $t = 1,2 d_{ng} + 3 \text{ mm}$
Nếu $17 \leq$	$d_{ng} \leq 60 \text{ mm}$	thì $t = 1,2 d_{ng} + 2 \text{ mm}$
Nếu $61 \leq$	$d_{ng} \leq 77 \text{ mm}$	thì $t = 1,2 d_{ng} + 1 \text{ mm}$
Nếu	$d_{ng} \geq 78 \text{ mm}$	thì $t = 1,2 d_{ng} \text{ mm}$

Bề dày mặt sàng S_m phải bảo đảm có thể núc được ống và phải thoả mãn điều kiện:

$$S_m \geq 0,5 D_E \sqrt{\frac{|P_o - P_R|}{[\sigma]}} + C \quad (4.20)$$

D_E – đường kính của vòng tròn có thể chứa được trong diện tích không có ống lớn nhất trên mặt sàng;

P_o và P_R – áp suất tính toán ở trong ống và bên ngoài ống;

$[\sigma]$ – ứng suất cho phép của vật liệu làm mặt sàng;

C – phần bề dày bổ sung.

Đối với các bình có môi chất chuyển động trong ống thành nhiều đường, bề dày của mặt sàng tại tiết diện của rãnh chứa các vách ngăn phải thoả mãn điều kiện:

$$S_r \geq (S_m - C) \max \left\{ \left[1 - \sqrt{\frac{d_o}{b_r} \left(\frac{t_r}{t} - 1 \right)} \right]; \sqrt{\varphi_m} \right\} + C \quad (4.21)$$

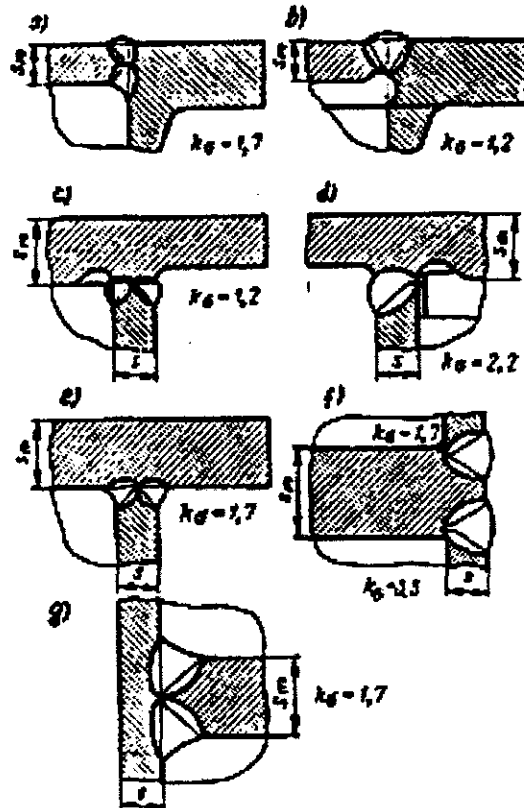
d_o – đường kính của lỗ để núc ống trên mặt sàng và có thể chọn bằng .

$$d_o = d_{ng} + (0,016 \div 0,020) d_{ng}$$

b_r – bề rộng của rãnh chứa các vách ngăn;

t_r – bước của lỗ bố trí trong vùng có rãnh chứa các vách ngăn.

$$\varphi_m = 1 - \frac{d_o}{t} \quad - \text{ hệ số bền của mặt sàng.}$$



Hình 4.8 Cấu tạo mối hàn nối giữa mặt sàng và thân bình

- a, b - mặt sàng không có bích với thân có bích;
- c, d, e - mặt sàng có bích với thân không có bích;
- f, g - mặt sàng không có bích với thân không có bích.

Kết cấu các loại mối hàn nối giữa mặt sàng và thân được trình bày trên hình 4.8. Trong đó có cả hệ số tập trung ứng suất hiệu dụng K_σ .

Đối với các loại kết cấu có $K_\sigma \leq 1,7$, làm việc ở áp suất nhỏ hơn độ chênh nhiệt độ nhỏ hơn 40°C với:

$$\frac{a - a_1}{S_m} \leq 3$$

$$a = \frac{D_{tr}}{2} \quad - \text{ bán kính trong của thân bình.}$$

a_1 - khoảng cách từ trục thân bình đến trục của một ống xa nhất.

Và nếu không có các yêu cầu bổ sung gì đối với độ cứng của mặt sàng thì có thể tính các chi tiết theo phương pháp giản đơn. Vì rằng các thông số về cấu tạo và vận hành của các thiết bị trao đổi nhiệt của máy lạnh thường thoả mãn các điều kiện nói trên, cho nên phương pháp tính đơn giản đối với chúng cũng đủ độ chính xác cần thiết. Trình tự tính toán như sau:

Hệ số ảnh hưởng của áp suất trong khoảng không gian giữa các ống:

$$\eta = 1 - \frac{id_{ng}^2}{4a_1^2}$$

Hệ số ảnh hưởng của áp suất trong ống

$$\eta_o = 1 - \frac{id_{tr}^2}{4a_1^2}$$

i - số ống truyền nhiệt trong thân bình;

d_{ng} và d_{tr} - đường kính ngoài và đường kính trong của ống.

Môđun đàn hồi của hệ thống ống (MN / m^3)

$$K_H = \frac{E_o(\eta_o - \eta)}{l_o}$$

E_o - môđun đàn hồi của vật liệu làm ống, MPa;

l_o - phân nửa chiều dài của ống, m.

Tỉ số qui đổi từ độ cứng của ống thành độ cứng của thân bình

$$\rho = \frac{K_H a_1 l_o}{E_t S}$$

E_t - môđun đàn hồi của vật liệu làm thân bình, MPa;

S - bề dày thân bình, m.

Đặc tính tương đối của vùng ngoài cùng của mặt sàng không có ống

$$m = \frac{a}{a_1}$$

Áp suất qui đổi (MPa)

$$P = [\alpha_t(t_t - t_o) - \alpha_o(t_o - t_1)]K_H l_o + [\eta_o - 1 + m_{tb} + m(m + 0,5 \cdot \rho \cdot K_q)]P_o - [\eta - 1 + m_{tb} + m(m + 0,3 \cdot \rho \cdot K_q)]P_R$$

Trong đó:

P_o và P_R - áp suất trong ống và ngoài ống, MPa;

α_t và α_o - hệ số giãn nở nhiệt của vật liệu làm thân và làm ống;

t_t , t_o , t_1 - nhiệt độ trung bình của thân, vách ống và nhiệt độ lắp ráp thiết bị ($t_1 = 20^\circ C$);

K_p, K_q – hệ số biến đổi độ cứng của hệ thống ống và thân bình (đối với các bình có mặt sàng cố định thì $K_p = K_q = 1$).

$$m_{tb} = \frac{0,15 \cdot i(d_o - S_o)^2}{a^2 l}$$

S_o – bề dày vách ống.

Hệ số độ cứng của mặt sàng ψ_o phụ thuộc vào η_o và được xác định như sau:

$\eta_o \dots$	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
----------------	------	------	------	------	------

$\psi_o \dots$	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30
----------------	------	------	------	------	------

$\eta_o \dots$	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
----------------	------	------	------	------	------

$\psi_o \dots$	0,37	0,44	0,51	0,59	0,68
----------------	------	------	------	------	------

Hệ số f_{lm} xác định theo hình 4.9 phụ thuộc vào các giá trị:

$$A' = \frac{|P|}{2[\sigma]_a K_q \varphi_m}$$

$$B' = \frac{\psi_o l_o}{S}$$

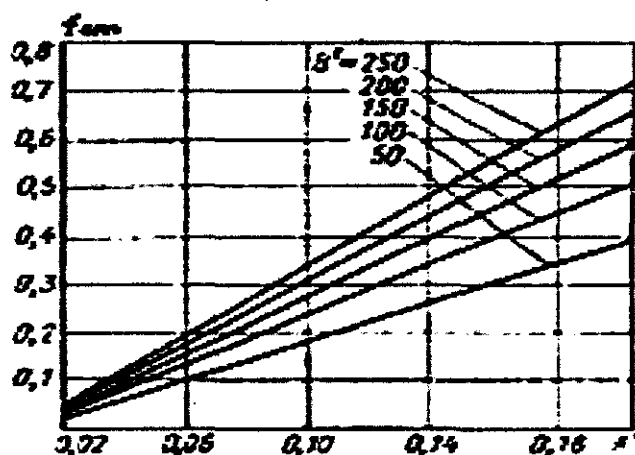
$[\sigma]_a$ – ứng suất biên độ cho phép của vật liệu làm mặt sàng;

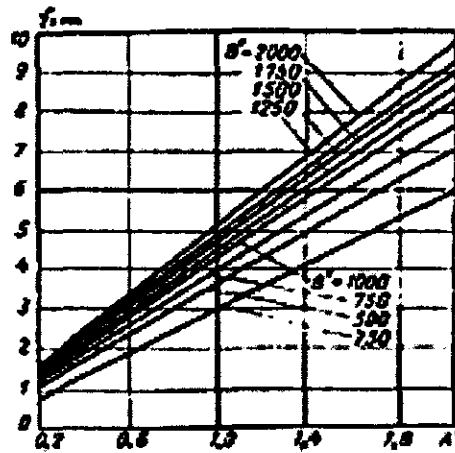
$[\sigma]_a = 490 \text{ MPa}$ – đối với thép cacbon khi $t_R \leq 380^\circ\text{C}$ và đối với thép hợp kim thấp khi $t_R \leq 420^\circ\text{C}$;

$[\sigma]_a = 540 \text{ MPa}$ – đối với thép ôtennit khi $t_R \leq 525^\circ\text{C}$.

Để đảm bảo độ bền cần thiết cho mặt sàng bề dày của nó phải thỏa mãn điều kiện:

$$S_m \geq \frac{f_{lm} S}{\eta_o - \eta} + C \quad (4.22)$$





Hình 4.9 Đồ thị xác định hệ số f_{1m} .

Giá trị S_m được chọn sẽ là giá trị lớn hơn xác định từ các công thức (4.20), (4.21) và (4.22).

Lực dọc trục trong thân bình.

$$F = \pi a^2 \left(P_o - \frac{P}{1 + \rho K_q} \right)$$

Lực dọc trục trong ống

$$N_o = \frac{\pi a^2 l}{4} [(\eta P_R - \eta_o P_o) + f_{2m} P]$$

Trong đó:

$$f_{2m} = \frac{\sqrt[4]{Z}}{\sqrt[4]{Z} + K_q}$$

$$Z = \frac{43,7}{B'} \left[\frac{S}{S_m(\eta_o - \eta)} \right]^2$$

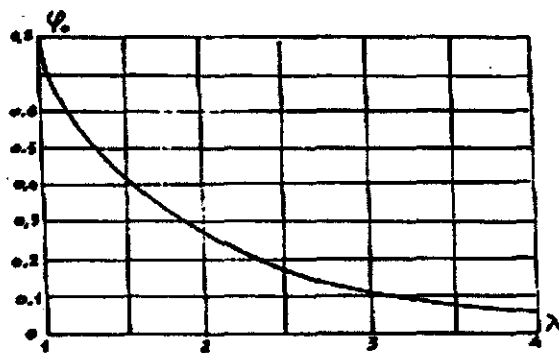
Điều kiện bền của ống

$$\frac{N_o}{\pi(d_{ng} - S_o)S_o} \leq [\sigma]_o$$

$[\sigma]_o$ – ứng suất cho phép của vật liệu làm ống.

Nếu $N_o < 0$ thì phải kiểm tra tính ổn định của các ống theo điều kiện:

$$\frac{|N_o|}{\varphi_o \pi(d_{ng} - S_o)S_o} \leq [\sigma]_o$$



Hình 4.10 Đồ thị xác định hệ số φ_0

Hệ số φ_0 được xác định theo hình 4.10 tùy thuộc vào độ mềm dẻo của ống λ

$$\lambda = 1,3 \sqrt{\frac{[\sigma]_0}{E_0}} \frac{l_R}{d_{ng} - S_0}$$

l_R - chiều dài tính toán của ống.

Đối với thiết bị không có các vách ngăn trung gian thì $l_R = l_0$, nếu có vách ngăn thì $l_R = \max \{L_{2R}; 0,7L_{1R}\}$

L_{2R} - khoảng cách lớn nhất giữa 2 vách ngăn;

L_{1R} - khoảng cách lớn nhất giữa mặt sàng và vách ngăn gần nhất.

Sau đó cần kiểm tra điều kiện liên kết giữa ống với mặt sàng theo biểu thức:

$$|N_o| \leq [N_o]$$

$[N_o]$ - phụ tải cho phép khi liên kết giữa ống với mặt sàng, phụ thuộc vào phương pháp liên kết. Nếu liên kết bằng phương pháp núc ống thì

$$[N_o] = d_{ng} l_B [q]$$

l_B - đoạn ống được núc vào mặt sàng

$[q]$ - phụ tải riêng cho phép.

Đối với ống trơn được núc thì

$$[q] = 14,7 \text{ MPa}$$

Đối với ống núc tại rãnh chứa vách ngăn thì

$$[q] = 29,4 \text{ MPa}$$

Đối với ống núc có bo mép thì

$$[q] = 39,2 \text{ MPa}$$

Nếu liên kết bằng phương pháp hàn hoặc phương pháp hàn rồi núc tiếp theo thì

$$[N_o] = \pi d_{ng} \delta \varphi_c \min \{[\sigma]_o; [\sigma]_m\}$$

δ - chiều cao mối hàn.

$$\varphi_c = \min \{0,5; (0,95 - 0,2l_g N)\}$$

$[\sigma]_m$ - ứng suất cho phép của mặt sàng.

$N = 2000$ - là số lần thay đổi nhiệt trong suốt cả thời gian phục vụ của thiết bị

Nếu bằng phương pháp núc rồi hàn tiếp theo thì

$$[N_o] = d_{ng} l_B [q] + 1,9 d_{ng} \delta \varphi_c \min \{[\sigma]_o; [\sigma]_m\}$$

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM VÀ CHỈ TIÊU KINH TẾ NĂNG LƯỢNG CỦA HỆ THỐNG CÁC THIẾT BỊ

5.1 Xác định hệ số nhiệt của máy lạnh hấp thụ

Hệ số nhiệt của máy lạnh hấp thụ được xác định theo công thức dưới đây:

$$\zeta = \frac{Q_o}{Q_{BH}} \quad (5-1)$$

Q_o – năng suất lạnh của máy lạnh hấp thụ;

Q_{BH} – tiêu hao nhiệt trong bình bốc hơi của máy lạnh hấp thụ, kcal/h.

Công thức (5-1) có thể viết dưới dạng như sau:

$$\zeta = \frac{G_{NH_3} q_o}{G_{NH_3} q_{BH}} = \frac{q_o}{q_{BH}} \quad (5-2)$$

G_{NH_3} – lượng hơi NH_3 đi vào bình ngưng, kg/h;

q_o – năng suất lạnh riêng, kcal/kg;

q_{BH} – tiêu hao nhiệt ở điều kiện $G_{NH_3} = 1$ kg.

$$q_o = i_4 - i_3$$

$$q_{BH} = (1 + R)i_{11} - Ri_{12} - i_9 + f(i_9 - i_8)$$

Trong đó:

Bội số tuần hoàn

$$f = \frac{\xi_{11} - \xi_a}{\xi_r - \xi_a}$$

ξ_{11} – nồng độ NH_3 trong hơi ra khỏi tháp tinh luyện;

ξ_a – nồng độ NH_3 trong dung dịch đối;

ξ_r – nồng độ NH_3 trong dung dịch no.

Phần hồi lưu:

$$R = \frac{1 - \xi_{11}}{\xi_{11} - \xi_r}$$

i – là entanpy của môi chất làm việc tại các điểm trên sơ đồ.

Các giá trị ξ và i đều có thể xác định theo giản đồ i - ξ của dung dịch NH_3 nếu biết được áp suất và nhiệt độ của chúng. Như vậy để xác định hệ số sử dụng nhiệt ζ ta chỉ cần đo áp suất và nhiệt độ của môi chất làm việc tại các điểm nói trên của chu trình.

5.2 Xác định hiệu suất của tháp đá hoặc bể đá

Để tính các tổn thất lạnh trong tháp đá hoặc bể đá ta có thể sử dụng công thức dưới đây:

$$\eta_d = \frac{Q_d}{Q_o} \quad (5-3)$$

η_d – hiệu suất của tháp đá hoặc bể đá;

Q_d – năng lượng đông đá, kcal/h.

Như vậy các tổn thất lạnh trong tháp đá và bể đá sẽ là các tổn thất lạnh ra môi trường xung quanh và tổn thất lạnh do xả đá.

Năng lượng đông đá có thể xác định theo công thức:

$$Q_d = G_d(0,5t_d + 80 + t_{H_2O}), \text{ kcal/h}$$

G_d – năng suất làm đá của tháp đá hoặc bể đá (không kể thời gian xả đá), kg/h;

t_d – nhiệt độ của đá với dấu ngược lại, °C;

t_{H_2O} – nhiệt độ của nước sử dụng để làm đá, °C.

Để xác định η_d ta chỉ cần xác định lượng đá làm ra trong 1 giờ G_d và các nhiệt độ t_d và t_{H_2O} là đủ.

5.3 Xác định hiệu suất của bình bốc hơi

Để làm bốc hơi NH_3 trong bình bốc hơi ta phải tốn một lượng hơi nước là:

$$D = \frac{Q_{BH}}{r \eta_{BH}}, \text{ kg/h}$$

r – nhiệt ẩn hóa hơi của hơi nước, kcal/kg;

η_{BH} – hiệu suất của bình bốc hơi (tính đến tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh của bình bốc hơi).

Từ công thức trên ta có thể xác định η_{BH} :

$$\eta_{BH} = \frac{Q_{BH}}{Dr} \quad (5.4)$$

5.4 Xác định tổn thất nhiệt trong bình chứa nước ngưng

Hơi nước làm bốc hơi NH_3 trong bình bốc hơi sẽ ngưng tụ thành nước và được chứa trong bình chứa, sau đó sẽ được bơm vào lò hơi. Tuy nhiên nhiệt độ của nước ngưng đã bị giảm đi nhiều, cho nên để biến nước ngưng này thành hơi, lò hơi phải tiêu hao một lượng nhiệt là:

$$D(i - i_{nc}) > D_r$$

i – entanpy của hơi nước ra khỏi lò, kcal/kg;

i_{nc} – entanpy của nước cấp vào lò, kcal/kg.

như vậy thì

$$\eta_c = \frac{Dr}{D(i - i_{nc})} = \frac{r}{i - i_{nc}} \quad (5-5)$$

η_c – có thể gọi là hiệu suất của bình chứa nước ngưng cũng được.

5.5 Xác định hiệu suất của lò hơi

Hiệu suất của lò hơi có thể xác định theo công thức sau:

$$\eta_l = \frac{D(i - i_{nc})}{BQ'_{th}} \quad (5-6)$$

D – năng suất hơi của lò hơi, kg/h;

i – entanpy của hơi ra khỏi lò, kcal/kg;

i_{nc} – entanpy của nước cấp vào lò, kcal/kg;

B – tiêu hao nhiên liệu cho lò hơi, kg/h;

Q'_{th} – nhiệt trị thấp của nhiên liệu, kcal/kg.

Có thể xác định i theo áp suất của hơi ra khỏi lò, còn i_{nc} thì theo nhiệt độ của nước cấp vào lò.

5.6 Xác định hiệu suất của cả hệ thống máy lạnh hấp thụ:

Hiệu suất của cả hệ thống lạnh hấp thụ phải tính đến tất cả các tổn thất trong hệ thống và được xác định theo công thức dưới đây:

$$\eta = \frac{Q_d}{BQ'_{th}} \quad (5-7)$$

hay là:

$$\eta = \zeta \eta_d \eta_{BH} \eta_l \eta_c \quad (5-8)$$

Từ đó ta thấy η có thể xác định theo công thức (5-7) hoặc theo (5-8) nếu biết từng giá trị hiệu suất của các thiết bị trong hệ thống.

Trong thời gian xả đá và cửa đá các máy móc thiết bị của hệ thống lạnh vẫn hoạt động bình thường với công suất như đã có khi chưa xả đá. Tuy nhiên trong thời gian này hệ thống không hề sản xuất đá mà vẫn phải tiêu hao năng lượng, cho nên hiệu suất của hệ thống lạnh nếu có kể đến thời gian xả đá và cửa đá thì phải nhỏ hơn hiệu suất như chưa xả đá và được xác định theo công thức:

$$\eta' = \eta \frac{G'_d}{G_d} \quad (5-9)$$

G_d – năng suất đá của tháp đá (bể đá) khi không kể thời gian xả đá và cửa đá, kg/h;

G'_d – năng suất đá của tháp đá (bể đá) khi có kể thời gian xả đá và cửa đá, kg/h.

$$\frac{G'_d}{G_d} = \frac{\tau'}{\tau}$$

τ – thời gian của 1 mẻ đá (có kể cả thời gian xả đá và cửa đá), h;

τ' – thời gian đông đá (không kể thời gian xả đá và cửa đá), h.

5.7 Xác định tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1 kg đá

Tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1 kg đá được xác định theo công thức:

$$b = \frac{B}{G'_d} = \frac{Q'_d}{G'_d Q'_{th}\eta'} = \frac{0,5t_d + 80 + t_{H_2O}}{Q'_{th}\eta'} , \text{ kg/kg} \quad (5-10)$$

Lưu ý:

$$Q'_d = G'_d (0,5t_d + 80 + t_{H_2O})$$

5.8 Xác định hệ số truyền nhiệt của các thiết bị trao đổi nhiệt

Hệ số truyền nhiệt của các thiết bị trao đổi nhiệt được xác định theo một công thức chung dưới đây:

$$K = \frac{Q}{F\Delta t_l} , \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Trong đó:

Q – phụ tải nhiệt của thiết bị, kcal/h;

F – diện tích truyền nhiệt của thiết bị, m^2 ;

Δt_l – độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit, $^\circ\text{C}$.

Cách xác định các giá trị Q , F và Δt_l đã được nói trong chương 3. Riêng đối với giá trị Q còn có thể xác định theo một phương pháp đơn giản hơn như sau:

- Phụ tải nhiệt của bình bốc hơi Q_{BH} xác định theo công thức (5-3).
- Phụ tải nhiệt của bình ngưng.

$$Q_K = G_{H_2O} (t_{w2}^K - t_{w1}^K)$$

Trong đó:

G_{H_2O} – lượng nước giải nhiệt đi qua bình ngưng, bình hấp thụ và bình hồi lưu (chuyển động nối tiếp), kg/h;

t_{w1}^K và t_{w2}^K – nhiệt độ nước giải nhiệt vào và ra khỏi bình ngưng, $^\circ\text{C}$.

- Phụ tải nhiệt của bình hấp thụ.

$$Q_A = G_{H_2O} (t_{w2}^A - t_{w1}^A)$$

Trong đó:

t_{w1}^A và t_{w2}^A – nhiệt độ nước giải nhiệt vào và ra khỏi bình hấp thụ, $^\circ\text{C}$.

- Phụ tải nhiệt của bình hồi lưu.

$$Q_{HL} = G_{H_2O} (t_{w2}^{HL} - t_{w1}^{HL})$$

Trong đó:

t_{w1}^{HL} và t_{w2}^{HL} – nhiệt độ nước giải nhiệt vào và ra khỏi bình hồi lưu, $^\circ\text{C}$.

5.9 Xác định sai số trong quá trình thực nghiệm

Để thiết lập thí nghiệm một cách đúng đắn theo một phương pháp đã chọn cần biết trước các nguyên nhân tạo ra các sai số. Đó là:

- Các dụng cụ đo có độ chính xác không cao, lắp đặt không đúng và chia độ không chính xác.
- Chế độ nhiệt bị sai lệch với chế độ tính toán của thiết bị.
- Các điều kiện biên không được đảm bảo chặt chẽ.
- Chưa tính hết các tổn thất nhiệt.

Các loại sai số như lắp đặt dụng cụ đo không đúng, chia độ không chính xác vv... là những sai số mang tính hệ thống. Chúng rất dễ khắc phục bằng cách kiểm tra kỹ lưỡng các dụng cụ đo và toàn bộ sơ đồ đo hoặc bằng cách đưa thêm vào các hệ số hiệu chỉnh trong quá trình xử lý các số liệu thử nghiệm. Còn các loại sai số mang tính ngẫu nhiên thì rất khó khắc phục. Trong một số trường hợp chúng ta chỉ có thể giảm bớt hoặc loại bỏ chúng mà thôi.

Độ chính xác của kết quả đo là sai số tương đối của thí nghiệm. Đó là tỉ số giữa sai số tuyệt đối Δy và giá trị tuyệt đối của đại lượng đo y . Và có thể công nhận một cách gần đúng rằng:

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{dy}{y} = d(\ln y)$$

Tức là sai số tương đối của một thí nghiệm được xác định bằng vi phân toàn phần của $\ln y$. Nếu y là một hàm số của nhiều biến số $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ thì $\frac{dy}{y} = d(\ln y) = d \ln f(x_1, x_2, x_3, \dots)$ và sai số tương đối của y sẽ bằng tổng giá trị tuyệt đối của tất cả các số hạng trong phương trình trên.

Cụ thể là:

$$\text{Nếu } y = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

$$\text{thì } \Delta y = \pm (|\Delta x_1| + |\Delta x_2| + \dots + |\Delta x_n|)$$

$$\text{và } \frac{\Delta y}{y} = \pm \left(\frac{|\Delta x_1| + |\Delta x_2| + \dots + |\Delta x_n|}{y} \right)$$

$$\text{nếu } y = x_1 - x_2$$

$$\text{thì } \Delta y = \pm (|\Delta x_1| + |\Delta x_2|)$$

$$\text{và } \frac{\Delta y}{y} = \pm \left(\frac{|\Delta x_1| + |\Delta x_2|}{y} \right)$$

$$\text{nếu } y = x_1 x_2$$

$$\text{thì } \Delta y = \pm \left(\left| \frac{\Delta x_1}{x_1} \right| + \left| \frac{\Delta x_2}{x_2} \right| \right) x_1 x_2$$

$$\text{và } \frac{\Delta y}{y} = \pm \left(\left| \frac{\Delta x_1}{x_1} \right| + \left| \frac{\Delta x_2}{x_2} \right| \right)$$

$$\text{nếu } y = \frac{x_1}{x_2}$$

$$\text{thì } \Delta y = \pm \left(\left| \frac{\Delta x_1}{x_1} \right| + \left| \frac{\Delta x_2}{x_2} \right| \right) \frac{x_1}{x_2}$$

$$\text{và } \frac{\Delta y}{y} = \pm \left(\left| \frac{\Delta x_1}{x_1} \right| + \left| \frac{\Delta x_2}{x_2} \right| \right)$$

Vận dụng vào điều kiện cụ thể ta sẽ xác định được sai số của các đại lượng như sau:

- Hệ số nhiệt của máy lạnh hấp thụ.

$$\zeta = \frac{q_o}{q_{BH}} = \frac{i_4 - i_3}{(1+R)i_{11} - Ri_{12} - i_9 + f(i_9 - i_8)}$$

Sai số tương đối của ζ sẽ được xác định theo công thức dưới đây:

$$\frac{\Delta \zeta}{\zeta} = \pm \left\{ \frac{|\Delta i_4| + |\Delta i_3|}{i_4 - i_3} + \left[\frac{|\Delta i_{11}| + \left(\left| \frac{\Delta R}{R} \right| + \frac{|\Delta i_{11}| + |\Delta i_{12}|}{i_{11} - i_{12}} \right) \times R(i_{11} - i_{12}) + |\Delta i_9| + \left(\left| \frac{\Delta f}{f} \right| + \frac{|\Delta i_9| + |\Delta i_8|}{i_9 - i_8} \right) f(i_9 - i_8)}{[(1+R)i_{11} - Ri_{12} - i_9 + f(i_9 - i_8)]} \right] \right\} \quad (5-11)$$

Trong đó:

$$f = \frac{\xi_{11} - \xi_a}{\xi_r - \xi_a}$$

$$\text{và } \frac{\Delta f}{f} = \pm \left(\frac{|\Delta \xi_{11}| + |\Delta \xi_a|}{\xi_{11} - \xi_a} + \frac{|\Delta \xi_r| + |\Delta \xi_a|}{\xi_r - \xi_a} \right)$$

$$R = \frac{1 - \xi_{11}}{\xi_{11} - \xi_r}$$

$$\text{và } \frac{\Delta R}{R} = \pm \left(\frac{|\Delta \xi_{11}|}{1 - \xi_{11}} + \frac{|\Delta \xi_{11}| + |\Delta \xi_r|}{\xi_{11} - \xi_r} \right)$$

Hệ số ζ cũng có thể xác định theo công thức đơn giản hơn như sau:

$$\zeta = \frac{Q_o}{Q_{BH}} = \frac{G_{NH3}(i_4 - i_3)}{Dr\eta_{BH}}$$

Trong đó hiệu suất bình bốc hơi η_{BH} có thể coi như là một giá trị không đổi và có thể chọn bằng $0,97 \div 0,98$ lúc đó:

$$\frac{\Delta \zeta}{\zeta} = \pm \left(\left| \frac{\Delta G_{NH3}}{G_{NH3}} \right| + \frac{|\Delta i_4| + |\Delta i_3|}{i_4 - i_3} + \left| \frac{\Delta D}{D} \right| + \left| \frac{\Delta r}{r} \right| \right) \quad (5-12)$$

- Hiệu suất của tháp đá hoặc bể đá.

$$\eta_d = \frac{Q_d}{Q_o} = \frac{G_d(0,5t_d + 80 + t_{H2O})}{G_{NH3}(i_4 - i_3)}$$

Sai số tương đối của η_d sẽ được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta \eta_d}{\eta_d} = \pm \left(\left| \frac{\Delta G_d}{G_d} \right| + \frac{0,5|\Delta t_d| + |\Delta t_{H2O}|}{0,5t_d + 80 + t_{H2O}} + \left| \frac{\Delta G_{NH3}}{G_{NH3}} \right| + \frac{|\Delta i_4| + |\Delta i_3|}{i_4 - i_3} \right) \quad (5-13)$$

- Hiệu suất của bình chứa nước ngưng.

$$\eta_c = \frac{r}{i - i_{nc}}$$

Sai số tương đối của η_c sẽ được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta \eta_c}{\eta_c} = \pm \left(\left| \frac{\Delta r}{r} \right| + \frac{|\Delta i| + |\Delta i_{nc}|}{i - i_{nc}} \right) \quad (5-14)$$

- Hiệu suất của lò hơi.

$$\eta_l = \frac{D(i - i_{nc})}{BQ'_{th}}$$

Trong trường hợp này nhiệt trị thấp của nhiên liệu Q'_{th} là một giá trị không đổi.

Từ đó sai số tương đối của η_l sẽ xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta \eta_l}{\eta_l} = \pm \left(\left| \frac{\Delta D}{D} \right| + \frac{|\Delta i| + |\Delta i_{nc}|}{i - i_{nc}} + \left| \frac{\Delta B}{B} \right| \right) \quad (5-15)$$

- Hiệu suất của toàn bộ hệ thống lạnh hấp thụ.

$$\eta = \zeta \eta_d \eta_{BH} \eta_l \eta_c$$

Sai số tương đối của η được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \pm \left(\left| \frac{\Delta \zeta}{\zeta} \right| + \left| \frac{\Delta \eta_d}{\eta_d} \right| + \left| \frac{\Delta \eta_l}{\eta_l} \right| + \left| \frac{\Delta \eta_c}{\eta_c} \right| \right) \quad (5-16)$$

Như vậy sai số tương đối của hiệu suất của toàn bộ hệ thống lạnh hấp thụ bằng tổng các sai số tương đối của hệ số nhiệt, hiệu suất của tháp đá (bể đá) của lò hơi và của bình chứa nước ngưng. Các giá trị này đã được xác định theo công thức (5-11), (5-12), (5-13), (5-14) và (5-15) đã nói ở trên.

Ngoài ra hiệu suất η cũng có thể xác định theo công thức đơn giản hơn (công thức 5-7) dưới đây:

$$\eta = \frac{Q_d}{BQ'_{th}} = \frac{G_d(0,5t_d + 80 + t_{H2O})}{BQ'_{th}}$$

Sai số tương đối của η được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \pm \left(\left| \frac{\Delta G_d}{G_d} \right| + \frac{0,5|\Delta t_d| + |\Delta t_{H2O}|}{0,5t_d + 80 + t_{H2O}} + \left| \frac{\Delta B}{B} \right| \right) \quad (5-17)$$

Nếu có kể đến thời gian xả đá và cửa đá thì

$$\eta' = \eta \frac{Q'_d}{Q_d}$$

Vậy sai số tương đối của η' sẽ xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta \eta'}{\eta'} = \pm \left(\left| \frac{\Delta \eta}{\eta} \right| + \left| \frac{\Delta Q'_d}{Q'_d} \right| + \left| \frac{\Delta Q_d}{Q_d} \right| \right) \quad (5-18)$$

- Tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1 kg đá.

$$b = \frac{B}{G'_d}$$

Sai số tương đối

$$\frac{\Delta b}{b} = \pm \left(\left| \frac{\Delta B}{B} \right| + \left| \frac{\Delta G'_d}{G'_d} \right| \right) \quad (5-19)$$

Hoặc

$$b = \frac{0,5t_d + 80 + t_{H2O}}{Q'_{th}\eta'}$$

Sai số tương đối

$$\frac{\Delta b}{b} = \pm \left(\frac{0,5|\Delta t_d| + |\Delta t_{H2O}|}{0,5t_d + 80 + t_{H2O}} + \left| \frac{\Delta \eta'}{\eta'} \right| \right) \quad (5-20)$$

- Hệ số truyền nhiệt của bình bốc hơi

$$K_{BH} = \frac{Q_{BH}}{F_{BH} \Delta t_l^{BH}}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Trong đó:

Phụ tải nhiệt của bình bốc hơi có thể xác định theo công thức đơn giản dưới đây:

$$Q_{BH} = D r \eta_{BH}, \text{ kcal/h}$$

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình bốc hơi xác định theo công thức:

$$\Delta t_l^{BH} = \frac{t_9 - t_8}{\ln \frac{t_H - t_8}{t_H - t_9}}, ^\circ\text{C}$$

F_{BH} – diện tích truyền nhiệt của bình bốc hơi, m^2 .

Từ đó sai số tương đối khi xác định K_{BH} được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta K_{BH}}{K_{BH}} = \pm \left[\left| \frac{\Delta D}{D} \right| + \left| \frac{\Delta F_{BH}}{F_{BH}} \right| + \left| \frac{\Delta r}{r} \right| + \frac{|\Delta t_9| + |\Delta t_8|}{t_9 - t_8} + \left(\frac{|\Delta t_H| + |\Delta t_8|}{t_H - t_8} + \frac{|\Delta t_H| + |\Delta t_9|}{t_H - t_9} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_H - t_8}{t_H - t_9}} \right] \quad (5-21)$$

- Hệ số truyền nhiệt của bình hấp thụ

$$K_A = \frac{Q_A}{F_A \Delta t_l^A}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Trong đó:

Phụ tải nhiệt của bình hấp thụ có thể xác định theo công thức:

$$Q_A = G_{H_2O} (t_{w2}^A - t_{w1}^A), \text{ kcal/h}$$

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình hấp thụ xác định theo công thức:

$$\Delta t_l^A = \frac{t_{w2}^A - t_{w1}^A}{\ln \frac{t_{10} - t_{w2}^A}{t_6 - t_{w1}^A}}, ^\circ\text{C}$$

F_A – diện tích truyền nhiệt của bình hấp thụ, m^2 .

Từ đó:

$$K_A = \frac{G_{H_2O} \ln \frac{t_{10} - t_{w2}^A}{t_6 - t_{w1}^A}}{F_A}$$

Sai số tương đối khi xác định K_A sẽ được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta K_A}{K_A} = \pm \left[\left| \frac{\Delta G_{H_2O}}{G_{H_2O}} \right| + \left| \frac{\Delta F_A}{F_A} \right| + \left(\frac{|\Delta t_{10}| + |\Delta t_{w2}^A|}{t_{10} - t_{w2}^A} + \frac{|\Delta t_6| + |\Delta t_{w1}^A|}{t_6 - t_{w1}^A} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_{10} - t_{w2}^A}{t_6 - t_{w1}^A}} \right] \quad (5-22)$$

- Hệ số truyền nhiệt của bình ngưng.

$$K_K = \frac{Q_K}{F_K \Delta t_l^K}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Trong đó:

Phụ tải nhiệt của bình ngưng có thể xác định theo công thức:

$$Q_K = G_{H_2O} (t_{w2}^K - t_{w1}^K), \text{ kcal/h}$$

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình ngưng xác định theo công thức

$$\Delta t_l^K = \frac{t_{w2}^K - t_{w1}^K}{\ln \frac{t_K - t_{w1}^K}{t_K - t_{w2}^K}}, ^\circ\text{C}$$

F_K – diện tích truyền nhiệt của bình ngưng, m^2 .

Từ đó:

$$K_K = \frac{G_{H_2O} \ln \frac{t_K - t_{w1}^K}{t_K - t_{w2}^K}}{F_K}$$

Sai số tương đối khi xác định K_K sẽ được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta K_K}{K_K} = \pm \left[\left| \frac{\Delta G_{H_2O}}{G_{H_2O}} \right| + \left| \frac{\Delta F_K}{F_K} \right| + \left(\frac{|\Delta t_K| + |\Delta t_{w1}^K|}{t_K - t_{w1}^K} + \frac{|\Delta t_K| + |\Delta t_{w2}^K|}{t_K - t_{w2}^K} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_K - t_{w1}^K}{t_K - t_{w2}^K}} \right] \quad (5-23)$$

- Hệ số truyền nhiệt của bình hồi lưu.

$$K_{HL} = \frac{Q_{HL}}{F_{HL} \Delta t_l^{HL}}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Trong đó:

Phụ tải nhiệt của bình hồi lưu có thể xác định theo công thức giản đơn:

$$Q_{HL} = G_{H_2O} (t_{w2}^{HL} - t_{w1}^{HL}), \text{ kcal/h}$$

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit của bình hồi lưu:

$$\Delta t_l^{HL} = \frac{(t_{11} - t_{w2}^{HL}) - (t_K - t_{w1}^{HL})}{\ln \frac{t_{11} - t_{w2}^{HL}}{t_K - t_{w1}^{HL}}}, ^\circ\text{C}$$

F_{HL} – diện tích truyền nhiệt của bình hồi lưu, m^2 .

Sai số tương đối khi xác định K_{HL} sẽ được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta K_{HL}}{K_{HL}} = \pm \left[\left| \frac{\Delta G_{H_2O}}{G_{H_2O}} \right| + \frac{|\Delta t_{w2}^{HL}| + |\Delta t_{w1}^{HL}|}{t_{w2}^{HL} - t_{w1}^{HL}} + \left| \frac{\Delta F_{HL}}{F_{HL}} \right| + \left(\frac{|\Delta t_{11}| + |\Delta t_{w2}^{HL}|}{t_{11} - t_{w2}^{HL}} + \frac{|\Delta t_K| + |\Delta t_{w1}^{HL}|}{t_K - t_{w1}^{HL}} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_{11} - t_{w2}^{HL}}{t_K - t_{w1}^{HL}}} + \frac{|\Delta t_{11}| + |\Delta t_{w2}^{HL}| + |\Delta t_K| + |\Delta t_{w1}^{HL}|}{(t_{11} - t_{w2}^{HL}) - (t_K - t_{w1}^{HL})} \right] \quad (5-24)$$

- Hệ số truyền nhiệt của bình hồi nhiệt.

$$K_{HN} = \frac{Q_{HN}}{F_{HN} \Delta t_l^{HN}}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Trong đó:

Phụ tải nhiệt của bình hồi nhiệt được xác định theo công thức:

$$Q_{HN} = G_{NH_3} f(i_8 - i_7), \text{ kcal/h}$$

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit.

$$\Delta t_l^{HN} = \frac{(t_9 - t_8) - (t_{10} - t_6)}{\ln \frac{t_9 - t_8}{t_{10} - t_6}}, ^\circ\text{C}$$

F_{HN} – diện tích truyền nhiệt của bình hồi nhiệt, m^2 .

Sai số tương đối khi xác định K_{HN} sẽ được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta K_{HN}}{K_{HN}} = \pm \left[\left| \frac{\Delta G_{NH3}}{G_{NH3}} \right| + \left| \frac{\Delta f}{f} \right| + \frac{|\Delta i_8| + |\Delta i_7|}{i_8 - i_7} + \left| \frac{\Delta F_{HN}}{F_{HN}} \right| + \left(\frac{|\Delta t_9| + |\Delta t_8|}{t_9 - t_8} + \frac{|\Delta t_{10}| + |\Delta t_6|}{t_{10} - t_6} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_9 - t_8}{t_{10} - t_6}} + \frac{|\Delta t_9| + |\Delta t_8| + |\Delta t_{10}| + |\Delta t_6|}{(t_9 - t_8) - (t_{10} - t_6)} \right] \quad (5-25)$$

Lưu ý:

$$\frac{\Delta f}{f} = \pm \left(\frac{|\Delta \xi_{11}| + |\Delta \xi_a|}{\xi_{11} - \xi_a} + \frac{|\Delta \xi_r| + |\Delta \xi_a|}{\xi_r - \xi_a} \right)$$

Mặt khác ta thấy:

$G_{NH3}f = G_{dd}$ – lượng dung dịch no NH_3 đi qua bình hồi nhiệt, kg/h.

G_{dd} có thể đo được trong quá trình vận hành, cho nên.

$$Q_{HN} = G_{dd} (i_8 - i_7), \text{ kcal/h}$$

Từ đó sai số tương đối của K_{HN} có thể xác định theo công thức đơn giản hơn như sau:

$$\frac{\Delta K_{HN}}{K_{HN}} = \pm \left[\left| \frac{\Delta G_{dd}}{G_{dd}} \right| + \frac{|\Delta i_8| + |\Delta i_7|}{i_8 - i_7} + \left| \frac{\Delta F_{HN}}{F_{HN}} \right| + \left(\frac{|\Delta t_9| + |\Delta t_8|}{t_9 - t_8} + \frac{|\Delta t_{10}| + |\Delta t_6|}{t_{10} - t_6} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_9 - t_8}{t_{10} - t_6}} + \frac{|\Delta t_9| + |\Delta t_8| + |\Delta t_{10}| + |\Delta t_6|}{(t_9 - t_8) - (t_{10} - t_6)} \right] \quad (5-26)$$

- Hệ số truyền nhiệt của bình quá lạnh.

$$K_{ql} = \frac{Q_{ql}}{F_{ql} \Delta t_l^{ql}}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Trong đó:

Phụ tải nhiệt của bình quá lạnh

$$Q_{ql} = G_{NH3} (i_2 - i_3), \text{ kcal/h}$$

Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit

$$\Delta t_l^{ql} = \frac{(t_5 - t_0) - (t_K - t_3)}{\ln \frac{t_5 - t_0}{t_K - t_3}}, ^\circ\text{C}$$

F_{ql} – diện tích truyền nhiệt của bình quá lạnh, m^2 .

Sai số tương đối khi xác định K_{ql} sẽ được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta K_{ql}}{K_{ql}} = \pm \left[\left| \frac{\Delta G_{NH3}}{G_{NH3}} \right| + \frac{|\Delta i_2| + |\Delta i_3|}{i_2 - i_3} + \left| \frac{\Delta F_{ql}}{F_{ql}} \right| + \left(\frac{|\Delta t_5| + |\Delta t_0|}{t_5 - t_0} + \frac{|\Delta t_K| + |\Delta t_3|}{t_K - t_3} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_5 - t_0}{t_K - t_3}} + \frac{|\Delta t_5| + |\Delta t_0| + |\Delta t_K| + |\Delta t_3|}{(t_5 - t_0) - (t_K - t_3)} \right] \quad (5-27)$$

5.10 Kết quả thực nghiệm

Sau khi đã hoàn tất khâu chế tạo, lắp đặt và hiệu chỉnh mô hình máy lạnh hấp thụ chúng tôi đã tiến hành đo đạc, thu thập số liệu (xem phụ lục) trong nhiều lần và trong nhiều ngày. Đồng thời việc xử lý các số liệu thực nghiệm cũng được tiến hành đầy đủ theo đúng qui trình. Kết quả cho thấy các số liệu sau đây là thường gặp nhất trong quá trình thực nghiệm:

Áp suất ngưng tụ (trong bình ngưng)	$P_K = 14 \text{ at}$
Nhiệt độ ngưng tụ (trong bình ngưng)	$t_K = 36^\circ\text{C}$
Áp suất trong bình bốc hơi	$P_{BH} = 15 \text{ at}$
Áp suất sôi (trong tháp đá hoặc bể đá)	$P_o = 3 \text{ at}$
Nhiệt độ sôi (trong tháp đá hoặc bể đá)	$t_o = -10^\circ\text{C}$
Áp suất trong bình hấp thụ	$P_A = 2,5 \text{ at}$

Cũng bằng cách đo đạc hoặc tính toán tra bảng và giản đồ vv... ta sẽ nhận được các kết quả sau đây:

Nồng độ dung dịch đối NH_3	$\xi_a = 0,296$
Nồng độ dung dịch no NH_3	$\xi_r = 0,396$
Nồng độ NH_3 trong hơi vào bình hồi lưu	$\xi_{11} = 0,953$
Bội số tuần hoàn	

$$f = \frac{\xi_{11} - \xi_a}{\xi_r - \xi_a} = \frac{0,953 - 0,296}{0,396 - 0,296} = 6,57$$

Phần hồi lưu

$$R = \frac{1 - \xi_{11}}{\xi_{11} - \xi_r} = \frac{1 - 0,953}{0,953 - 0,396} = 0,0844$$

Thông số của môi chất làm việc tại các điểm trong chu trình máy lạnh hấp thụ (hình 2-1)

Nhiệt độ, °C	Entanpy, kcal/kg
$t_1 = t_K = 36$	$i_1 = 312$
$t_2 = t_K = 36$	$i_2 = 39$
$t_3 = 19$	$i_3 = i_{3'} = 19,6$
$t_4 = t_o = -10$	$i_4 = 309$
$t_5 = 25$	$i_5 = 329,4$
$t_6 = 35$	$i_6 = -23$
$t_7 = 37$	$i_7 = -20,8$
$t_8 = 102$	$i_8 = 53$
$t_9 = 120$	$i_9 = 79$
$t_{10} = 40$	$i_{10} = i_{10'} = -9$
$t_{11} = 97$	$i_{11} = 363$
$t_{12} = 97$	$i_{12} = 48$

Áp suất hơi nước tại lò hơi	4 at
Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi	3at
Nhiệt độ nước cấp vào lò	$t_{nc} = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$
Nhiệt độ của nước vào bình hấp thụ	$30\text{ }^{\circ}\text{C}$
Nhiệt độ của nước vào bình ngưng	$33\text{ }^{\circ}\text{C}$
Nhiệt độ của nước vào bình hồi lưu	$35\text{ }^{\circ}\text{C}$
Nhiệt độ của nước vào tháp giải nhiệt	$35,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Lưu lượng nước giải nhiệt	$10\text{ m}^3/\text{h}$

5.10.1 Xác định các chỉ tiêu năng lượng

$$\begin{aligned}
 q_o &= i_4 - i_{3'} \\
 &= 309 - 19,6 \\
 &= 289,4 \quad \text{kcal/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{BH} &= (1 + R)i_{11} - Ri_{12} - i_9 + f(i_9 - i_8) \\
 &= (1 + 0,0844)363 - 0,0844.48 - 79 + 6,57(79 - 53) \\
 &= 481,4 \quad \text{kcal/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_k &= i_1 - i_2 \\
 &= 312 - 39 \\
 &= 273 \quad \text{kcal/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_A &= f(i_{10'} - i_6) - i_{10'} + i_5 \\
 &= 6,57(23 - 9) + 9 + 329,4 \\
 &= 430,4 \quad \text{kcal/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{HL} &= (1 + R)i_{11} - i_1 - Ri_{12} \\
 &= (1 + 0,0844)363 - 312 - 0,0844.48 \\
 &= 77,6 \quad \text{kcal/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{HN} &= f(i_8 - i_7) \\
 &= 6,57(53 + 20,8) \\
 &= 484,9 \quad \text{kcal/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{ql} &= i_2 - i_3 \\
 &= 39 - 19,6 \\
 &= 19,4 \quad \text{kcal/kg}
 \end{aligned}$$

Hệ số nhiệt của máy lạnh hấp thụ

$$\zeta = \frac{q_o}{q_{BH}} = \frac{289,4}{481,4} = 0,6$$

Từ phương trình cân bằng nhiệt của bình ngưng ta có thể xác định lượng hơi NH_3 đi vào bình ngưng.

$$G_{\text{NH}_3} = \frac{G_{\text{H}_2\text{O}}(t_{w2}^K - t_{w1}^K)10^3}{q_K}, \text{ kg/h}$$

$G_{\text{H}_2\text{O}} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ – lưu lượng nước giải nhiệt;

t_{w1}^K và t_{w2}^K – nhiệt độ của nước giải nhiệt vào và ra khỏi bình ngưng, $^{\circ}\text{C}$.

$$G_{\text{NH}_3} = \frac{10(35 - 33)10^3}{273} = 73,26 \text{ kg/h}$$

Từ đó ta có thể xác định:

Năng suất lạnh của tháp đá hoặc bể đá

$$Q_o = G_{\text{NH}_3}q_o = 73,26 \cdot 289,4 = 21.201,4 \text{ kcal/h}$$

Phụ tải nhiệt của bình bốc hơi

$$Q_{BH} = G_{\text{NH}_3}q_{BH} = 73,26 \cdot 481,4 = 35.267,4 \text{ kcal/h}$$

Phụ tải nhiệt của bình ngưng

$$Q_K = G_{\text{NH}_3}q_K = 73,26 \cdot 273 = 20.000 \text{ kcal/h}$$

Phụ tải nhiệt của bình hấp thụ

$$Q_A = G_{\text{NH}_3}q_A = 73,26 \cdot 430,4 = 31.531,1 \text{ kcal/h}$$

Phụ tải nhiệt của bình hồi lưu

$$Q_{HL} = G_{\text{NH}_3}q_{HL} = 73,26 \cdot 77,6 = 5685 \text{ kcal/h}$$

Phụ tải nhiệt của bình hồi nhiệt

$$Q_{HN} = G_{\text{NH}_3}q_{HN} = 73,26 \cdot 484,9 = 35.523,8 \text{ kcal/h}$$

Phụ tải nhiệt của bình quá lạnh

$$Q_{ql} = G_{NH_3} q_{ql} = 73,26 \cdot 19,4 = 1421,2 \text{ kcal/h}$$

Năng lượng đông đá

$$Q_d = G_d (0,5 t_d + 80 + t_{H_2O}), \text{ kcal/h}$$

Các số liệu đo được là:

1. Sản xuất nước đá viên

$$G_d = 160 \text{ kg/h}; \quad t_d = -5^\circ\text{C}; \quad t_{H_2O} = 28^\circ\text{C}$$

Vậy:

$$Q_d = 160(0,5 \cdot 5 + 80 + 28) = 17.680 \text{ kcal/h}$$

Hiệu suất của tháp đá

$$\eta_d = \frac{Q_d}{Q_o} = \frac{17.680}{21.201,4} = 0,834$$

Hiệu suất của bình bốc hơi

$$\eta_{BH} = \frac{Q_{BH}}{Dr} = \frac{35.267,4}{70,3 \cdot 517,3} = 0,97$$

Trong đó:

Lượng hơi tiêu hao cho bình bốc hơi đo được là

$$D = 70,3 \text{ kg/h}$$

Nhiệt ẩn hoá hơi: $r = 517,3 \text{ kcal/kg}$ (ở áp suất 3 at)

Hiệu suất bình chứa nước ngưng

$$\eta_c = \frac{r}{i - i_{nc}} = \frac{517,3}{653,9 - 90} = 0,917$$

Trong đó:

$$i = 653,9 \text{ kcal/kg (ở áp suất 4 at)}$$

$$i_{nc} = 90 \text{ kcal/kg (ở nhiệt độ } t_{nc} = 90^\circ\text{C)}$$

Hiệu suất của lò hơi

$$\eta_l = \frac{D(i - i_{nc})}{BQ_{th}^l}$$

Trong đó:

B – tiêu hao nhiên liệu cho lò hơi, kg/h;

Q_{th}^l – nhiệt trị thấp của nhiên liệu, kcal/kg.

- Khi đốt than cám

$$B = 9,2 \text{ kg/h}$$

$$Q_{th}^l = 5610 \text{ kcal/kg}$$

$$\eta_l = \frac{70,3(563,9 - 90)}{9,2 \cdot 5610} = 0,77$$

- Khi đốt trấu hoặc mùn cưa

$$B = 17,6 \text{ kg/h}$$

$$Q_{th}^I = 3000 \text{ kcal/kg}$$

$$\eta_l = \frac{70,3(563,9 - 90)}{17,6 \cdot 3000} = 0,75$$

Hiệu suất của cả hệ thống lạnh:

$$\eta = \zeta \eta_{BH} \eta_d \eta_c \eta_l$$

- Khi đốt than cám

$$\eta = 0,6 \cdot 0,97 \cdot 0,834 \cdot 0,917 \cdot 0,77 = 0,343$$

- Khi đốt trấu hoặc mùn cưa

$$\eta = 0,6 \cdot 0,97 \cdot 0,834 \cdot 0,917 \cdot 0,75 = 0,334$$

η cũng có thể xác định theo công thức đơn giản hơn:

$$\eta = \frac{Q_d}{BQ_{th}^I}$$

- Khi đốt than cám

$$\eta = \frac{17680}{9,2 \cdot 5610} = 0,343$$

- Khi đốt trấu hoặc mùn cưa

$$\eta = \frac{17680}{17,6 \cdot 3000} = 0,335$$

Nếu có kể đến thời gian xả đá và cửa đá thì

$$\eta' = \eta \frac{G'_d}{G_d} = \eta \frac{\tau'}{\tau}$$

$G'_d = 133,3 \text{ kg/h}$ – là năng suất đá của tháp đá khi có kể thời gian xả đá và cửa đá.

$\tau = 36 \text{ phút}$ – là thời gian của cả 1 mẻ đá (có kể thời gian xả đá và cửa đá).

$\tau' = 30 \text{ phút}$ – là thời gian đông 1 mẻ đá (không kể thời gian xả đá và cửa đá).

- Khi đốt than cám

$$\eta' = 0,343 \frac{133,3}{160} = 0,286$$

- Khi đốt trấu hoặc mùn cưa

$$\eta' = 0,335 \frac{133,3}{160} = 0,279$$

Tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1 kg đá:

$$b = \frac{B}{G'_d}, \text{ kg/kg}$$

Hoặc

$$b = \frac{Q'_d}{G'_d Q_{th}^I \eta'} = \frac{0,5t_d + 80 + t_{H_2O}}{Q_{th}^I \eta'}, \text{ kg/kg}$$

Trong đó, năng suất đá trung bình (nếu có kể thời gian xả đá) $G'_d = 133,3 \text{ kg/h}$, tức là lượng đá sản xuất trong ngày (24 h) vào khoảng 3200 kg.

- Khi đốt than cám

$$b = \frac{9,2}{133,3} = 0,069 \text{ kg/kg}$$

Hoặc

$$b = \frac{0,5 \cdot 5 + 80 + 28}{5610 \cdot 0,286} = 0,069 \text{ kg/kg}$$

- Khi đốt trấu hoặc mùn cưa

$$b = \frac{17,6}{133,3} = 0,132 \text{ kg/kg}$$

Hoặc

$$b = \frac{0,5 \cdot 5 + 80 + 28}{3000 \cdot 0,279} = 0,132 \text{ kg/kg}$$

2. Sản xuất nước đá cây

Việc sản xuất nước đá cây và nước đá viên về cơ bản cũng giống nhau. Cả bể đá và tháp đá đều sử dụng chung các thiết bị còn lại (phần chung). Năng suất đá trong ngày (24 h) của đá cây cũng chọn bằng năng suất đá của đá viên, tức là: 3200 kg/ngày. Tuy nhiên vì thời gian mỗi mẻ đá cây dài hơn (3,5 h) và thời gian xả đá ít hơn (không có cửa đá), cho nên hiệu suất của cả hệ thống có kể thời gian xả đá η' của đá cây sẽ lớn hơn đá viên. Còn hiệu suất của hệ thống không kể thời gian xả đá thì cơ bản vẫn như nhau:

Cụ thể là:

- Khi đốt than cám

$$\eta = 0,343$$

$$\eta' = \eta \frac{\tau'}{\tau} = 0,343 \frac{205'}{210'} = 0,335$$

$$b = \frac{0,5 t_d + 80 + t_{H_2O}}{Q'_{th} \eta'} = \frac{0,5 \cdot 5 + 80 + 28}{5610 \cdot 0,335} = 0,059 \text{ kg/kg}$$

- Khi đốt trấu hoặc mùn cưa

$$\eta = 0,335$$

$$\eta' = 0,335 \frac{205'}{210'} = 0,327$$

$$b = \frac{0,5 \cdot 5 + 80 + 28}{3000 \cdot 0,327} = 0,113 \text{ kg/kg}$$

Từ các số liệu đo và tính toán được ta thấy trừ tháp đá và bể đá đặc chủng được thiết kế vừa đủ còn tất cả các thiết bị còn lại (phần chung) đều được thiết kế chế tạo với phụ tải dư thừa rất nhiều. Điều này sẽ rất tốt cho việc nghiên cứu về sau. Riêng tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1 kg đá b thì đã vượt chỉ tiêu đề ra trong đề cương.

Xác định sai số

Để xác định sai số khi xác định η ta cần sử dụng công thức (5-16) hoặc (5-17). Trong đó $\frac{\Delta \zeta}{\zeta}$ được xác định theo công thức (5-12) giá trị G_{NH_3} trong công thức (5-12) được xác định bằng phương pháp gián tiếp thông qua công thức.

$$G_{NH_3} = \frac{G_{H_2O}(t_{w2}^K - t_{w1}^K)10^3}{i_1 - i_2}, \text{ kg/h}$$

Sai số tương đối của G_{NH_3} sẽ được xác định theo công thức:

$$\frac{\Delta G_{NH_3}}{G_{NH_3}} = \pm \left(\left| \frac{\Delta G_{H_2O}}{G_{H_2O}} \right| + \frac{|\Delta t_{w2}^K| + |\Delta t_{w1}^K|}{t_{w2}^K - t_{w1}^K} + \frac{|\Delta i_1| + |\Delta i_2|}{i_1 - i_2} \right)$$

Từ công thức trên ta thấy độ chính xác của giá trị G_{NH_3} phụ thuộc rất nhiều vào cấp chính xác của nhiệt kế đo nhiệt độ của nước giải nhiệt vào và ra khỏi bình ngưng (t_{w1}^K và t_{w2}^K). Nếu sử dụng nhiệt kế có cấp chính xác bình thường trong công nghiệp thì giá trị sai số $\frac{|\Delta t_{w2}^K| + |\Delta t_{w1}^K|}{t_{w2}^K - t_{w1}^K}$ có thể sẽ cực lớn. Vì vậy nếu cần các số liệu chính xác để nghiên cứu

thì khuyến cáo nên sử dụng các loại nhiệt kế có cấp chính xác càng cao càng tốt. Tuy nhiên loại nhiệt kế này rất đắt tiền và rất khó tìm ở nước ta. Tốt nhất vẫn là đo trực tiếp lưu lượng hơi NH_3 bằng lưu lượng kế với độ chính xác cao. Thiết bị này tất nhiên còn đắt tiền hơn nhiều. Trong trường hợp này ta có thể tạm chọn sai số tương đối của G_{NH_3} là 5 %,

tức là $\frac{\Delta G_{NH_3}}{G_{NH_3}} = 5 \%$.

$$\frac{\Delta i_4 + \Delta i_3}{i_4 - i_3} = 1,1 \%$$

$$\frac{\Delta D}{D} = 1,5 \%$$

$$\frac{\Delta r}{r} = 0,77 \%$$

$$\text{vậy } \frac{\Delta \zeta}{\zeta} = 5 + 1,1 + 1,5 + 0,77 = 8,37\%$$

Giá trị $\frac{\Delta \eta_d}{\eta_d}$ được xác định theo công thức (5-13) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta G_d}{G_d} = 1 \%$$

$$\frac{0,5\Delta t_d + \Delta t_{H_2O}}{0,5t_d + 80 + t_{H_2O}} = 1,36\%$$

$$\frac{\Delta G_{NH_3}}{G_{NH_3}} = 5 \%$$

$$\frac{\Delta i_4 + \Delta i_3}{i_4 - i_3} = 1,1\%$$

vậy:

$$\frac{\Delta\eta_d}{\eta_d} = 1 + 1,36 + 5 + 1,1 = 8,46 \%$$

Giá trị $\frac{\Delta\eta_c}{\eta_c}$ được xác định theo công thức (5-14) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta r}{r} = 0,77 \%$$

$$\frac{\Delta i + \Delta i_{nc}}{i - i_{nc}} = 0,44 \%$$

vậy:

$$\frac{\Delta\eta_c}{\eta_c} = 0,77 + 0,44 = 1,21 \%$$

Giá trị $\frac{\Delta\eta_l}{\eta_l}$ được xác định theo công thức (5-15) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta D}{D} = 1,5 \%$$

$$\frac{\Delta i + \Delta i_{nc}}{i - i_{nc}} = 0,44 \%$$

$$\frac{\Delta B}{B} = 1 \%$$

$$\text{vậy } \frac{\Delta\eta_l}{\eta_l} = 1,5 + 0,44 + 1 = 2,94 \%$$

Cuối cùng sai số tương đối của hiệu suất cả hệ thống lạnh sẽ là:

$$\frac{\Delta\eta}{\eta} = 8,37 + 8,46 + 1,21 + 2,94 = 21 \%$$

Nếu xác định η bằng phương pháp trực tiếp theo công thức (5-7) thì sai số tương đối của nó sẽ được xác định theo công thức (5-17) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta G_d}{G_d} = 1,0 \%$$

$$\frac{0,5\Delta t_d + \Delta t_{H2O}}{0,5t_d + 80 + t_{H2O}} = 1,36 \%$$

$$\frac{\Delta B}{B} = 1 \%$$

Vậy

$$\frac{\Delta\eta}{\eta} = 1 + 1,36 + 1 = 3,36 \%$$

Nhận xét:

Ta thấy bằng phương pháp đo trực tiếp không qua các giai đoạn trung gian sẽ cho ra kết quả chính xác hơn.

Giá trị $\frac{\Delta\eta'}{\eta'}$ được xác định theo công thức (5-18) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta\eta}{\eta} = 3,36 \%$$

$$\frac{\Delta G_d}{G_d} = 1 \%$$

$$\frac{\Delta G'_d}{G'_d} = 1 \%$$

Vậy

$$\frac{\Delta\eta'}{\eta'} = 3,36 + 1 + 1 = 5,36 \%$$

Sai số tương đối của giá trị b có thể xác định theo công thức (5-19) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta B}{B} = 1 \%$$

$$\frac{\Delta G'_d}{G'_d} = 1 \%$$

Vậy $\frac{\Delta b}{b} = 1 + 1 = 2 \%$

5.10.2 Xác định hệ số truyền nhiệt K của các thiết bị

- Bình bốc hơi.

$$K_{BH} = \frac{Q_{BH}}{F_{BH} \Delta t_l}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_{BH} = 35.267,4 \text{ kcal/h}$$

$$F_{BH} = 8,28 \text{ m}^2$$

$$\Delta t_l^{BH} = \frac{t_9 - t_8}{\ln \frac{t_H - t_8}{t_H - t_9}} = \frac{120 - 102}{\ln \frac{133 - 102}{133 - 120}} = 20,7 ^\circ\text{C}$$

$$K_{BH} = \frac{35.267,4}{8,28 \cdot 20,7} = 205,8 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Sai số của K_{BH} xác định theo công thức (5-21) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta D}{D} = 1,5 \%$$

$$\frac{\Delta F_{BH}}{F_{BH}} = 0,5 \%$$

$$\frac{\Delta r}{r} = 0,77 \%$$

$$\frac{\Delta t_9 + \Delta t_8}{t_9 - t_8} = 11,1 \%$$

$$\left(\frac{\Delta t_H + \Delta t_8}{t_H - t_8} + \frac{\Delta t_H + \Delta t_9}{t_H - t_9} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_H - t_8}{t_H - t_9}} = 19 \%$$

vậy

$$\frac{\Delta K_{BH}}{K_{BH}} = 1,5 + 0,5 + 0,77 + 11,1 + 19 = 32,87 \%$$

- Bình hấp thụ.

$$K_A = \frac{Q_A}{F_A \Delta t_l^A}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_A = 31.531,1 \text{ kcal/h}$$

$$F_A = 14,9 \text{ m}^2$$

$$\Delta t_l^A = \frac{t_{w2}^A - t_{w1}^A}{\ln \frac{t_{10} - t_{w2}^A}{t_6 - t_{w1}^A}} = \frac{33 - 30}{\ln \frac{40 - 33}{35 - 30}} = 8,9 ^\circ\text{C}$$

$$K_A = \frac{31.531,1}{14,9 \cdot 8,9} = 237,8 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Sai số của K_A xác định theo công thức (5-22) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta G_{H2O}}{G_{H2O}} = 1 \%$$

$$\frac{\Delta F_A}{F_A} = 0,5 \%$$

$$\left(\frac{\Delta t_{10} + \Delta t_{w2}^A}{t_{10} - t_{w2}^A} + \frac{\Delta t_6 + \Delta t_{w1}^A}{t_6 - t_{w1}^A} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_{10} - t_{w2}^A}{t_6 - t_{w1}^A}} = 20,4 \%$$

vậy

$$\frac{\Delta K_A}{K_A} = 1 + 0,5 + 20,4 = 21,9 \%$$

Lưu ý: Trong trường hợp này cần sử dụng các loại nhiệt kế có độ chính xác cao.

- Bình ngưng.

$$K_K = \frac{Q_K}{F_K \Delta t_l^K}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_K = 20.000 \text{ kcal/h}$$

$$F_K = 7,89 \text{ m}^2$$

$$\Delta t_l^K = \frac{t_{w2}^K - t_{w1}^K}{\ln \frac{t_K - t_{w1}^K}{t_K - t_{w2}^K}} = \frac{35 - 33}{\ln \frac{36 - 33}{36 - 35}} = 1,8 ^\circ\text{C}$$

$$K_K = \frac{20.000}{7,89 \cdot 1,8} = 1408 \text{ kcal/h}$$

Sai số của K_K xác định theo công thức (5-23) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta G_{H_2O}}{G_{H_2O}} = 1 \%$$

$$\frac{\Delta F_K}{F_K} = 0,5 \%$$

$$\left(\frac{\Delta t_K + \Delta t_{w1}^K}{t_K - t_{w1}^K} + \frac{\Delta t_K + \Delta t_{w2}^K}{t_K - t_{w2}^K} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_K - t_{w1}^K}{t_K - t_{w2}^K}} = 24,2 \%$$

vậy

$$\frac{\Delta K_K}{K_K} = 1 + 0,5 + 24,2 = 25,7 \%$$

- Bình hồi lưu.

$$K_{HL} = \frac{Q_{HL}}{F_{HL} \Delta t_l^{HL}}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_{HL} = 5685 \text{ kcal/h}$$

$$F_{HL} = 3,12 \text{ m}^2$$

$$\Delta t_l^{HL} = \frac{(t_{11} - t_{w2}^{HL}) - (t_K - t_{w1}^{HL})}{\ln \frac{t_{11} - t_{w2}^{HL}}{t_K - t_{w1}^{HL}}} = \frac{(97 - 35,5) - (36 - 35)}{\ln \frac{97 - 35,5}{36 - 35}} = 14,8 ^\circ\text{C}$$

$$K_{HL} = \frac{5685}{3,12 \cdot 14,8} = 123,1 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Sai số của K_{HL} xác định theo công thức (5-24) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta G_{H_2O}}{G_{H_2O}} = 1 \%$$

$$\frac{\Delta F_{HL}}{F_{HL}} = 0,5 \%$$

$$\frac{\Delta t_{w2}^{HL} + \Delta t_{w1}^{HL}}{t_{w2}^{HL} - t_{w1}^{HL}} = 40 \%$$

$$\left(\frac{\Delta t_{11} + \Delta t_{w2}^{HL}}{t_{11} - t_{w2}^{HL}} + \frac{\Delta t_K + \Delta t_{w1}^{HL}}{t_K - t_{w1}^{HL}} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_{11} - t_{w2}^{HL}}{t_K - t_{w1}^{HL}}} = 5,3 \%$$

$$\frac{\Delta t_{11} + \Delta t_{w2}^{HL} + \Delta t_K + \Delta t_{w1}^{HL}}{(t_{11} - t_{w2}^{HL}) - (t_K - t_{w1}^{HL})} = 2,1 \%$$

vậy

$$\frac{\Delta K_{HL}}{K_{HL}} = 1 + 40 + 0,5 + 5,3 + 2,1 = 48,9 \%$$

- Bình hồi nhiệt.

$$K_{HN} = \frac{Q_{HN}}{F_{HN} \Delta t_l^{HN}}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_{HN} = 35.523,8 \text{ kcal/h}$$

$$F_{HN} = 18,3 \text{ m}^2$$

$$\Delta t_l^{HN} = \frac{(t_9 - t_8) - (t_{10} - t_6)}{\ln \frac{t_9 - t_8}{t_{10} - t_6}} = \frac{(120 - 102) - (40 - 35)}{\ln \frac{120 - 102}{40 - 35}} = 10,2 ^\circ\text{C}$$

$$K_{HN} = \frac{35.523,8}{18,3 \cdot 10,2} = 190,3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Sai số của K_{HN} xác định theo công thức (5-26) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta G_{dd}}{G_{dd}} = 1,5 \%$$

$$\frac{\Delta F_{HN}}{F_{HN}} = 0,5 \%$$

$$\frac{\Delta i_8 + \Delta i_7}{i_8 - i_7} = 2,7 \%$$

$$\left(\frac{\Delta t_9 + \Delta t_8}{t_9 - t_8} + \frac{\Delta t_{10} + \Delta t_6}{t_{10} - t_6} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_9 - t_8}{t_{10} - t_6}} = 5\%$$

$$\frac{\Delta t_9 + \Delta t_8 + \Delta t_{10} + \Delta t_6}{(t_9 - t_8) - (t_{10} - t_6)} = 30,8 \%$$

vậy

$$\frac{\Delta K_{HN}}{K_{HN}} = 1,5 + 0,5 + 2,7 + 5 + 30,8 = 40,5 \%$$

Lưu ý: Trong trường hợp này vẫn sử dụng các loại nhiệt kế thường dùng trong công nghiệp, có độ chính xác không cao.

- Bình quá lạnh.

$$K_{ql} = \frac{Q_{ql}}{F_{ql} \Delta t_l^{ql}}, \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_{ql} = 1421,2 \text{ kcal/h}$$

$$F_{ql} = 0,654 \text{ m}^2$$

$$\Delta t_l^{ql} = \frac{(t_5 - t_0) - (t_K - t_3)}{\ln \frac{t_5 - t_0}{t_K - t_3}} = \frac{(25 + 10) - (36 - 19)}{\ln \frac{25 + 10}{36 - 19}} = 24,9 ^\circ\text{C}$$

$$K_{ql} = \frac{1421,2}{0,654 \cdot 24,9} = 87,3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Sai số của K_{ql} xác định theo công thức (5-27) với các số liệu sau:

$$\frac{\Delta G_{NH3}}{G_{NH3}} = 5\%$$

$$\frac{\Delta F_{ql}}{F_{ql}} = 0,5 \%$$

$$\frac{\Delta i_2 + \Delta i_3}{i_2 - i_3} = 1\%$$

$$\left(\frac{\Delta t_5 + \Delta t_0}{t_5 - t_0} + \frac{\Delta t_K + \Delta t_3}{t_K - t_3} \right) \frac{1}{\ln \frac{t_5 - t_0}{t_K - t_3}} = 2,4 \%$$

$$\frac{\Delta t_5 + \Delta t_0 + \Delta t_K + \Delta t_3}{(t_5 - t_0) - (t_K - t_3)} = 2,2 \%$$

vậy

$$\frac{\Delta K_{ql}}{K_{ql}} = 5 + 0,5 + 1 + 2,4 + 2,2 = 11,1\%$$

Lưu ý: Trong trường hợp này có sử dụng các loại nhiệt kế có độ chính xác cao.

5.10.3 Xác định các chỉ tiêu kinh tế

A. Đầu tư

Với qui mô của một nhà máy sản xuất nước đá từ 3 đến 4 tấn / ngày đầu tư sẽ vào khoảng 200.000.000 đ. Và theo tính toán với qui mô khoảng 10 tấn / ngày đầu tư sẽ vào khoảng 400.000.000 đ. Như vậy là cũng tương đương với các nhà máy sản xuất nước đá chạy bằng điện. Tuy nhiên nếu kể thêm đầu tư cho máy biến áp hoặc máy phát điện thì đầu tư cho một nhà máy chạy điện có thể sẽ cao hơn máy lạnh hấp thụ chút ít.

B. Giá thành

Chi phí để sản xuất 1 kg đá (giá thành xuất xưởng) bao gồm:

1. Chi phí cho nhiên liệu

- Khi đốt than cám

Đá viên: $550 \text{ đ/kg} \times 0,069 \text{ kg/kg} = 38 \text{ đ/kg}$

Đá cây: $550 \text{ đ/kg} \times 0,059 \text{ kg/kg} = 32,5 \text{ đ/kg}$

- Khi đốt trấu hoặc mùn cưa

Đá viên: $250 \text{ đ/kg} \times 0,132 \text{ kg/kg} = 33 \text{ đ/kg}$

Đá cây: $250 \text{ đ/kg} \times 0,113 \text{ kg/kg} = 28,3 \text{ đ/kg}$

2. Chi phí cho các thiết bị có sử dụng điện

Trong hệ thống có sử dụng các thiết bị chạy bằng điện như: bơm dung dịch NH_3 , bơm nước giải nhiệt, quạt gió giải nhiệt, bơm nước làm đá, bơm lỏng NH_3 , bơm nước cấp lò hơi, quạt gió và quạt khói của lò hơi. Trong mỗi giờ ước tính tiêu tốn vào khoảng 3,7 kwh điện năng.

$$\frac{1000\text{đ} / \text{kwh} \times 3,7\text{kwh}}{133,3\text{kg} / \text{h}} = 27,8 \text{đ/kg (cho cả đá viên và đá cây)}$$

3. Chi phí trả lương cho công nhân và khấu hao thiết bị vào khoảng 30 đ/kg (cho cả đá viên và đá cây).

4. Tổng giá thành xuất xưởng của 1 kg đá:

- Khi đốt than cám

$$\text{Đá viên: } 38 + 27,8 + 30 = 95,8 \text{đ/kg}$$

$$\text{Đá cây: } 32,5 + 27,8 + 30 = 90,3 \text{đ/kg}$$

- Khi đốt trấu hoặc mùn cưa

$$\text{Đá viên: } 33 + 27,8 + 30 = 90,8 \text{đ/kg}$$

$$\text{Đá cây: } 28,3 + 27,8 + 30 = 86,1 \text{đ/kg}$$

C. So sánh với chạy điện

Hiện nay nếu sản xuất nước đá bằng điện thì giá thành xuất xưởng vào khoảng 120 đ/kg. Như vậy là sản xuất nước đá bằng máy lạnh hấp thụ sẽ rẻ hơn chạy bằng điện với giá điện và nhiên liệu hiện hành là:

Than cám	550 đ/kg
Trấu hoặc mùn cưa	250 đ/kg
Điện	1000 đ/kwh

Trong tương lai chắc chắn giá điện sẽ tăng lên nhiều và nếu giá nhiên liệu tăng chậm hơn thì hiệu quả kinh tế do sản xuất nước đá bằng máy lạnh hấp thụ mang lại còn sẽ cao hơn nữa.

Bảng tổng kết các chỉ tiêu

STT	Các chỉ tiêu	Các giá trị
1	Năng suất đá mỗi ngày	3200 kg/ngày
2	Năng suất đá trung bình mỗi giờ	$G'_d = 133,3 \text{ kg/h}$
3	Hệ số nhiệt của máy lạnh hấp thụ	$\zeta = 0,6$
4	Hiệu suất bình bốc hơi	$\eta_{BH} = 0,97$
5	Hiệu suất tháp đá hoặc bể đá	$\eta_d = 0,834$
6	Hiệu suất bình chứa nước ngưng	$\eta_c = 0,917$
7	Hiệu suất lò hơi * Khi đốt than cám * Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	$\eta_l = 0,77$ $\eta_l = 0,75$
8	Hiệu suất cả hệ thống lạnh * Khi đốt than cám * Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	$\eta = 0,343$ $\eta = 0,334$
9	Hiệu suất cả hệ thống lạnh có kể thời gian xả đá và cửa đá * Khi đốt than cám Đá viên Đá cây * Khi đốt trấu hoặc mùn cưa Đá viên Đá cây	$\eta' = 0,286$ $\eta' = 0,335$ $\eta' = 0,279$ $\eta' = 0,327$
10	Tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1 kg đá * Khi đốt than cám Đá viên Đá cây * Khi đốt trấu hoặc mùn cưa Đá viên Đá cây	$b = 0,069 \text{ kg/kg}$ $b = 0,059 \text{ kg/kg}$ $b = 0,132 \text{ kg/kg}$ $b = 0,113 \text{ kg/kg}$
11	Giá thành sản xuất 1 kg đá * Khi đốt than cám Đá viên Đá cây * Khi đốt trấu hoặc mùn cưa Đá viên Đá cây	95,8 đ/kg 90,3 đ/kg 90,8 đ/kg 86,1 đ/kg

5.10.4 Tình hình thực hiện Đề tài so với Hợp đồng:

a) Mức độ hoàn thành khối lượng công việc:

Đã hoàn thành đầy đủ các sản phẩm KHCN của Đề tài theo hợp đồng bao gồm:

Dạng I:

1. Mô hình vật lý để nghiên cứu máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) sử dụng để sản xuất nước đá.
2. Mô hình vật lý để nghiên cứu lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa nhằm cung cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ nói trên.
3. Máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá viên.
4. Máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá cây với tốc độ nhanh.
5. Lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa để cung cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ nói trên.

Dạng II:

1. Qui trình công nghệ chế tạo máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá viên.
2. Qui trình công nghệ chế tạo máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá cây với tốc độ nhanh.
3. Qui trình công nghệ chế tạo lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa để cung cấp nhiệt cho các máy lạnh hấp thụ nói trên.

b) Các yêu cầu khoa học và chỉ tiêu cơ bản của các sản phẩm KHCN:

TT	Tên sản phẩm	Các yêu cầu khoa học và chỉ tiêu cơ bản của các sản phẩm theo hợp đồng	Các yêu cầu khoa học và chỉ tiêu cơ bản của các sản phẩm đã đạt được
I	Dạng kết quả I		
1	Mô hình vật lý để nghiên cứu máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) sử dụng để sản xuất nước đá. Công suất lạnh (kW)	 8	 8
2	Mô hình vật lý để nghiên cứu lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa nhằm cung cấp nhiệt cho các máy lạnh hấp thụ. Công suất hơi (kg/h) Áp suất làm việc (kgf/cm ²)	 100 4	 100 4

3	Máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá viên: - Năng suất đá (tấn/ngày) - Kích thước viên đá (mm) - Thời gian đông đá (phút) - Thời gian xả đá và rửa đá (phút) - Tiêu hao nhiên liệu cho 1 kg đá (kg/kg) Than cám Trấu hoặc mùn cưa	3 ÷ 4 D = 30 L = 50 35 ÷ 40 - 0,08 0,16	3,2 D = 30 L = 50 30 6 0,069 0,132
4	Máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá cây: - Năng suất đá (tấn/ngày) - Trọng lượng cây đá (kg) - Thời gian đông đá (giờ) - Thời gian xả đá (phút) - Tiêu hao nhiên liệu cho 1 kg đá (kg/kg) Than cám Trấu hoặc mùn cưa	3 – 4 50 3 – 5 - 0,08 0,16	3,2 50 3h 25' 5 0,059 0,113
5	Lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa để cung cấp nhiệt cho các máy lạnh hấp thụ nói trên: - Năng suất hơi (kg/h) - Áp suất làm việc (kgf/cm^2) - Tiêu hao nhiên liệu để sản xuất 1 kg hơi (kg/kg) Than cám Trấu hoặc mùn cưa	200 4 0,15 0,3	200 4 0,13 0,25
II	Dạng kết quả II		
1	Quy trình công nghệ chế tạo máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá viên.	Công nghệ đơn giản, dễ chế tạo và theo đúng quy phạm an toàn của Nhà nước	Công nghệ đơn giản, dễ chế tạo và theo đúng quy phạm an toàn của Nhà nước
2	Quy trình công nghệ chế tạo máy lạnh hấp thụ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) để sản xuất nước đá cây.		
3	Quy trình công nghệ chế tạo lò hơi đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa để cung cấp nhiệt cho các máy lạnh hấp thụ nói trên.		

Nhân xét:

1. Số lượng sản phẩm đầy đủ và được chế tạo với chất lượng cao có thẩm mỹ công nghiệp theo đúng quy phạm an toàn của Nhà nước.
2. Các chỉ tiêu kỹ thuật đều đạt và vượt mức so với hợp đồng.
3. Trong quá trình thiết kế và chế tạo các thiết bị trừ tháp đá, bể đá và chum ống lạnh đặc chủng (phần riêng của máy lạnh hấp thụ) được thiết kế và chế tạo với công suất vừa đủ, còn tất cả các thiết bị còn lại (phần chung của máy lạnh hấp thụ) đã được thiết kế và chế tạo với công suất gần gấp hai, riêng lò hơi thì gần gấp ba công suất cần thiết. Điều này cho phép có thể nghiên cứu rất sâu theo nhiều phương án khác nhau.
4. Nếu so sánh máy lạnh hấp thụ với các nhà máy nước đá chạy bằng điện, ta thấy về đầu tư thì xấp xỉ ngang nhau, nhưng giá thành sản xuất nước đá theo chu trình máy lạnh hấp thụ thì rẻ hơn.
5. Các bản vẽ kỹ thuật trong các qui trình công nghệ có thể sử dụng để chế tạo các thiết bị.

c) Tiến độ thực hiện:

Đề tài đã được hoàn thành đúng thời hạn trong 24 tháng như đã được ghi trong hợp đồng. Tuy nhiên, cũng cần phải nói rằng nếu không có sự nghiên cứu chuẩn bị hết sức chu đáo về tất cả mọi mặt cho việc thực hiện đề tài trước đó thì khó có thể hoàn thành một khối lượng công việc rất lớn, rất mới mẻ và rất phức tạp của đề tài nói ở trên.

KẾT LUẬT VÀ KIẾN NGHỊ

1. Những đóng góp mới và độc đáo của Đề tài

1.1 Giải pháp khoa học – công nghệ

- Sử dụng máy lạnh hấp thụ để làm lạnh là một giải pháp khoa học – công nghệ rất độc đáo. Máy lạnh hấp thụ không sử dụng điện như các máy lạnh truyền thống thường thấy. Nó có thể sử dụng các nguồn nhiệt, đặc biệt là các nguồn nhiệt thải to lớn trong công nghiệp để làm lạnh vừa tiết kiệm năng lượng vừa bảo vệ được môi trường. Vậy mà cho đến nay ở Việt Nam lĩnh vực này vẫn chưa có ai nghĩ đến. Đề tài nghiên cứu chế tạo máy lạnh hấp thụ sử dụng các nguồn năng lượng rẻ tiền ở địa phương để sản xuất nước đá của Trung tâm nghiên cứu Thiết bị nhiệt và Năng lượng mới là đề tài đầu tiên của Việt Nam đi theo lĩnh vực khoa học công nghệ độc đáo đã nói ở trên. Sự thành công của đề tài sẽ mở ra một triển vọng rất to lớn cho việc áp dụng máy lạnh hấp thụ vào các lĩnh vực khác đầy tiềm năng kinh tế như đông lạnh thực phẩm, điều hoà không khí v.v...
- Đã nghiên cứu chế tạo thành công bể đá và chùm ống lạnh đặc chủng để sản xuất đá cây với tốc độ nhanh (khoảng 3,5 h/mẻ thay vì 20 – 22 h/mẻ như hiện nay). Bể đá nhỏ gọn không sử dụng nước muối, không có can đá, tiêu hao ít năng lượng. Công nghệ mới này có thể ứng dụng rộng rãi để sản xuất nước đá cây không những đối với máy lạnh hấp thụ mà còn cả với các máy nước đá chạy bằng điện. Đây là mối quan tâm hàng đầu của các nhà sản xuất nước đá cây hiện nay ở nước ta.
- Đã nghiên cứu chế tạo thành công loại lò hơi ống nước có công suất nhỏ đốt than cám, trấu hoặc mùn cưa để cung cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ và cho tất cả các cơ sở sản xuất khác có nhu cầu sử dụng nhiệt. Than cám được đốt trực tiếp trong lò không cần trộn với bùn và đóng thành bánh như các lò thủ công hiện nay vẫn làm. Điều này sẽ mang lại lợi ích to lớn về kinh tế.
- Đã nghiên cứu chế tạo thành công một loại bơm pittông màng rất độc đáo có thể bơm dung dịch NH_3 và lỏng NH_3 mà không bị xì. Nếu chúng ta có thể tự hoàn thiện công nghệ chế tạo loại bơm này thì có thể không cần nhập khẩu nó khi cần sản xuất nước đá ở qui mô vừa và nhỏ.
- Đã đưa ra một phương pháp tính các chỉ tiêu kinh tế năng lượng cho cả hệ thống lạnh hấp thụ.

1.2 Phương pháp nghiên cứu

Đề tài đã sử dụng mô hình vật lý để nghiên cứu trước khi thực hiện mô hình lớn. Đây là một phương pháp nghiên cứu rất khoa học, cho phép chúng ta có thể tìm ra các giải pháp và phương án tối ưu cho từng thiết bị với chi phí ít nhất.

Đề tài đã kết hợp nhuần nhuyễn giữa nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm. Trước tiên là nghiên cứu thật sâu lý thuyết, tìm hiểu thu thập thật nhiều thông tin về Đề tài nghiên cứu. Sau đó, là tính toán thiết kế và chế tạo, cuối cùng là thử nghiệm và hoàn thiện các thiết bị. Trong quá trình nghiên cứu có thực hiện nhiều phương án để so sánh và

tìm ra phương án tối ưu. Bằng cách mày mò từng bước từ thấp đến cao, từ đơn giản đến phức tạp và bằng phương pháp loại trừ dần để đạt tới kết quả mong muốn.

2. Ý nghĩa kinh tế và xã hội của Đề tài

Việc nghiên cứu thành công và ứng dụng rộng rãi máy lạnh hấp thụ vào sản xuất và đời sống sẽ đem lại lợi ích kinh tế to lớn cho xã hội. Cụ thể là:

- Máy lạnh hấp thụ cho phép các vùng sâu vùng xa chưa có lưới điện quốc gia vẫn có thể làm lạnh bằng các nguồn năng lượng rẻ tiền tại địa phương, góp phần công nghiệp hoá và hiện đại hoá nông nghiệp và nông thôn ở nước ta.
- Hầu hết các thiết bị của máy lạnh hấp thụ đều có thể chế tạo trong nước góp phần giải quyết công ăn việc làm cho người lao động và xoá đói giảm nghèo người dân.
- Máy lạnh hấp thụ cho phép giảm đáng kể phụ tải điện để làm lạnh, từ đó số điện năng dư ra sẽ sử dụng vào các việc khác có lợi cho sự nghiệp công nghiệp hoá đất nước.
- Máy lạnh hấp thụ cho phép sử dụng nhiệt thải trong công nghiệp hoặc nhiên liệu rẻ tiền để làm lạnh làm cho sản phẩm lạnh có giá thành rẻ hơn so với chạy điện, góp phần tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường.
- Các kết quả nghiên cứu của Đề tài có thể đổi mới một cách triệt để công nghệ sản xuất nước đá cây và đốt than cám quá lạc hậu ở nước ta.

3. Những đóng góp của Đề tài cho đào tạo

Mô hình máy lạnh hấp thụ do Đề tài làm ra sẽ là nơi tham quan thực tập và nghiên cứu rất tốt cho sinh viên đại học, cao học và cả nghiên cứu sinh.

Trong thời gian qua đã có nhiều lớp sinh viên đại học và cao học đến tham quan và thực tập. Có khoảng 10 kỹ sư và 2 thạc sỹ được đào tạo từ Đề tài này. Trong tương lai mô hình này sẽ còn góp phần rất đắc lực trong sự nghiệp đào tạo.

4. Những tồn tại của đề tài

- Vấn đề vận hành máy lạnh hấp thụ một cách ổn định và kinh tế cần được tiếp tục tìm hiểu và nghiên cứu một cách sâu sắc.
- Công nghệ chế tạo bơm pittông màng sử dụng để bơm dung dịch NH_3 cần được hoàn thiện hơn nữa để đạt tiêu chuẩn quốc tế. Cao su cực bền sử dụng để làm màng bơm vẫn chưa tìm được.

5. Triển vọng của đề tài và Kiến nghị

- Về qui mô sản xuất nước đá bằng máy lạnh hấp thụ kiến nghị càng lớn càng tốt (không nhỏ hơn 10 tấn đá / ngày).
- Trước tiên nên ưu tiên sản xuất nước đá cây với tốc độ nhanh bằng máy lạnh hấp thụ sử dụng nhiên liệu rẻ tiền tại địa phương ở những vùng chưa có lưới điện quốc gia để phục vụ đánh bắt thủy hải sản.
- Cần đổi mới triệt để các công nghệ sản xuất nước đá cây chạy bằng điện đã quá lạc hậu hiện nay ở nước ta bằng công nghệ sản xuất nước đá cây với tốc

độ nhanh của đề tài và tất nhiên có thể vẫn chạy bằng điện để đem lại những hiệu quả thật to lớn về kinh tế cho ngành sản xuất này.

- Cần nghiên cứu chế tạo các lò hơi có thể đốt than cám trực tiếp với qui mô lớn hơn để phục vụ sản xuất. Đây là loại nhiên liệu rất dồi dào và rất rẻ tiền ở nước ta có thể thay thế cho dầu là loại nhiên liệu đắt tiền.
- Cần tiếp tục nghiên cứu chế tạo nước đá vảy trên cơ sở của máy lạnh hấp thụ có sẵn của đề tài.
- Cần tiếp tục nghiên cứu sử dụng nhiệt thải trong công nghiệp để cung cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ. Đây sẽ là đề tài có ý nghĩa to lớn về kinh tế và bảo vệ môi trường.
- Cuối cùng nếu có đủ điều kiện thì nên mở rộng nghiên cứu sang lĩnh vực đông lạnh và điều hoà không khí cũng bằng máy lạnh hấp thụ. Đây thật sự sẽ là một thị trường đầy tiềm năng, nhưng đang còn bỏ trống.

KỜI CẢM ƠN

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đối với Bộ Khoa học và Công nghệ và Chương trình KC-07 đã giúp đỡ to lớn và có hiệu quả để tôi có đủ điều kiện thực hiện đến nơi đến chốn đề tài nghiên cứu này. Tôi cũng xin chân thành cảm ơn tập thể cán bộ công nhân của Trung tâm Nghiên cứu thiết bị nhiệt và Năng lượng mới và của Bộ môn Công nghệ Nhiệt lạnh - Trường Đại học Bách Khoa TP HCM đã kề vai sát cánh cùng tôi trong những ngày gian khổ nhất của công việc nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Thanh Kỳ, Máy lạnh, Nhà xuất bản Giáo dục, 1994.
2. Trần Thanh Kỳ, Nhà máy nhiệt điện, Lưu hành nội bộ, 1998.
3. Trần Thanh Kỳ, Thiết kế lò hơi, Lưu hành nội bộ, 1990.
4. И.С. Бадилькес., Р.Л. Данилов.....
...Абсорбционные холодильные машины.....
...«Пищевая промышленность» Москва - 1966.....
5. И.И. Оржав., Л.С. Тимофеевский., С.В. Караван.....
...Абсорбционные преобразователи теплоты.....
...«Химия» Ленинград - 1989.....
6. В.ТИ - ЦКТИ. Тепловой расчет котельных.....
...агрегатов (нормативный метод).....
...«Госэнергоиздат» Москва - Ленинград 1957.....
7. В.Г. Александров. Вопросы проектирования.....
...паровых котлов средней и малой производительности.....
...«Госэнергоиздат» Москва - Ленинград 1960.....
8. Сборник правил и руководящих материалов по.....
...котлонадзору.....
...«недра» Ленинград - 1970.....
9. В.А. Осипова. Экспериментальное.....
...исследование процессов теплообмена.....
...«Энергия» Москва - 1969.....

PHỤ LỤC
CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC
 Ngày 16 tháng 08 năm 2004
 Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) $^{\circ}C$	35	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) $^{\circ}C$	102	102	102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) $^{\circ}C$	120	120	120	120	120	120	120	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) $^{\circ}C$	40	40	40	40	40	41	41	41	40	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh $^{\circ}C$	19	19	19	19	19	19	21	21	21	20	20	20	20	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	91	91	91	90	90	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,3	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	160	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133	133	132	133	133	133,3	133,3	133,3	133,3	134	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,2 17,6														

PHỤ LỤC
CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC
 Ngày 17 tháng 08 năm 2004
 Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	103	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	121	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	40	41	41	40	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	90	91	91	91	91	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	133	133	133,3	133,3	133,3	133	132	132	133	133	133,3	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,2 17,6														

PHỤ LỤC
CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC
 Ngày 18 tháng 08 năm 2004
 Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) $^{\circ}C$	35	35	35	35	35,5	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) $^{\circ}C$	102	102	102	102	102	102	103	103	103	102	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) $^{\circ}C$	120	120	120	120	121	121	121	121	120	120	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) $^{\circ}C$	40	40	40	40	40	40	41	41	41	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh ($^{\circ}C$)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	26	25	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	160	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133	133	133	132	132	133	133	133,3	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,2 17,6														

PHỤ LỤC
CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC
 Ngày 19 tháng 08 năm 2004
 Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15,5	15	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35,5	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	103	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	121	121	121	120	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	40	41	41	40	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	19	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	91	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35,5	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	160	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133	133,3	133,3	133,3	133	132	132	133	133	133,3	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	_____ 9,3 _____ _____ 17,7 _____														

PHỤ LỤC

CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 20 tháng 08 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) $^{\circ}C$	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) $^{\circ}C$	102	102	102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) $^{\circ}C$	120	120	120	120	120	121	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) $^{\circ}C$	40	40	40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh ($^{\circ}C$)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	91	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	158	158	158	160	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	133,3	133,3	133,3	133,3	133	133	132	133	133	133	133,3	133,3	133	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	_____ 9,2 _____ _____ 17,5 _____														

PHỤ LỤC
CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 23 tháng 08 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	120	120	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	41	41	41	40	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	20	21	21	21	20	20	20	20	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	91	91	91	90	90	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,3	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	160	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133	133	132	133	133	133,3	133,3	133,3	133,3	134	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,1 17,6														

PHỤ LỤC CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 24 tháng 08 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	121	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	40	41	41	40	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	20	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	90	91	91	91	91	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,1	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133	133,3	133,3	133,3	133	132	132	132	133	133,3	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,2 17,5														

PHỤ LỤC CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 25 tháng 08 năm 2004

Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h0 0'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	103	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	121	121	121	121	120	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	20	20	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	26	25	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,1	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	160	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133,3	133	133	132	132	133	133	133	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,3 17,7														

PHỤ LỤC
CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC
 Ngày 26 tháng 08 năm 2004
 Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35,5	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	102	103	103	103	102	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	121	121	121	120	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	40	41	41	41	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	90	91	91	91	91	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	160	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133	133,3	133,3	133,3	133	132	132	133	133	133,3	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	_____ 9,2 _____ _____ 17,6 _____														

PHỤ LỤC CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 27 tháng 08 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	120	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	41	41	41	41	41	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	91	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30	30,5	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	158	158	158	160	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	133,3	133,3	133,3	133,3	133	132	132	133	133	133	133,3	133,3	133	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,1 17,5														

PHỤ LỤC CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 01 tháng 09 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h0 0'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	120	120	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	20	20	20	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	91	91	91	90	90	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,3	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	160	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133,3	133	132	132	133	133,3	133,3	133,3	134	134	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	_____ 9,2 _____ _____ 17,6 _____														

PHỤ LỤC

CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 01 tháng 09 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	120	120	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	20	20	20	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	91	91	91	90	90	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,3	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	160	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133,3	133	132	132	133	133,3	133,3	133,3	134	134	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,2 17,6														

PHỤ LỤC CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 06 tháng 09 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35,5	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	102	103	103	103	102	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	121	121	121	121	120	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	40	41	41	41	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-5	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	158	158	158	160	160	160	160	160	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	133,3	133,3	133,3	133	133	132	132	132	133	133	133,3	133,3	134	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,2 17,6														

PHỤ LỤC
CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC
 Ngày 07 tháng 09 năm 2004
 Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h0 0'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	103	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	121	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	40	41	41	41	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	19	21	21	20	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	91	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35,5	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,1	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133,3	133	133	133	132	133	133	133,3	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	_____ 9,2 _____ _____ 17,7 _____														

PHỤ LỤC CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 08 tháng 09 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h3 0'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35,5	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	120	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	41	41	41	41	41	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	20	20	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	91	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30,5	30	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33,5	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	162	160	160	160	160	158	158	160	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133,3	133	133	132	133	133	133	133,3	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	_____ 9,3 _____ _____ 17,6 _____														

PHỤ LỤC CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 09 tháng 09 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h0 0'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	103	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	120	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	19	20	21	21	20	20	20	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	91	91	91	90	90	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,1	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	162	160	160	160	160	158	158	158	160	160	160	160	160	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133,3	133	132	132	133	133,3	133,3	133,3	134	134	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,3 17,7														

PHỤ LỤC

CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 10 tháng 09 năm 2004

Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h0 0'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) $^{\circ}C$	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) $^{\circ}C$	102	102	102	102	102	103	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) $^{\circ}C$	120	120	120	120	120	121	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) $^{\circ}C$	40	40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh $^{\circ}C$	19	19	19	19	19	19	21	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	90	91	91	91	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,1	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	162	160	160	160	160	158	158	158	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133,3	133	132	132	132	133	133	133,3	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	_____ 9,2 _____ _____ 17,5 _____														

PHỤ LỤC
CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC
 Ngày 13 tháng 09 năm 2004
 Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35,5	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	102	103	103	103	102	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	120	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	19	20	21	21	21	21	19	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	158	158	158	160	160	160	160	160	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	133,3	133,3	133,3	133	133	132	132	132	133	133	133,3	133,3	134	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	_____ 9,1 _____ _____ 17,6 _____														

PHỤ LỤC

CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 14 tháng 09 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h0 0'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14,5	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) $^{\circ}C$	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) $^{\circ}C$	102	102	102	102	102	102	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) $^{\circ}C$	120	120	120	120	120	120	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) $^{\circ}C$	40	40	40	40	40	40	41	41	41	40	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh ($^{\circ}C$)	19	19	19	19	19	19	20	20	21	20	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	26	25	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	91	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	28	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30	30	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33,5	33	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,1	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	160	160	160	160	160	158	158	158	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	134	133,3	133,3	133,3	133	133	132	132	133	133	133,3	133,3	133,3	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	9,3 17,6														

PHỤ LỤC CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐẠC

Ngày 15 tháng 09 năm 2004
Cán bộ đo đạc: Nguyễn Duy Tuệ

Số TT	Các số liệu	Thời gian đo															Ghi chú
		9h 00'	9h 30'	10h 00'	10h 30'	11h 00'	11h 30'	12h 00'	12h 30'	13h 00'	13h 30'	14h 00'	14h 30'	15h 00'	15h 30'	16h 00'	
1	Áp suất ngưng tụ P_K (at)	14	14	14	14	14,5	14	14,5	14,5	14,5	14,5	14	14	14	14	14	
2	Áp suất trong bình bốc hơi P_{BH} (at)	15	15	15	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15	15	15	15	15	15	
3	Áp suất sôi P_o (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	Áp suất trong bình hấp thụ P_A (at)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
5	Áp suất hơi nước tại bình bốc hơi (at)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
6	Áp suất hơi nước tại lò hơi (at)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
7	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hấp thụ (vào bơm dung dịch) °C	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35	35,5	35	35	35	35	
8	Nhiệt độ dung dịch NH_3 no ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình bốc hơi) °C	102	102	102	102	102	103	103	103	103	103	102	102	102	102	102	
9	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình bốc hơi (vào bình hồi nhiệt) °C	120	120	120	120	120	121	121	121	121	121	120	120	120	120	120	
10	Nhiệt độ dung dịch NH_3 đối ra khỏi bình hồi nhiệt (vào bình hấp thụ) °C	40	40	40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40	40	
11	Nhiệt độ lỏng NH_3 ra khỏi bình quá lạnh (°C)	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	20	19	19	19	19	

12	Nhiệt độ hơi NH ₃ ra khỏi bình quá lạnh (°C)	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25
13	Nhiệt độ nước cấp vào lò (°C)	90	90	90	90	90	91	91	91	91	90	90	90	90	90	90
14	Nhiệt độ nước làm đá (°C)	27	28	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27
15	Nhiệt độ của đá (°C)	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4	-4
16	Nhiệt độ của nước giải nhiệt vào bình hấp thụ (ra khỏi tháp giải nhiệt) °C	30	30	30	30	30,5	30	30,5	30,5	30,5	30	30	30	30	30	30
17	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình ngưng (ra khỏi bình hấp thụ) °C	33	33	33	33	33	33	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33	33	33
18	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào bình hồi lưu (ra khỏi bình ngưng) °C	35	35	35	35	35	35	35,5	35,5	35,5	35	35	35	35	35	35
19	Nhiệt độ nước giải nhiệt vào tháp giải nhiệt (ra khỏi bình hồi lưu) °C	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5	36	36	36	36	35,5	35,5	35,5	35,5	35,5
20	Lưu lượng nước giải nhiệt (m ³ /h)	10	10	10	10	10	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10
21	Tiêu hao hơi cho bình bốc hơi (Kg/h)	70,1	70,1	70,3	70,3	70,3	70,5	70,5	70,5	70,5	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,1
22	Lượng đá đo được (không kể thời gian xả đá) Kg/h	162	162	162	160	160	158	158	158	160	160	160	160	160	162	162
23	Lượng đá trung bình đo được (có kể thời gian xả đá) Kg/h	134	133,3	133,3	133,3	133,3	133	132	132	133	133	133	133,3	133,3	134	134
24	Tiêu hao nhiên liệu (Kg/h) - Khi đốt than cám - Khi đốt trấu hoặc mùn cưa	_____ 9,2 _____ _____ 17,6 _____														