

CHƯƠNG TRÌNH HỢP TÁC ĐỐI TÁC NĂNG LƯỢNG
VIỆT NAM – ĐAN MẠCH (DEPP3)

Cẩm nang công nghệ hệ thống làm mát công nghiệp

Dự thảo

Ngày 2 tháng 7 năm 2024

Viegand
Maagøe

MỤC ĐÍCH VÀ NỘI DUNG CỦA CẨM NANG

Cuốn Cẩm nang này phục vụ hai mục đích chính:

- Mục đích đầu tiên là cung cấp những hiểu biết về cách tối ưu hóa hệ thống làm mát nhằm tăng cường sử dụng năng lượng hiệu quả. Phạm vi của cẩm nang không chỉ giới hạn ở máy làm mát mà trên toàn bộ hệ thống, trong đó tập trung vào sử dụng cuối cùng. Phần đầu của cẩm nang phù hợp cho các trường bộ phận kỹ thuật và những người có trách nhiệm thực hiện kiểm toán năng lượng.
- Mục đích thứ hai của cẩm nang liên quan đến việc tìm kiếm nguồn cung ứng thiết bị làm mát mới; những lưu ý và quy trình mua sắm thiết bị. Phần thứ hai của cẩm nang phù hợp cho những người chịu trách nhiệm tìm kiếm nguồn cung ứng thiết bị làm mát mới.

Cẩm nang bao gồm các nội dung sau:

- Phần 1: Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của hệ thống làm mát công nghiệp
- Phần 2: Lựa chọn và lắp đặt hệ thống làm mát
- Phần 3: Quy trình mua sắm thiết bị làm mát

Thông tin chi tiết tham khảo tại phần phụ lục của Cẩm nang:

- Phụ lục 1: Danh sách các nhà cung cấp hệ thống làm mát trong nước và quốc tế được lựa chọn

Ngoài ra, cẩm nang mô tả một số trường hợp cải tạo các hệ thống làm mát cũng như thay thế hệ thống cũ bằng các hệ thống mới có hiệu suất cao.

Phạm vi sử dụng:

Phạm vi của cẩm nang bao gồm tất cả các hệ thống làm mát công nghiệp tại Việt Nam. Trong đó, trọng tâm là các quy trình tiêu thụ và làm mát. Ngoài ra, có thể tham khảo thêm các hệ thống điều hòa không khí quy mô lớn.

Cẩm nang không tập trung vào công nghệ làm mát hay loại chất làm mát cụ thể nào. Tuy nhiên, do amoniac là chất làm mát chủ yếu trong lĩnh vực làm mát công nghiệp tại Việt Nam nên một phần cẩm nang sẽ nêu chi tiết về loại chất này.

Mục lục

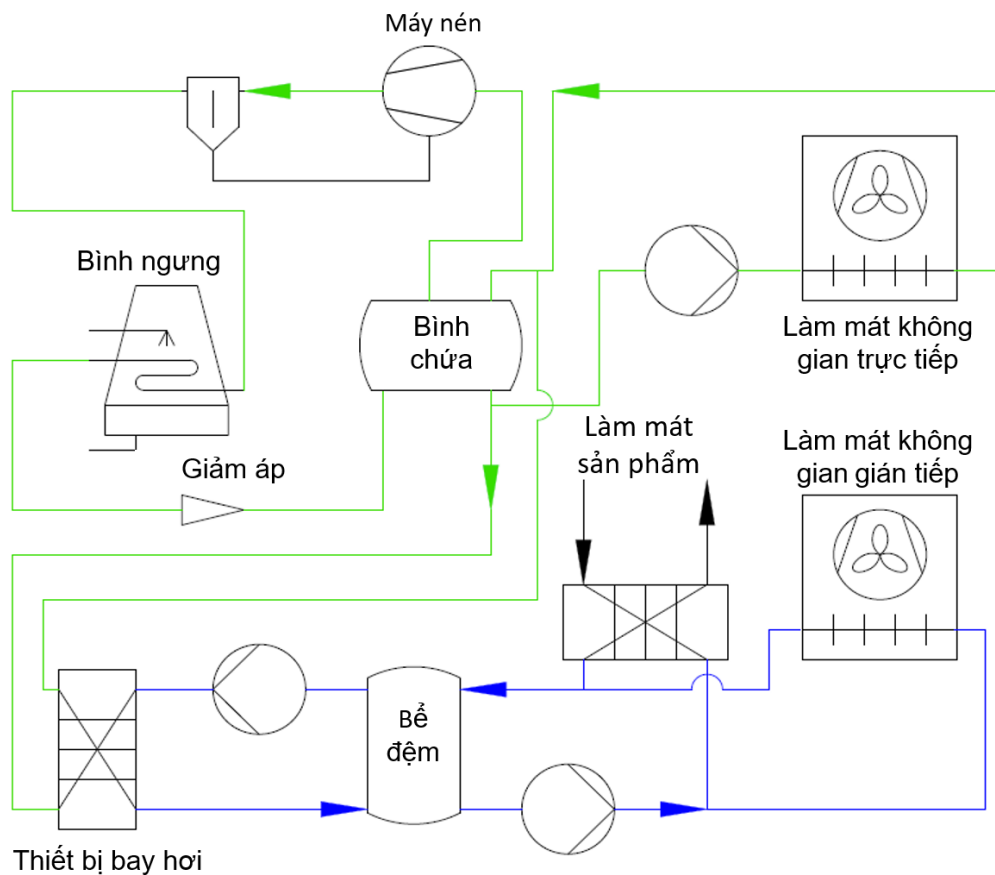
1	Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của hệ thống làm mát công nghiệp	4
1.1	Nguyên lý cơ bản của hệ thống làm mát công nghiệp	4
1.2	Cải thiện hiệu quả tổng thể của hệ thống	5
1.2.1	Phân chia nguồn cung làm mát.....	5
1.2.2	Tận dụng tiềm năng từ nguồn làm mát tự nhiên	6
1.2.3	Lắp biến tần cho dàn bay hơi, tháp giải nhiệt và quạt làm mát khô.....	7
1.2.4	Lắp đặt và bảo trì hệ thống tách khí	9
1.2.5	Lắp đặt và bảo trì hệ thống tách nước.....	10
1.2.6	Kích thước của bể chứa đệm	12
1.2.7	Cửa xả nước (Drop leg) trên Dàn ngưng bay hơi	13
1.2.8	Cửa xả nước trên dàn bay hơi kiểu ngập	14
1.3	Máy nén.....	14
1.3.1	Tối ưu hóa hệ thống điều khiển máy nén.....	14
1.3.2	Sử dụng nén hai cấp	16
1.3.3	Thu hồi nhiệt từ làm mát dầu	17
1.3.4	Thay thế dây đai phẳng bằng dây đai hiệu suất cao	17
1.4	Bộ ngưng tụ.....	17
1.4.1	Bộ ngưng tụ làm mát bằng nước cỡ lớn.....	18
1.4.2	Lắp đặt thiết bị khử quá nhiệt (desuperheater)	19
1.4.3	Tăng kích thước tháp giải nhiệt.....	21
1.4.4	Theo dõi sự thay đổi của quá trình ngưng tụ	22
1.4.5	Ngưng tụ trực tiếp amoniac trong dàn ngưng bay hơi.....	23
1.4.6	Đặt dàn ngưng đúng vị trí	23
1.4.7	Loại bỏ cáu cặn trên tháp giải nhiệt/dàn ngưng bay hơi.....	23
1.5	Dàn bay hơi.....	23
1.5.1	Tăng kích thước dàn bay hơi.....	23
1.5.2	Áp suất hút biến thiên.....	24
1.5.3	Tránh sử dụng van áp suất cố định.....	25
1.6	Phân phối lạnh/ tải tiêu thụ lạnh.....	25
1.6.1	Tránh sản xuất nước làm mát từ đá lạnh.....	25
1.6.2	Kiểm soát nhiệt độ tủ đông	26
1.6.3	Thiết kế của các thiết bị tiêu thụ.....	26
1.6.4	Làm mát trực tiếp.....	26
1.7	Bảo trì/ Điều chỉnh thói quen.....	27
1.7.1	Điều chỉnh việc sản xuất đá lạnh.....	27
1.7.2	Giảm năng lượng ban đêm.....	27

1.7.3	Đóng cửa/Cửa tự động	27
1.7.4	Vệ sinh bộ trao đổi nhiệt.....	27
1.7.5	Cách nhiệt kỹ thuật.....	27
1.7.6	Rã đông.....	27
1.7.7	Kiểm tra ăn mòn.....	28
2	Lựa chọn và lắp đặt các hệ thống làm mát mới.....	29
2.1	Tác động nhu cầu làm mát	29
2.1.1	Giảm nhu cầu làm mát trước khi thiết kế hệ thống.....	29
2.1.2	Tìm kiếm các giải pháp thay thế.....	29
2.2	Chọn môi chất lạnh phù hợp.....	29
2.2.1	GWP và ODP.....	29
2.2.2	Các loại môi chất lạnh	30
2.2.3	Thay thế bằng môi chất lạnh thân thiện với môi trường	31
2.2.4	Các biện pháp an toàn	31
2.3	Chọn chu trình làm mát phù hợp	31
2.3.1	Chu trình làm mát nén hơi	31
2.3.1.1	Hệ thống đa tầng	32
2.3.1.2	Bộ tiết kiệm (Economizer)	33
2.3.2	Hệ thống siêu tới hạn	33
2.4	Lưu ý khác.....	34
2.4.1	Các yếu tố kinh tế cần xem xét.....	34
2.4.2	Các yếu tố pháp lý	34
2.4.3	Các yếu tố môi trường.....	35
2.4.4	Các yếu tố thực tiễn	35
2.4.5	Bảo trì.....	35
2.4.6	Tài liệu.....	35
2.5	Cách tiến hành.....	35
3	Quy trình mua sắm cho các thiết bị làm mát mới	37
3.1	Giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi	37
3.2	Giai đoạn khả thi.....	39
3.3	Giai đoạn đấu thầu.....	39
3.3.1	Xác định phạm vi cuối cùng	39
3.3.2	Thông số kỹ thuật.....	40
3.3.3	Đảm bảo hiệu suất.....	40
3.3.4	Hợp đồng dịch vụ.....	41
3.4	Giai đoạn ký kết hợp đồng	41
3.5	Các giai đoạn sau của dự án.....	41
	Phụ lục 1. Nhà cung cấp giải pháp làm lạnh được lựa chọn	44

1 Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của hệ thống làm mát công nghiệp

Điện năng tiêu thụ cho làm mát/cấp đông có thể chiếm một phần rất lớn trong tổng năng lượng tiêu thụ tại các nhà máy. Ví dụ, trong ngành thủy sản Việt Nam, làm mát/cấp đông chiếm tới 75% lượng điện tiêu thụ, từ đó trở thành một lĩnh vực kỹ thuật quan trọng đáng quan tâm trong việc nghiên cứu tìm năng tiết kiệm năng lượng.

1.1 Nguyên lý cơ bản của hệ thống làm mát công nghiệp



Hình 1. Hệ thống làm mát điển hình

Hình 1 minh họa hệ thống làm mát với các bộ phận/khu vực cốt lõi:

- Máy nén
- Bộ ngưng tụ
- Thiết bị bay hơi
- Bơm
- Hệ thống phân phối

Hệ thống làm mát có thể được thiết kế theo nhiều cách khác nhau tùy thuộc vào mục đích ứng dụng cụ thể. Trong Hình 1, hệ thống minh họa quá trình làm mát được cung cấp trực tiếp bằng chất làm mát "Làm mát không gian trực tiếp" và gián tiếp qua một mạch thứ cấp cho "Làm mát sản phẩm" và "Làm mát không gian gián tiếp".

1.2 Cải thiện hiệu quả tổng thể của hệ thống

Phần này mô tả các phương án tối ưu hiệu quả sử dụng năng lượng tổng thể của hệ thống. Ngoài các phương án được đề cập, có thể xem xét việc thay thế các thiết bị cũ, hư hỏng để nâng cao tiết kiệm năng lượng.

1.2.1 Phân chia nguồn cung làm mát

Làm mát là một nguồn tiêu thụ tốn kém, khi hạ nhiệt độ càng thấp thì chi phí bỏ ra càng cao. Theo nguyên tắc chung, cứ mỗi một độ nhiệt độ dàn bay hơi giảm, tiêu thụ điện sẽ tăng từ 3-4%. Do đó, nhà máy cần thực hiện làm mát ở nhiệt độ phù hợp, và không thấp hơn mức yêu cầu.

Trong trường hợp nhà máy có nhu cầu làm mát ở các mức nhiệt độ khác nhau thì nên sử dụng các mức áp suất khác nhau để tạo ra công suất làm mát phù hợp, tránh việc sử dụng chung máy nén một cách phí phạm và kém hiệu quả. Do đó, thường yêu cầu lắp đặt các đường ống mới. Phần này được minh họa trong Hình 12, hệ thống nổi tầng với dàn bay hơi trung gian, chi tiết trong phần 2.3.1.1.

Một ví dụ điển hình là hệ thống điều hòa không khí trong khu vực sản xuất (trên 0°C) được cung cấp công suất làm mát từ cùng một hệ thống với kho lạnh (dưới -18°C).

Hai lý do chính cho trường hợp này là:

- Nhu cầu làm mát đã thay đổi sau khi xây dựng nhà máy. Quy mô sản xuất đã mở rộng hoặc thay đổi so với thiết kế gốc.
- Thiết kế của hệ thống làm mát kém hiệu quả ngay từ đầu.

Tiềm năng tiết kiệm có thể dao động từ 10-50% tổng lượng điện tiêu thụ bởi các máy nén, do việc phải chia sẻ công suất làm mát cung cấp cho các đơn vị hoạt động ở nhiệt độ rất thấp.

Với từng hệ thống làm lạnh khác nhau thì có những tình huống và giải pháp khắc phục khác nhau.

Phân tích tình huống:

Quá trình xác định tiềm năng tiết kiệm năng lượng có thể tốn thời gian nhưng dễ thực hiện.

- Kiểm tra nhiệt độ ở đầu hút của các máy nén (dựa trên việc đọc áp suất hút).
- Xác định máy nén nào cung cấp nguồn làm mát cho tải lạnh nào.
- Kiểm tra nhiệt độ yêu cầu ở mỗi đơn vị tiêu thụ làm mát (nhiệt độ sản phẩm cần được làm mát).
 - o Nếu sự chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ hút của máy nén và nhiệt độ tải lạnh lớn hơn 4 K, vậy đánh giá ở đây có tiềm năng cải thiện.

Có thể liên hệ với chuyên gia để được hỗ trợ phần việc trên. Nếu cần tái cấu trúc hệ thống làm mát nào thì nên liên hệ nhà cung cấp.

VÍ DỤ:

Hai máy làm đá vảy công nghiệp với công suất 15 tấn/ngày và 20 tấn/ngày đã được đưa vào hoạt động tại xưởng 2. Nước đầu vào có nhiệt độ 30°C (nước thường). Hệ số hiệu quả năng lượng (COP) của hệ thống đá vảy (2,18 kWh nhiệt/kWh điện) thấp hơn COP của hệ thống làm mát khác cũng được lắp đặt tại nhà máy (3 kWh nhiệt/kWh điện).



Nhà máy đã thay đổi nước cấp cho máy làm đá vảy bằng nước lạnh từ hệ thống làm mát ở xưởng 1 cấp trực tiếp. Nước lạnh đầu ra từ hệ thống làm mát của xưởng 1 có nhiệt độ thấp hơn, khoảng 7°C - 8°C, giúp tiết kiệm điện năng. Tiết kiệm tổng thể xuất phát từ việc làm mát nước đầu vào với hệ thống có COP cao hơn. Một lợi ích khác là thời gian sản xuất đá vảy nhanh hơn, đồng thời hiệu suất cũng tăng lên.

- Tiết kiệm điện 30,664 kWh/năm
- Tiết kiệm chi phí hàng năm 52 triệu VND/năm
- Giảm phát thải khí nhà kính 25,9 tấn CO₂/năm
- Thời gian hoàn vốn 1,4 năm.

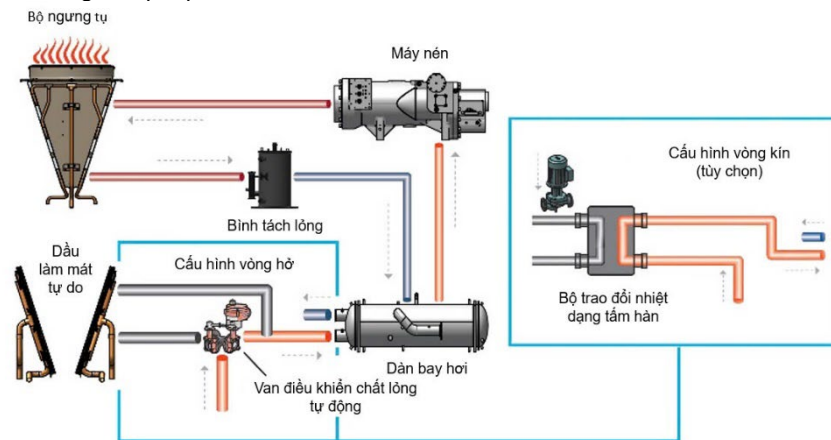
1.2.2 Tận dụng tiềm năng từ nguồn làm mát tự nhiên

Nếu một số quy trình làm mát yêu cầu nước làm mát phải ở nhiệt độ tương đối cao (ví dụ như máy ép nhựa kiểu ép phun), có thể xem xét tiềm năng cung cấp làm mát bởi các tháp giải nhiệt dạng ướt hoặc khô hay không..

Điều này yêu cầu điều kiện môi trường xung quanh đủ lạnh để sản xuất nước làm mát. Theo quy tắc chung, các tháp giải nhiệt ướt có thể sản xuất nước làm mát cao hơn 5°C so với nhiệt độ bầu ướt (wet bulb temperature), và các tháp giải nhiệt khô có thể sản xuất nước làm mát cao hơn 10°C so với nhiệt độ bầu khô (dry bulb temperature).

Nếu có thể triển khai hệ thống làm mát tự nhiên thì sẽ tiết kiệm năng lượng đáng kể, vì các tháp giải nhiệt tự nhiên có thể hoạt động với hệ số hiệu quả COP khoảng 20-40. Nếu tháp giải nhiệt tự nhiên không thể cung cấp toàn bộ nhu cầu làm mát, có thể xem xét kết hợp tháp giải nhiệt tự nhiên và máy

làm mát nước (chiller) trong hệ thống, và ưu tiên để tháp giải nhiệt tự nhiên sản xuất nước làm mát khi điều kiện môi trường cho phép.



Hình 2. Hệ thống làm mát có thể chuyển đổi giữa chế độ làm mát tự nhiên và chế độ cơ học tùy thuộc vào điều kiện môi trường xung quanh [1].

Phân tích tình huống:

Các bước thực hiện:

- Xác định nhiệt độ làm mát yêu cầu tối thiểu, kiểm tra xem có thể tăng nhiệt độ này hay không (tham khảo phần 1.6.3).
- Kiểm tra nhiệt độ bầu khô và bầu ướt của khu vực xung quanh trong thời gian cả năm (ví dụ theo từng tháng) tại vị trí hệ thống được lắp đặt.
- Nếu nhiệt độ bầu ướt thấp hơn ít nhất 5°C so với nhiệt độ yêu cầu trong ít nhất 30% thời gian trong năm, có thể tiến hành đánh giá làm mát thụ động bằng gió tự nhiên.
 - o Đối với trường hợp trên, có thể liên hệ với chuyên gia/nhà cung cấp hoặc phải thực hiện các tính toán chi tiết hơn.

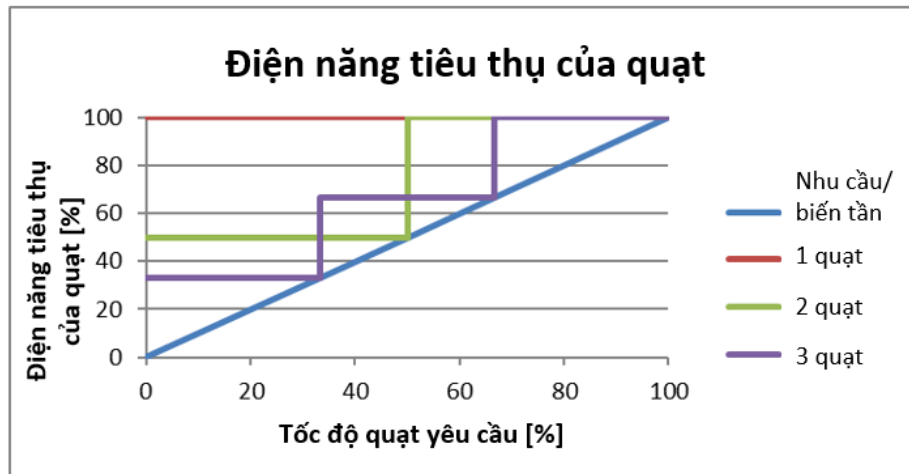
1.2.3 Lắp biến tần cho dàn bay hơi, tháp giải nhiệt và quạt làm mát khô

Trong hầu hết các hệ thống làm mát, tải điện thường biến động đáng kể trong ngày và năm, tùy thuộc vào sự thay đổi của nhiệt độ ngoài trời, ánh nắng mặt trời, số lượng sản phẩm cần làm mát, v.v. Nếu không điều khiển tốc độ quạt trên dàn bay hơi, tháp giải nhiệt hoặc bộ làm mát khô, mức tiêu thụ điện trên các động cơ sẽ cao hơn mức cần thiết mà không mang lại hiệu quả tích cực nào. Nhu cầu vận hành quạt có thể chỉ cần 50% so với công suất hoạt động đầy tải hoặc thậm chí ít hơn trong khi động cơ vẫn phải chạy 100%.

Lắp đặt bộ biến tần trên các động cơ quạt có thể áp dụng cho tất cả các loại dàn làm mát không khí và tháp giải nhiệt, và việc tiết kiệm năng lượng có thể lên đến 40% lượng điện sử dụng cho mỗi đơn vị. Ngoài ra, việc vận hành quạt có thể được bật/tắt và điều khiển tự động hoặc thậm chí bằng tay cũng được nếu có những thời gian kéo dài chỉ cần tải làm mát mức thấp.

Tiềm năng tiết kiệm dao động lớn tùy theo từng cấu hình hệ thống thiết bị, phụ thuộc vào đồ thị tải lạnh của tháp giải nhiệt hoặc bộ làm mát khô. Càng có nhiều tải lạnh vận hành riêng rẽ, tiềm năng tiết kiệm càng cao, và nên nhờ chuyên gia tính toán tiềm năng tiết kiệm chính xác. Dưới đây là hai trường hợp điển hình:

- Các đơn vị có một quạt hoặc nhiều quạt được điều khiển tương tự nhau, tiềm năng thường nằm trong khoảng từ 5-25%.
- Các đơn vị có nhiều quạt được điều khiển riêng lẻ, tiềm năng thường nằm trong khoảng từ 2-15%.




Hình 3. Mức tiêu thụ điện thực tế của quạt so với tốc độ quạt lý tưởng cần thiết.

Phân tích tình huống:

Trong trường hợp này, việc xác định tiềm năng tiết kiệm năng lượng rất dễ dàng. Nếu vẫn chưa lắp bộ biến tần cho các quạt thì có tiềm năng tiết kiệm ở đây. Cần liên hệ với chuyên gia để tính toán tiềm năng cụ thể và tìm ra giải pháp phù hợp.

VÍ DỤ:

Tên công ty: Công ty TNHH MINH ĐĂNG	
Địa chỉ: 83 tỉnh lộ 8, thị trấn Mỹ Xuyên, huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng	
Tóm tắt dự án: Thay thế máy nén lạnh piston bằng máy nén lạnh trực vít. Dự án hướng đến mục tiêu giảm chi phí năng lượng và phát thải khí nhà kính	
Năm thực hiện: 2017	
Tình trạng trước khi triển khai	Kết quả
<p>Công ty Minh Đăng sản xuất hải sản đông lạnh xuất khẩu với các sản phẩm chính bao gồm: mực, bạch tuộc. Nhà máy có 2 hệ thống làm mát liên tục cho kho lạnh, băng tải IQF và tái cấp đông.</p> <p>Để tiết kiệm năng lượng, nhà máy đã dự định thay thế 4 máy nén piston hiện có bằng 2 máy nén trực vít hiệu suất cao.</p>	<p>Nhà máy đã thay thế 4 máy nén piston làm mát bằng 2 máy nén trực vít hiệu suất cao. Các hệ thống làm mát giảm 30,6% tổng mức tiêu thụ điện và 298 tấn CO₂ mỗi năm.</p>
 <p style="text-align: center;"><i>Máy nén pittông hiện có</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Máy nén lạnh trực vít cho kho lạnh, tủ đông</i></p>

	 <p><i>Máy nén lạnh trực vít cho băng tải (IQF), đông lạnh lại</i></p>
Kết quả của dự án:	
Tổng chi phí đầu tư:	3.269 triệu VNĐ
Tiết kiệm điện:	450.387 kWh/năm.
Chi phí tiết kiệm:	691 triệu VNĐ
Thời gian hoàn vốn:	4,7 năm

1.2.4 Lắp đặt và bảo trì hệ thống tách khí

Hiệu suất và công suất của một hệ thống làm mát có thể bị suy giảm đáng kể nếu có không khí trong hệ thống. Ngay cả khi đã lắp đặt hệ thống tách khí thì vẫn có thể có lượng lớn không khí trong hệ thống.

Nếu không khí lọt vào hệ thống sẽ chiếm không gian trong bộ ngưng tụ, làm giảm diện tích bề mặt làm việc hiệu quả. Nó cũng có thể làm tắc nghẽn hệ thống thoát nước, gây ra vấn đề cho các van nổi áp suất cao và thúc đẩy phản ứng ăn mòn. Không chỉ cần có một hệ thống tách khí nói chung mà còn cần phải là một hệ thống làm việc hiệu quả và được thiết kế đúng cách.

Tiềm năng tiết kiệm điện sử dụng cho các máy nén thường từ 3 đến 9% bằng cách giảm nhiệt độ ngưng tụ. Mỗi độ giảm xuống, hiệu quả năng lượng sẽ tăng từ 3-4%, và công suất sẽ tăng khoảng 1%.

Phân tích tình huống:

Không khí trong hệ thống có thể gây ra nhiều vấn đề khác nhau. Nếu xuất hiện một số hiện tượng sau có khả năng cao là có không khí trong hệ thống:

- Hệ thống làm mát giảm công suất qua các năm.
 - Có vấn đề về hiệu suất trong mùa hè.
 - Dầu bị phân hủy.
-

Cần lắp đặt hệ thống tách khí nếu chưa có sẵn. Cần liên hệ với nhà cung cấp hoặc chuyên gia về hệ thống tách khí hiệu suất cao để được hỗ trợ lắp đặt. Nếu đã có thì cần phải bảo trì định kỳ.

VÍ DỤ:

Trong quá trình hoạt động, khí không ngưng tụ (không khí) xâm nhập vào hệ thống làm lạnh và ảnh hưởng đến môi chất làm mát R717 (NH₃), làm tăng áp suất ngưng tụ của hệ thống làm lạnh, từ đó làm tăng nhiệt độ ngưng tụ. Điều này dẫn đến mức tiêu thụ điện tăng và hiệu suất giảm, đồng thời gây hư hại cho hệ thống ống dẫn.



Nhà máy đã lắp đặt hệ thống tách khí để loại bỏ khí không ngưng tụ khỏi môi chất lạnh NH₃.

- Giảm mức tiêu thụ điện năng 10,8% tương đương với tiết kiệm 207.732 kWh/năm
- Tiết kiệm chi phí hàng năm 360 triệu VND
- Giảm phát thải khí nhà kính 167 tấn CO₂/năm
- Thời gian hoàn vốn 1,4 năm

1.2.5 Lắp đặt và bảo trì hệ thống tách nước

Nước trong chất làm mát là một vấn đề phổ biến ở nhiều hệ thống làm lạnh và thường không được nhân viên vận hành lưu ý.

Mỗi phần trăm nước lẫn trong môi chất lạnh sẽ làm giảm công suất đi 2% và tăng mức tiêu thụ điện lên 1%. Ngoài ra, dầu sẽ bị phân hủy; các gioăng có thể bắt đầu rò rỉ, có thể xuất hiện vết rách trên các van và cặn bã sẽ tích tụ trong hệ thống.

Giải pháp là lắp đặt một hệ thống tách nước hiệu quả để loại bỏ nước khỏi môi chất lạnh. Nồng độ nước không nên vượt quá 1%.

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng thay đổi tùy theo nồng độ nước lẫn trong môi chất lạnh, phụ thuộc vào việc bảo trì tổng thể hệ thống làm lạnh. Trong trường hợp điển hình, tiết kiệm năng lượng sẽ chiếm 6-9% lượng điện sử dụng bởi các máy nén, đôi khi có thể cao hơn.

Phân tích tình huống:

Có hai giải pháp pháp đơn giản để kiểm tra nồng độ nước lẫn trong amoniac:

- Nhân viên đã được đào tạo lấy mẫu 100 mL amoniac, đặt tại một nơi an toàn để bay hơi. Kế đó, đo lượng chất lỏng còn lại trong ly, đây sẽ là nước. So sánh nồng độ nước với bảng để xác định phần trăm trọng lượng. Cần đảm bảo lấy mẫu ở phía áp suất thấp vì đây là nơi nước thường xuất hiện nhiều nhất.
- Nếu có lắp đặt dàn bay hơi tuần hoàn và nhiệt độ hoạt động (theo kết quả đo nhiệt độ) cao hơn so với nhiệt độ tính toán dựa trên đo áp suất, có thể có nước trong chất làm mát. *(Dựa trên áp suất, có thể tính toán được nhiệt độ bay hơi nhưng chỉ giả thiết bao gồm môi chất lạnh, do đó áp suất riêng*




từng phần sẽ bằng áp suất tổng. Nếu có nước thâm nhập, tổng các áp suất riêng từng phần của môi chất lạnh sẽ thấp hơn áp suất tổng, và do đó, nhiệt độ bay hơi sẽ tăng)

VÍ DỤ:

Tên công ty: CÔNG TY TNHH MINH ĐĂNG

Địa chỉ: Số 83, tỉnh lộ 8, thị trấn Mỹ Xuyên, huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng

Tóm tắt dự án: Dự án đầu tư cải tạo hệ thống tủ đông, bao gồm nhiều giải pháp. Mục tiêu của dự án là giảm chi phí năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính.

Năm thực hiện: 2018	
Tình trạng trước khi triển khai	Kết quả
<p>Hệ thống cấp đông là hệ thống tiêu tốn nhiều năng lượng nhất trong nhà máy. Nhà máy có 3 hệ thống cấp đông hoạt động độc lập, sử dụng chất làm mát NH₃.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Khu vực máy nén tại nhà máy</i></p> <p>Nhà máy sẽ hợp nhất ba hệ thống cấp đông hiện tại thành một hệ thống cấp đông mới.</p> <p>Đồng thời, nhà máy cũng đã lắp đặt một số thiết bị mới để cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng của hệ thống cấp đông, bao gồm: lắp đặt bộ tách khí không ngưng tụ và bộ tách nước từ NH₃, lắp đặt các bộ trao đổi nhiệt để làm mát nước nhằm giảm lượng đá vảy sử dụng, lắp đặt thiết bị để tự động điều chỉnh công suất của máy nén phù hợp với tải chất làm mát của hệ thống.</p>	<p>Nhà máy đã giảm được 28,3% tổng lượng điện tiêu thụ của hệ thống cấp đông.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Hệ thống cấp đông sau khi cải tạo</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Máy tách nước</i></p>
<p>Kết quả của dự án:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tổng chi phí đầu tư: 5.573 triệu VNĐ - Tiết kiệm điện: 959.385 kWh/năm - Tiết kiệm chi phí: 1.588 triệu VNĐ - Thời gian hoàn vốn: 3,5 năm 	

1.2.6 Kích thước của bể chứa đệm

Một số hệ thống làm mát được thiết kế với một mạch làm mát thứ cấp thông qua bể chứa đệm (minh họa trong Hình 1). Trong trường hợp này, quan trọng là phải đảm bảo rằng bể đệm có kích thước phù hợp để tối ưu hóa hoạt động của máy nén, tránh việc máy nén khởi động/ ngưng quá nhiều trong ngày. Đối với một hệ thống có bể đệm, việc khởi động nhiều hơn một lần mỗi giờ được coi là quá nhiều.

Hơn nữa, cần đảm bảo rằng bể đệm hoạt động hiệu quả như một kho chứa lạnh với sự phân tầng đúng cách giữa nước lạnh và nước trở về ấm hơn. Nếu hai loại nước này bị trộn lẫn sẽ dẫn đến nhiệt độ đầu ra của hệ thống làm mát cao hơn so với nhiệt độ được cung cấp từ dàn bay hơi.

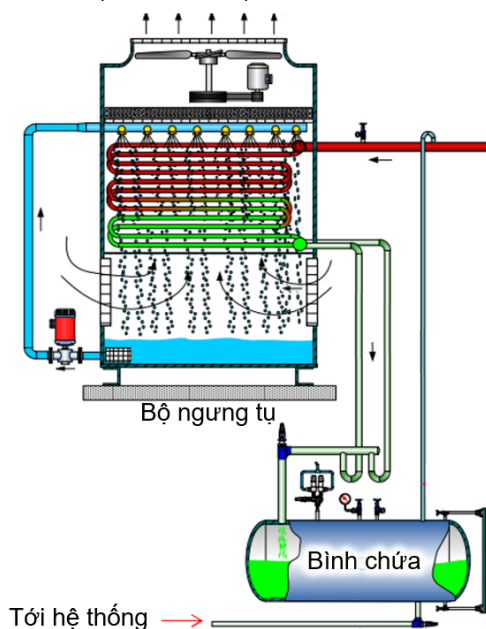
Nếu nhiệt độ đầu ra từ bể đệm cao hơn 2°C so với nhiệt độ mà dàn bay hơi cung cấp, nâng nhiệt độ bay hơi lên 2°C có thể tiết kiệm điện 6-8%.

Phân tích tình huống:

Kiểm tra xem nhiệt độ đầu ra từ bể đệm có cao hơn nhiệt độ mà dàn bay hơi cung cấp không. Từ đó có thể đánh giá thiết kế bể đệm kém hiệu quả. Liên hệ với chuyên gia có chuyên môn để đánh giá. Ngoài ra, kiểm tra thời gian mà bể hoàn toàn đầy hoặc trống trong năm.

1.2.7 Cửa xả nước (Drop leg) trên Dàn ngưng bay hơi

Dàn ngưng bay hơi thường được chia thành hai hoặc nhiều đoạn ở phía làm lạnh. Quan trọng vì nhiều lý do, mỗi đoạn có chất làm mát lỏng áp suất cao từ dàn ngưng tụ bay hơi cần có một cửa xả nước riêng biệt với bể lỏng có chiều cao đủ lớn (ít nhất 40 cm).



Hình 4. Dàn ngưng bay hơi và bình chứa. Lưu ý có hai đường chạy riêng biệt ra khỏi bộ ngưng tụ với một cửa xả của mỗi đường.

Điều này trước tiên sẽ đảm bảo phân phối đồng đều môi chất lạnh cho mỗi đoạn. Vì các đoạn được kết nối ở cả hai đầu, các tổn thất áp suất là giống nhau trên các đoạn. Nếu chúng không giống nhau về hình học vật lý, lưu lượng môi chất lạnh và do đó dẫn đến tải sẽ khác nhau giữa các đoạn. Trong trường hợp này, công suất không được sử dụng hoàn toàn, quạt tiêu tốn quá nhiều năng lượng và áp suất ngưng tụ quá cao.

Tiềm năng tiết kiệm là 5-10% mức tiêu thụ trên bộ ngưng tụ bay hơi.

Một điểm phụ khác là điều này sẽ đảm bảo việc xả khí thủ công có thể được thực hiện đúng cách. Nếu không có thiết kế cửa xả nước này, việc thực hiện không thể thực hiện được.

Phân tích tình huống:

Kiểm tra bằng mắt các đường ống để xác định có các cửa xả nước riêng biệt với bể lỏng và khả năng duy trì mức amoniac tối thiểu 40 cm hay không.

Thông thường không khuyến cáo thay đổi đường ống chỉ vì lý do này, nhưng cần được khắc phục nếu đường ống bị thay đổi vì các lý do khác.

1.2.8 Cửa xả nước trên dàn bay hơi kiểu ngập

Đường ống kết nối từ bộ tách cửa xả đến dàn bay hơi nên có độ nghiêng để dẫn dầu trở lại cửa xả nước trong một bình chứa dầu nhỏ. Nếu không, dầu sẽ tràn vào dàn bay hơi và thường không có khả năng xả ra ngoài. Điều này sẽ dẫn đến hiện tượng tắc nghẽn trong bộ trao đổi nhiệt, giảm hiệu suất truyền nhiệt, tăng điểm kẹp và làm tăng mức tiêu thụ điện năng của máy nén.



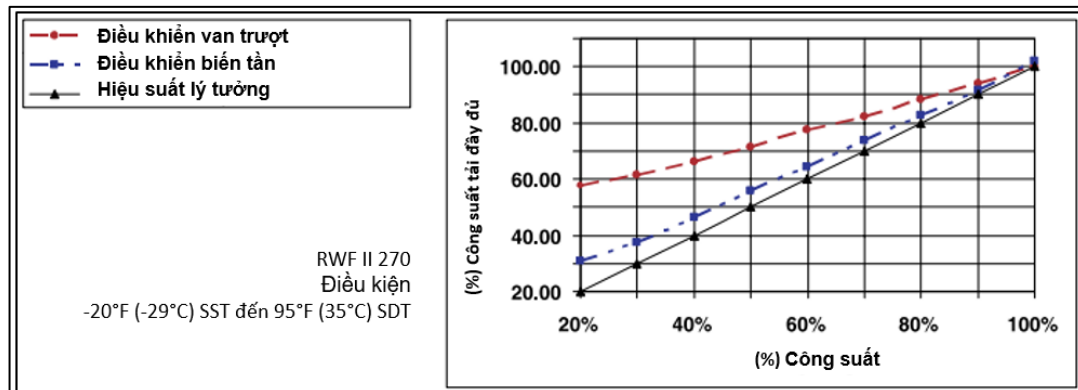
Hình 5. Cửa xả nước trên dàn bay hơi kiểu ngập. Mũi tên màu đỏ chỉ vị trí cửa xả nước [2].

1.3 Máy nén

Máy nén là thiết bị tiêu thụ điện chính trong hệ thống làm mát. Do đó, việc tìm hiểu phương án tối ưu hóa máy nén rất đáng được quan tâm.

1.3.1 Tối ưu hóa hệ thống điều khiển máy nén

Điều khiển máy nén không đúng cách hoặc không hiệu quả có thể dẫn đến tổn thất năng lượng đáng kể trong hệ thống làm mát, đặc biệt là với các hệ thống với nhiều máy nén và có nhu cầu làm mát đa dạng. Hiệu suất năng lượng của một máy nén (máy nén trực vít) có thể giảm đến 30% khi hoạt động ở tải một phần như minh họa trong Hình 6 dưới đây:



Hình 6. So sánh mức tiêu thụ điện năng theo các phương pháp điều chỉnh khác nhau (máy nén trực vít).

Theo Hình 5, mức tiêu thụ điện vẫn còn tương đối cao sau khi hạ công suất xuống, chẳng hạn, 50% khi sử dụng van trượt. Điều này có thể tránh được khi sử dụng hệ thống điều khiển phù hợp.

Có thể cần thay thế hoặc nâng cấp hệ thống điều khiển máy nén trong các trường hợp sau:

- Hệ thống hiện tại đã cũ và lạc hậu.
- Hệ thống làm mát đã thay đổi so với thiết kế ban đầu (thêm nhiều thiết bị).
- Đặc tính tải hoặc vận hành đã thay đổi.
- Một số máy nén được lắp biến tần.
- Hệ thống làm mát bao gồm các máy nén với phân loại và/hoặc kích cỡ khác nhau.
- Không có hệ thống điều khiển hoạt động máy nén.

Trong một hệ thống làm mát bình thường ở Việt Nam, tiềm năng tiết kiệm năng lượng ít nhất đạt 5% so với tổng điện năng sử dụng cho làm mát. Tuy nhiên, mức tiết kiệm năng lượng phụ thuộc phần lớn vào hệ thống làm mát hiện tại và tiềm năng tiết kiệm thực tế phải được tính toán bởi chuyên gia. Mức tiết kiệm có thể dao động từ vài phần trăm cho đến tối đa 20% trong các trường hợp lý tưởng.

Nhìn chung, chi phí đầu tư cho việc lắp đặt hệ thống điều khiển mới sẽ khá cao, dẫn đến thời gian hoàn vốn dài. Tuy nhiên, nếu hệ thống điều khiển được lắp đặt kết hợp cùng với các giải pháp khác để tăng công suất làm mát, thời gian hoàn vốn có thể được rút ngắn.

Phân tích tình huống:

Cần tham khảo ý kiến chuyên gia để xác định tiềm năng tiết kiệm năng lượng. Mời chuyên gia nếu hệ thống làm mát của nhà máy có một hoặc hơn các đặc điểm dưới đây:




- Hơn một máy nén được lắp đặt trong cùng một hệ thống làm mát.
- Máy nén được điều khiển bằng cách bật/tắt hoặc điều chỉnh thủ công.
- Máy nén trực vít hoạt động không đầy tải.
- Sử dụng áp suất hút và/hoặc áp suất xả cố định.

Máy nén piston thường hiệu quả hơn khi thường xuyên hoạt động không đầy tải, dù vậy, hệ thống điều khiển phù hợp vẫn mang lại lợi ích nhất định.

Vận hành làm mát khi giá điện thấp

Trong hệ thống điều khiển, có thể thiết lập các điểm cài đặt nhiệt độ và điều kiện hoạt động khác nhau để giảm thiểu vận hành máy nén khi giá điện cao và tối đa khi giá điện thấp. Như vậy, tuy không tiết kiệm năng lượng nhưng sẽ giảm chi phí vận hành tại cơ sở.

VÍ DỤ:

Tên công ty: Công ty TNHH MINH ĐĂNG	
Địa chỉ: 83 tỉnh lộ 8, thị trấn Mỹ Xuyên, huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng	
Tóm tắt dự án: Thay thế máy nén lạnh piston bằng máy nén lạnh trực vít, nhằm tiết kiệm chi phí năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính.	
Năm thực hiện: 2017	
Tình trạng trước khi triển khai	Kết quả
<p>Công ty TNHH Minh Đăng sản xuất hải sản đông lạnh để xuất khẩu, với các sản phẩm chính bao gồm: mực, bạch tuộc. Nhà máy có 2 hệ thống làm mát liên tục cho kho lạnh, băng tải IQF và hệ thống tái cấp đông.</p> <p>Để tiết kiệm năng lượng, nhà máy đã lên kế hoạch thay thế 4 máy nén piston hiện có bằng 2 máy nén trực vít hiệu suất cao.</p>	<p>Nhà máy đã thay thế 4 máy nén piston bằng 2 máy nén trực vít hiệu suất cao. Tổng tiêu thụ điện năng cho các hệ thống làm mát đã giảm 30,6%, và giảm 298 tấn CO₂ mỗi năm.</p>
 <p><i>Máy nén pittông hiện có</i></p>	 <p><i>Máy nén lạnh trực vít cho kho lạnh, tủ đông</i></p>  <p><i>Máy nén lạnh trực vít cho băng tải (IQF), tái cấp đông</i></p>
Kết quả dự án:	
Tổng chi phí đầu tư:	3.269 triệu VNĐ
Tiết kiệm điện:	450.387 kWh/năm
Tiết kiệm chi phí:	691 triệu VNĐ
Thời gian hoàn vốn:	4,7 năm

1.3.2 Sử dụng nén hai cấp

Trong trường hợp máy nén hoạt động với chênh lệch áp suất cao giữa phía hút và phía đẩy, hiệu suất năng lượng sẽ giảm. Chênh lệch áp suất càng cao, hiệu suất và công suất của máy nén càng thấp.

Máy nén là thiết bị tiêu tốn năng lượng nhất trong hệ thống làm mát, nên tiềm năng tiết kiệm cao. Đối với trường hợp chênh lệch áp suất cao, khuyến nghị thay thế bằng hệ thống nén hai cấp. Hai lý do phổ biến nhất khi sử dụng nén một cấp là:

- Giảm chi phí đầu tư.
- Điều kiện vận hành của máy nén đã thay đổi, dẫn tới tăng chênh lệch nhiệt độ so với thiết kế ban đầu.

Dựa trên hoạt động cấp đông thông thường, tiềm năng tiết kiệm năng lượng khi sử dụng nén hai cấp cho máy có áp suất thay đổi lớn dao động khoảng 10 – 20% điện năng tiêu thụ của máy. Chi tiết mô tả trong phần 2.3.1.1.

Phân tích tình huống:

Chỉ cần một vài bước để xác định tiềm năng cho giải pháp nén hai cấp:

- Xác định áp suất hút và áp suất đẩy cho tất cả các cấp máy nén tại nhà máy.

- Tính tỷ số áp suất bằng cách chia áp suất đẩy cho áp suất hút.
- Nếu tỷ số áp suất lớn hơn 6.0, có tiềm năng tiết kiệm cho giải pháp nén hai cấp.

Việc thay đổi hệ thống máy nén từ một cấp sang hai cấp là một thay đổi lớn và đòi hỏi phải có sự tham gia của chuyên gia hoặc nhà cung cấp ngay từ đầu dự án.

1.3.3 Thu hồi nhiệt từ làm mát dầu

Làm mát dầu là bước cần thiết để hệ thống làm mát hoạt động hiệu quả, tuy nhiên, một lượng lớn năng lượng và công suất có khả năng bị lãng phí trong quá trình làm mát dầu. Năng lượng này có thể được tận dụng để tạo ra nước nóng thay vì xả ra tháp giải nhiệt.

Trong điều kiện bình thường, khoảng 10% nhiệt năng từ máy nén trực vít đến từ việc làm mát dầu, và có thể được chuyển đổi thành nước nóng ở 60°C.

Phân tích tình huống:

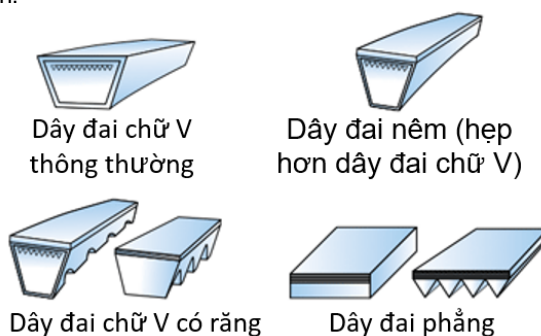
Nếu có một hoặc nhiều máy nén trực vít trong hệ thống làm mát, có tiềm năng để tạo ra nước nóng từ làm mát dầu.

Điểm mấu chốt là đánh giá liệu có tiềm năng tiết kiệm nếu sử dụng nguồn nước nóng này cho mục đích có ích nào đó không.

1.3.4 Thay thế dây đai phẳng bằng dây đai hiệu suất cao

Các máy nén piston tại Việt Nam thường được truyền động bằng dây đai phẳng. Không hiếm trường hợp dây đai này gây lãng phí công suất lên tới 10%, do hiệu suất kém và không được bảo trì đúng cách.

Việc đơn giản là thay thế dây đai phẳng bằng dây đai chóp, dây đai răng cưa, dây đai đồng bộ, hoặc các loại dây đai hiệu suất cao khác có thể giảm mức năng lượng lãng phí xuống chỉ còn 1% tổng điện năng sử dụng bởi máy nén.



Hình 7. Các loại dây đai phổ biến nhất

Trong hệ thống làm mát sử dụng dây đai, tiềm năng tiết kiệm có thể lên tới khoảng 10% tổng điện năng tiêu thụ của các máy nén. Các hệ thống làm mát chỉ sử dụng máy nén piston cũng có tiềm năng tiết kiệm năng lượng rất lớn. Tuổi thọ cao và bảo trì kém làm tăng tổn thất trong các dây đai, khiến phương án thay thế càng cho tiềm năng tiết kiệm cao.

1.4 Bộ ngưng tụ

Trong bộ ngưng tụ, nhiệt từ các quá trình làm mát được thải ra môi trường bên ngoài. Đối với các máy làm mát, bộ ngưng tụ có thể có nhiều loại khác nhau. Với loại trực tiếp, chất làm mát được ngưng tụ trực tiếp ra môi trường xung quanh:

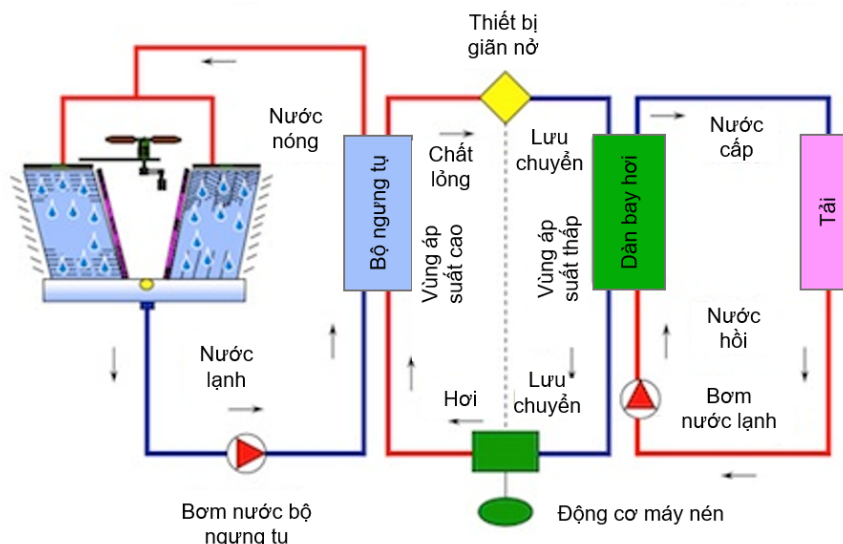
- Bộ ngưng tụ khô: Nhiệt của quá trình ngưng tụ được giải phóng trực tiếp vào môi trường xung quanh thông qua sự trao đổi nhiệt mà **không** cần sử dụng nước.

- Dàn ngưng bay hơi: Nhiệt của quá trình ngưng tụ được giải phóng vào môi trường xung quanh thông qua sự trao đổi nhiệt **có** sử dụng nước. Một lớp nước trên bề mặt bên ngoài của bộ ngưng tụ hấp thụ nhiệt và bay hơi vào môi trường xung quanh.

Ngoài ra, bộ ngưng tụ cũng có thể là một bộ trao đổi nhiệt làm mát bằng nước. Trong trường hợp này, năng lượng của quá trình ngưng tụ có thể được thải ra môi trường bên ngoài thông qua một tháp giải nhiệt:

- Tháp giải nhiệt khô: Nhiệt từ nước được giải phóng vào môi trường xung quanh thông qua sự trao đổi nhiệt mà **không** sử dụng nước.
- Tháp giải nhiệt ướt: Nhiệt từ nước được giải phóng vào môi trường xung quanh thông qua sự trao đổi nhiệt **có** sử dụng nước. Khi đó, tồn tại một lớp nước hấp thụ nhiệt và bay hơi vào môi trường xung quanh. Tham khảo Hình 8.

Chất làm mát được ngưng tụ thông qua tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh.



Hình 8. Minh họa máy làm mát với bộ ngưng tụ là bộ trao đổi nhiệt làm mát bằng nước [3].

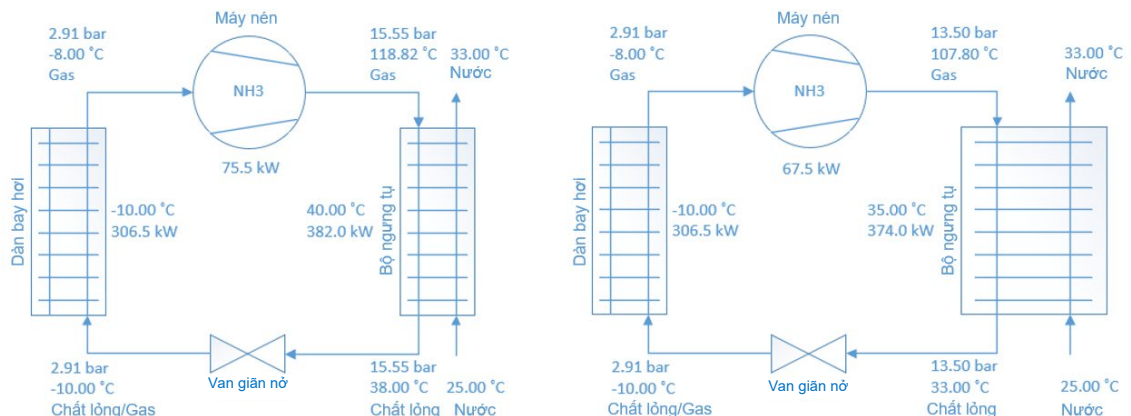
1.4.1 Bộ ngưng tụ làm mát bằng nước cỡ lớn

Nhiệt độ ngưng tụ của hệ thống làm mát có ảnh hưởng đáng kể đến mức tiêu thụ điện của hệ thống. Mức tiêu thụ điện tăng lên 3% khi nhiệt độ ngưng tụ tăng 1 độ.

Thực tế thường gặp trong ngành công nghiệp là áp suất của bộ ngưng tụ quá cao, do một số nguyên nhân sau:

- Bộ ngưng tụ bị bảo trì kém (bị bẩn).
- Có không khí lọt vào bộ ngưng tụ.
- Bộ ngưng tụ quá nhỏ.
- Hoạt động của bộ ngưng tụ không hiệu quả.
- Hoạt động với áp suất ngưng tụ cố định.

Trên thực tế, nếu chênh lệch nhiệt độ giữa đầu ra của nước làm mát và nhiệt độ ngưng tụ của môi chất làm mát lớn hơn 2°C, tức là có điều kiện để cải thiện vì chênh lệch 2°C là thiết kế tối ưu của bộ trao đổi nhiệt. Hình 8 minh họa trường hợp nhiệt độ ngưng tụ có thể được giảm xuống 5°C.



Hình 9. Bản vẽ nguyên lý của hai hệ thống làm mát với các thông số kỹ thuật. Sự khác biệt duy nhất là kích thước của bộ ngưng tụ. Giảm nhiệt độ bộ ngưng tụ từ 40°C (hình bên trái) xuống 35°C (hình bên phải) bằng cách tăng kích thước của bộ ngưng tụ, có thể tiết kiệm tới 15% lượng điện tiêu thụ cho máy nén

Giải pháp đem lại tiềm năng tiết kiệm cao vì sẽ ảnh hưởng tới tất cả các thiết bị làm mát kết nối với bộ ngưng tụ. Thông thường, có thể tiết kiệm từ 5% đến 15% tổng mức tiêu thụ điện cho làm mát nếu tất cả các bộ ngưng tụ được thay mới hoặc cải tạo.

Tuy nhiên, các thay đổi nêu trên thường yêu cầu đầu tư ở mức trung bình đến cao, dẫn đến thời gian hoàn vốn tương tự từ trung bình đến cao cho giải pháp này.

Mặt khác, nếu áp dụng kết hợp giải pháp với tăng công suất làm mát, chi phí đầu tư và thời gian hoàn vốn cho việc tăng kích thước bộ ngưng tụ sẽ thấp hơn.

Phân tích tình huống:

Việc xác định tiềm năng tiết kiệm năng lượng bằng cách tăng kích thước bộ ngưng tụ khá đơn giản.

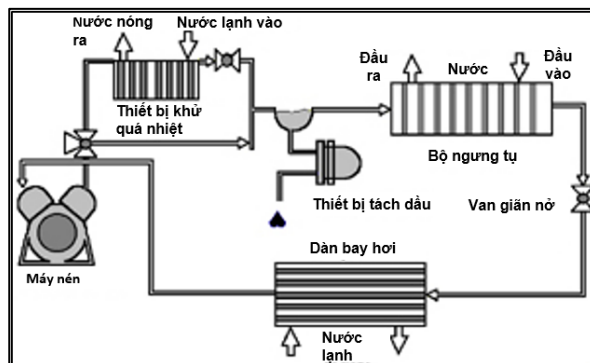
- Xác định nhiệt độ ngưng tụ (sử dụng áp suất xả).
- Xác định nhiệt độ nước làm mát ra khỏi bộ ngưng tụ.
- So sánh hai nhiệt độ và xem chúng chênh lệch lớn hơn 2°C không.
 - o Nếu có, có tiềm năng tiết kiệm năng lượng.

Phương pháp trên mô tả một hệ thống làm mát với bộ ngưng tụ truyền thống với môi chất làm mát ở một bên và nước làm mát ở bên còn lại. Nếu quá trình ngưng tụ của chất làm mát xảy ra trực tiếp trong tháp giải nhiệt (không có vòng nước trung gian), xem mục 1.4.3 để biết kích thước của tháp giải nhiệt.

1.4.2 Lắp đặt thiết bị khử quá nhiệt (desuperheater)

Khử quá nhiệt là quá trình làm mát môi chất lạnh từ nhiệt độ đầu ra của máy nén (thường cao hơn 80°C) xuống nhiệt độ ngưng tụ. Quá trình giảm nhiệt diễn ra ở tất cả các hệ thống làm mát. Vấn đề nằm ở khả năng tận dụng nhiệt lượng giải phóng. Khoảng 10-15% tổng năng lượng ngưng tụ (tương đương với 60% điện năng sử dụng bởi các máy nén) có thể được sử dụng để làm nóng nước lên đến khoảng 60°C cho các mục đích ví dụ như vệ sinh. Thiết bị khử quá nhiệt có thể được thêm vào các hệ thống hiện có hoặc lên kế hoạch để lắp đặt mới, và tổn thất áp suất trong một thiết bị được thiết kế đúng cách là không đáng kể.

Việc sản xuất nước nóng sẽ không phát sinh chi phí vận hành sau khi lắp đặt và có thể thay thế việc sản xuất nước nóng hiện tại. Trong trường hợp nước nóng không được sử dụng tại cơ sở sản xuất, có thể bán cho các công ty hoặc cư dân gần đó.



Hình 10. Mạch làm mát truyền thống được lắp bổ sung bộ khử quá nhiệt

Tiềm năng tiết kiệm phụ thuộc nhiều vào việc sử dụng nước nóng hiện tại và khả năng tận dụng hết nhiệt lượng dư.

Mức tiết kiệm về kinh tế sẽ đạt được cao nhất nếu hệ thống sản xuất đang gia nhiệt nước nóng bằng dầu, LPG hoặc điện, và sẽ thấp hơn đáng kể nếu được gia nhiệt bằng sinh khối hoặc các loại nhiên liệu chi phí thấp khác.

Ngoài ra, có thể tiết kiệm một phần điện năng tiêu thụ cho máy nén trong hệ thống làm mát khi tăng công suất của bộ ngưng tụ.

Phân tích tình huống:

Trước tiên, cần xác định khả năng sử dụng nước nóng tại nhà máy. Nếu không, cần xem xét liệu nước nóng có thể được bán cho các công ty lân cận hay không. Nếu một trong những khả năng này khả thi, có thể chuyển sang bước tính toán tiếp theo. Khi đó, chuyên gia có thể tính toán tiềm năng chính xác, khảo giá thiết bị và lắp đặt.

Tiềm năng sản xuất nước nóng từ thiết bị khử quá nhiệt có trong tất cả các hệ thống làm mát. Sản lượng và nhiệt độ tiềm năng có thể được xác định từ nhiệt độ đầu đẩy của môi chất làm mát.

VÍ DỤ:

Hệ thống gia nhiệt dưới sàn được lắp đặt trong kho lạnh sử dụng nhiệt thu hồi từ nhà máy làm mát và chi phí vận hành gần như bằng không.

**1.4.3 Tầng kích thước tháp giải nhiệt**

Nếu công suất của tháp giải nhiệt quá nhỏ, nhiệt độ nước làm mát sẽ ấm hơn mức cần thiết, dẫn đến điểm ngưng tụ máy làm mát cao hơn khiến tiêu tốn nhiều năng lượng hơn. Công suất của các tháp giải nhiệt có thể được tăng cường bằng cách lắp thêm một tháp giải nhiệt mới song song với các tháp hiện có.

Các lý do chính khiến tháp giải nhiệt quá nhỏ là:

- Được thiết kế ban đầu với công suất nhỏ để giảm chi phí đầu tư.
- Tải trọng của hệ thống làm mát tăng lên, nhưng các tháp giải nhiệt chưa được cải tạo.
- Thiết kế của tháp giải nhiệt không tối ưu.
- Diện tích bố trí của tháp giải nhiệt mới quá lớn và không thể dễ dàng lắp đặt tại nhà máy.

Trường hợp có thể hạ nhiệt độ của nước làm mát sẽ tiết kiệm được năng lượng sử dụng bởi các máy nén và hiệu suất của các tháp giải nhiệt cũng sẽ được cải thiện.

Tại các nhà máy có tiềm năng, tiết kiệm thường đạt 5-15% lượng điện sử dụng bởi các máy nén.

Phân tích tình huống:

Để xác định tiềm năng tiết kiệm năng lượng cần thực hiện các bước sau:

Đối với tháp giải nhiệt nước/bộ ngưng tụ bay hơi:

- Xác định nhiệt độ của nước làm mát từ tháp giải nhiệt trở lại bộ ngưng tụ. Đối với bộ ngưng tụ bay hơi, tra nhiệt độ ngưng tụ từ áp suất ngưng tụ.
- Tìm nhiệt độ bầu ướt của môi trường không khí xung quanh. Có thể xác định được từ bảng điều khiển của tháp giải nhiệt hoặc, nếu không, đo nhiệt độ bầu khô và độ ẩm rồi tính toán ra nhiệt độ bầu ướt.

- Chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ nước hồi lưu/ nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ bầu ướt nên rơi vào khoảng 3°C, có thể chấp nhận lên đến 5°C. Có tiềm năng tiết kiệm năng lượng nếu chênh lệch nhiệt độ cao hơn mức trên.

Đối với tháp giải nhiệt làm mát bằng không khí/ bộ ngưng tụ làm mát bằng không khí:

- Xác định nhiệt độ của nước làm mát từ tháp giải nhiệt hồi trở lại bộ ngưng tụ. Đối với bộ ngưng tụ làm mát bằng không khí, tìm nhiệt độ ngưng tụ từ áp suất ngưng tụ.
- Tìm nhiệt độ bầu khô của môi trường xung quanh. Có thể tham khảo từ bảng điều khiển của tháp giải nhiệt.
- Chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ nước hồi/ nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ bầu khô nên khoảng 5°C, và có thể chấp nhận chênh lệch lên đến 7°C. Có tiềm năng tiết kiệm năng lượng nếu chênh lệch nhiệt độ cao hơn mức trên.

Sau khi xác định có tiềm năng tiết kiệm năng lượng, liên hệ với nhà cung cấp nhờ tính toán tiềm năng tiết kiệm năng lượng thực tế.

Trong trường hợp mua tháp giải nhiệt/ bộ ngưng tụ mới, nên đầu tư thêm biến tần (VSD) và thay đổi hệ thống điều khiển của tất cả các tháp giải nhiệt cũng là một phương án hợp lý.

LƯU Ý: Nếu một hệ thống làm mát lớn thiếu công suất và cần được mở rộng, việc lắp thêm công suất ngưng tụ thường có lợi hơn so với việc tăng thêm công suất máy nén!

1.4.4 Theo dõi sự thay đổi của quá trình ngưng tụ

Trong một giải pháp tối ưu về năng lượng, nhiệt độ ngưng tụ thay đổi theo nhiệt độ bên ngoài thay vì giữ cố định xuyên suốt ngày/tuần/năm. Nhiệt độ ngưng tụ có vai trò quan trọng đối với tiêu thụ điện trong hệ thống làm mát.

Khi nhiệt độ bên ngoài thấp, nhiệt độ ngưng tụ theo đó cũng thấp. Từ đó, có thể tiết kiệm được một lượng đáng kể năng lượng và có thể thực hiện thông qua các giải pháp điều chỉnh.

Nhìn chung, có thể tiết kiệm 3% tiêu thụ điện của hệ thống làm mát khi nhiệt độ ngưng tụ giảm 1 độ. Cần lưu ý giữ cho hoạt động nằm trong phạm vi hoạt động của máy nén, nghĩa là yêu cầu có áp suất ngưng tụ tối thiểu.

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng của giải pháp này sẽ dao động trong khoảng 10-20% tùy thuộc vào khối lượng công việc của nhà máy và mức độ biến đổi của điều kiện môi trường. Thiết bị hoạt động liên tục có tiềm năng lớn hơn so với thiết bị chỉ hoạt động trong giờ hành chính hoặc giờ cao điểm.

Phân tích tình huống:

Thông thường, nhân viên vận hành sẽ nhận biết khi nhiệt độ ngưng tụ có sự thay đổi. Nếu không, có thể tham khảo các nhật ký dữ liệu (nếu có) để đánh giá mức dao động nhiệt độ ngưng tụ theo ngày/tuần/năm (hoặc đọc nhiệt độ/áp suất trên phía áp suất của máy nén vào một ngày mát mẻ).

Sau khi xác định có tiềm năng, bước kế tiếp là đánh giá mức độ tiềm năng. Có thể tiến hành tính toán từ nhật ký dữ liệu từ hệ thống làm mát trong trường hợp có thông tin chi tiết, nếu không, cần phải giả định một số khối lượng công việc chung cho hệ thống làm mát. Nếu nhà máy thành thạo các phép tính nhiệt động học, có thể tự thực hiện; nếu không, cần một chuyên gia thực hiện. Bước kế tiếp là liên hệ với chuyên gia hoặc nhà cung cấp.

1.4.5 Ngưng tụ trực tiếp amoniac trong dàn ngưng bay hơi

Từ góc độ năng lượng, ngưng tụ trực tiếp amoniac trong các dàn ngưng bay hơi được ưu tiên so với làm mát gián tiếp qua mạch nước trong tháp giải nhiệt.

Bằng cách ngưng tụ trực tiếp amoniac, có thể tiết kiệm nhiệt độ chênh lệch giữa amoniac và mạch nước làm mát. Trong trường hợp bộ trao đổi nhiệt ngưng tụ giữa nước và amoniac được thiết kế không đúng, nhiệt độ chênh lệch có thể lên đến 5°C, đồng nghĩa với việc tiềm năng tiết kiệm điện có thể đạt khoảng 15%.

Đối với các hệ thống hiện có, thay đổi dàn ngưng có thể không mang lại hiệu quả kinh tế cao nếu chỉ xét đến tiết kiệm chi phí năng lượng, nhưng nó vẫn có giá trị nhất định. Động lực quan trọng nhất là công suất làm mát của toàn bộ hệ thống được tăng lên đáng kể, từ đó có thể mang lại giá trị kinh tế đáng kể hoặc tránh được chi phí tăng thêm cho việc phải tăng công suất máy nén.

1.4.6 Đặt dàn ngưng đúng vị trí

Trong trường hợp dàn ngưng được làm mát bằng không khí, không nên đặt trực tiếp dưới ánh nắng mặt trời. Bức xạ trực tiếp từ mặt trời sẽ làm tăng nhiệt độ ngưng tụ, dẫn đến tăng mức tiêu thụ điện của máy nén.

Mức tiêu thụ điện có thể giảm 3% khi nhiệt độ ngưng tụ hạ xuống 1 độ.

1.4.7 Loại bỏ cặn trên tháp giải nhiệt/dàn ngưng bay hơi

Đối với tháp giải nhiệt/dàn ngưng bay hơi, mấu chốt là đảm bảo rằng không có sự tích tụ diện rộng của cặn bẩn trên bề mặt trao đổi nhiệt (ví dụ như cuộn dây trong dàn ngưng bay hơi). Trong trường hợp này, cặn sẽ làm giảm khả năng truyền nhiệt, dẫn đến tăng nhiệt độ ngưng tụ.

Mức tiêu thụ điện có thể giảm 3% khi nhiệt độ ngưng tụ hạ xuống 1 độ.

Phân tích tình huống:

Kiểm tra xem có sự tích tụ diện rộng của chất bẩn (vi sinh, cặn, v.v.) trên các dàn ngưng ướt hay không. Nếu có, hãy liên hệ với nhà cung cấp để tìm phương pháp loại bỏ phù hợp nhất.

1.5 Dàn bay hơi

Dàn bay hơi là nơi thực hiện quá trình làm mát. Cần đảm bảo rằng hệ thống hoạt động một cách tối ưu để duy trì hiệu suất tổng thể của hệ thống.

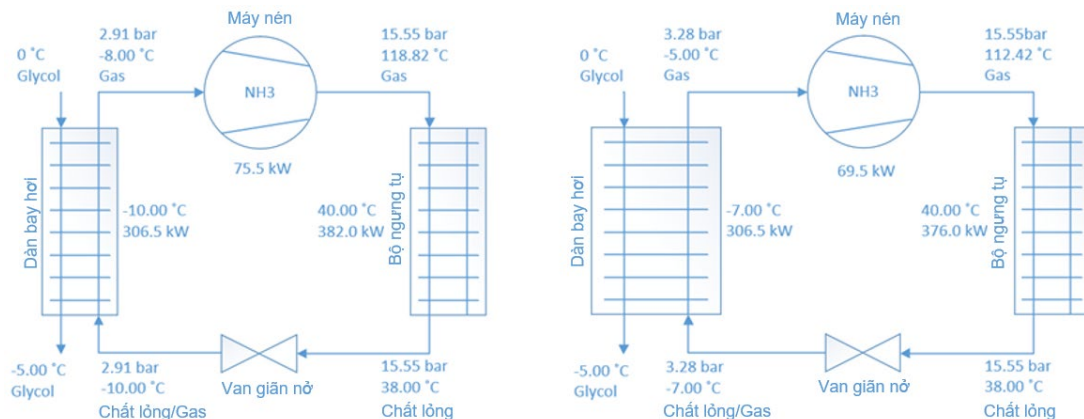
1.5.1 Tăng kích thước dàn bay hơi

Áp suất hút của hệ thống lạnh cũng đóng vai trò quan trọng đối với mức tiêu thụ điện năng. Mỗi độ C nhiệt độ bay hơi thấp hơn mức cần thiết, tiêu thụ năng lượng tăng lên 3-4%.

Thực tế thường thấy là áp suất của dàn bay hơi quá thấp so với nhiệt độ làm mát yêu cầu. Điều này có thể do các nguyên nhân sau:

- Dàn bay hơi quá nhỏ.
- Sử dụng các loại dàn bay hơi dạng trống hoặc xoắn ốc thay vì bộ trao đổi nhiệt dạng tấm (trống/xoắn ốc = công nghệ cũ và kém hiệu quả).
- Sự tích tụ ẩm (băng) trên dàn bay hơi.

Trên thực tế, điều này có nghĩa là nếu chênh lệch nhiệt độ giữa hai dòng môi chất tại điểm lạnh nhất lớn hơn 2°C, tức là có cơ hội cải thiện, vì chênh lệch nhiệt độ 3°C là điểm thiết kế tối ưu.



Hình 11. Bản vẽ nguyên lý của hai nhà máy làm mát bao gồm thông số kỹ thuật. Điểm khác biệt duy nhất là kích thước của dàn bay hơi. Tăng nhiệt độ bay hơi từ -10°C (bên trái) lên -7°C (bên phải) bằng cách tăng kích thước của bộ bay hơi có thể tiết kiệm tới 9% lượng điện tiêu thụ cho máy nén.

Việc tiết kiệm năng lượng phụ thuộc vào mức tăng nhiệt độ có thể đạt được tại điểm hút của máy nén. Nhìn chung, các công ty tại Việt Nam có thể tiềm năng tiết kiệm 5-15%.

Phân tích tình huống:

Trong các hệ thống làm mát có ít dàn bay hơi, người vận hành có thể tự chẩn đoán bằng cách làm theo quy trình sau:

- Xác định nhiệt độ bay hơi trong dàn bay hơi (sử dụng áp suất hút và tính toán nhiệt độ cho môi chất lạnh cụ thể).
- Tìm hoặc vẽ lại toàn bộ mạng lưới các dàn bay hơi (các đơn vị cần làm mát).
- Xác định nhiệt độ yêu cầu tại quy trình cần làm lạnh hoặc phòng cần làm mát (nhiệt độ phòng yêu cầu, nhiệt độ nước yêu cầu, v.v.). Quan trọng là phải ghi nhận nhiệt độ "yêu cầu" theo những gì cần thiết chứ không phải nhiệt độ làm mát của môi chất lạnh.
- Chênh lệch nhiệt độ nhỏ nhất giữa nhiệt độ bay hơi và nhiệt độ quy trình/ không gian, mà theo quy tắc chung không nên quá 3°C .

Nếu hệ thống làm mát có nhiều thiết bị, hãy liên hệ với chuyên gia để được hỗ trợ đánh giá tiềm năng. Nếu hệ thống đơn giản, hãy tự kiểm tra tiềm năng thông qua các cuộc khảo sát. Nếu chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ phòng và nhiệt độ bay hơi của môi chất lạnh lớn hơn 5°C , hãy liên hệ với chuyên gia hoặc nhà cung cấp.

Mặt khác, cần lưu ý rằng tăng kích thước một dàn bay hơi (bộ làm mát không khí), với chênh lệch nhiệt độ thấp hơn giữa nhiệt độ phòng và nhiệt độ bay hơi của môi chất lạnh, có thể giảm thiểu các vấn đề về sự tích tụ băng trên các dàn bay hơi trong kho lạnh.

1.5.2 Áp suất hút biến thiên

Trong trường hợp nhu cầu làm mát thay đổi theo điều kiện môi trường, cần cân nhắc thay đổi áp suất hút để tăng hiệu suất.

Lấy ví dụ hệ thống làm mát kho chứa, nơi nhu cầu làm mát thay đổi theo mùa trong năm. Trong những tháng thời tiết lạnh, nhiệt độ làm mát có thể cao hơn, giúp tiết kiệm năng lượng cho máy nén.

Phân tích tình huống:

Kiểm tra xem liệu thiết bị hiện tại (ví dụ: bộ trao đổi nhiệt trong hệ thống làm mát kho chứa) có thể xử lý nhiệt độ môi chất lạnh cao hơn trong những tháng lạnh hay không. Cân nhắc phương án tăng nhiệt độ môi chất lạnh và xem phương án này có đáp ứng được nhu cầu làm mát hay không. Nếu có, xem xét tăng nhiệt độ môi chất lạnh trong những tháng này.

1.5.3 Tránh sử dụng van áp suất cố định

Các van điều chỉnh trong hệ thống sẽ dùng để thiết lập chế độ vận hành. Các van áp suất cố định trên máy làm mát làm giảm áp suất hút và hạn chế công suất. Do đó, chỉ nên sử dụng ở những điểm phải tránh đông cứng và khi việc điều chỉnh tiêu chuẩn không khả thi.

Trường hợp:

Áp suất bay hơi của kho lạnh được cài đặt ở mức 0,95 Bar a (tương ứng với nhiệt độ bay hơi -35°C). Áp suất bay hơi này khá thấp và làm giảm hệ số hiệu quả năng lượng (COP) của máy nén xuống 1,78 kW nhiệt/kW điện.



Nhà máy đã tăng áp suất của kho lạnh lên 1,35 Bar (nhiệt độ -30°C/31°C), dẫn đến COP của máy nén tăng lên 2,18 kW nhiệt/kW điện.

- Giảm tiêu thụ điện năng xuống 18% / tiết kiệm được 52.896 kWh/năm
- Chi phí tiết kiệm hàng năm: 84 triệu VND
- Giảm phát thải khí nhà kính: 48 tấn CO₂/năm
- Thời gian hoàn vốn: ngay lập tức

1.6 Phân phối lạnh/ tải tiêu thụ lạnh**1.6.1 Tránh sản xuất nước làm mát từ đá lạnh**

Tại Việt Nam, nhiều cơ sở sử dụng đá lạnh để sản xuất nước làm mát bằng cách đơn giản là trộn đá với nước. Đây là một phương pháp rất kém hiệu quả trong việc sản xuất nước làm mát, và tiêu tốn rất nhiều năng lượng. Lý do là sản xuất đá yêu cầu nhiệt độ bay hơi thấp hơn nhiều so với sản xuất nước làm mát trực tiếp.

Thay vì sử dụng đá lạnh, nước nên được làm mát trực tiếp trong một thiết bị làm mát chuyên dụng được lắp đặt phục vụ mục đích trên. Khi có biến động lớn về mức tiêu thụ nước làm mát, có thể lắp đặt thêm một bồn chứa để cân bằng.

Trong trường hợp lắp đặt một hệ thống làm mát mới để sản xuất nước lạnh hoặc cải tạo một trong những hệ thống hiện có, có thể đạt mức tiết kiệm ít nhất 40% điện năng sử dụng bởi máy nén.

Phân tích tình huống:

Theo dõi lượng đá lạnh được sử dụng để sản xuất nước lạnh. Trong hoạt động hàng ngày, có thể hơi khó để đo lường, do đó, đề xuất phân công một người theo dõi số lượng đá lạnh sử dụng cho việc này. Nếu sử dụng hơn 1500 kg đá mỗi giờ, cần khảo sát tiềm năng tiết kiệm năng lượng khi lắp một máy làm mát chuyên dụng.

1.6.2 Kiểm soát nhiệt độ tủ đông

Các tủ đông và kho lạnh nhỏ thường được sử dụng mà không được chú ý đến điều kiện vận hành. Trong trường hợp nhiệt độ thấp hơn yêu cầu, năng lượng tiêu thụ sẽ cao hơn mức cần thiết. Nhiệt độ nên được theo dõi thường xuyên để đảm bảo rằng tất cả các thiết bị đang hoạt động đúng kế hoạch.

Lưu ý rằng công suất lạnh sẽ tăng nếu đặt nhiệt độ hạ xuống là một quan niệm sai lầm phổ biến.

Phân tích tình huống:

- Trước tiên cần kiểm tra nhiệt độ yêu cầu của sản phẩm trong tủ đông.
 - Nếu nhiệt độ cài đặt của tủ đông thấp hơn mức cần thiết, hãy tăng nhiệt độ để phù hợp với yêu cầu của sản phẩm.
-

1.6.3 Thiết kế của các thiết bị tiêu thụ

Tất cả các thiết bị sử dụng môi chất lạnh hoặc nước lạnh/glycol cần được thiết kế đảm bảo chênh lệch nhiệt độ tối thiểu để duy trì hiệu quả kinh tế của việc sử dụng hệ thống làm mát.

Trong trường hợp sử dụng môi chất lạnh trực tiếp, chênh lệch nhiệt độ với môi chất lỏng không nên vượt quá 2°C, chênh lệch khi môi chất ở thể khí không nên vượt quá 5°C. Đối với trường hợp sử dụng nước hoặc glycol, chênh lệch nhiệt độ lần lượt không nên lớn hơn 2°C và 4°C.

Khi một hệ thống làm mát phục vụ nhiều thiết bị tiêu thụ lạnh, có thể xuất hiện các yêu cầu nhiệt độ lạnh khác nhau giữa các thiết bị. Cần xác định thiết bị nào nên đặt giới hạn về nhiệt độ làm mát. Ví dụ, nếu một thiết bị tiêu thụ lạnh khiến cho nguồn cấp lạnh bị giới hạn nhiệt độ, nhưng thiết bị này có bộ trao đổi nhiệt kém, thì thay bộ trao đổi nhiệt và nâng nhiệt độ bay hơi có thể tiết kiệm năng lượng đáng kể.

1.6.4 Làm mát trực tiếp

Nhìn chung, nên ưu tiên sử dụng bay hơi trực tiếp của môi chất lạnh, ví dụ như amoniac, để làm mát trực tiếp thay vì làm mát gián tiếp như trong Hình 1. Đây là phương pháp tối ưu hơn bằng cách cho phép nhiệt độ bay hơi cao hơn.

Tiềm năng tiết kiệm năng lượng đạt được đáng kể vì tiêu thụ điện có thể giảm 3-4% cho mỗi độ nhiệt độ bay hơi thấp hơn mức yêu cầu. Ngoài ra, tăng nhiệt độ bay hơi có thể dẫn đến tăng công suất của máy làm mát.

Cần đảm bảo độ an toàn nếu sử dụng amoniac trực tiếp.

Thông thường, việc thay đổi hệ thống sẽ hấp dẫn hơn về mặt kinh tế nếu giải pháp này ngoài tiết kiệm năng lượng còn giúp đạt được các mục tiêu khác.

1.7 Bảo trì/ Điều chỉnh thói quen

Có khả năng tiết kiệm năng lượng đáng kể nếu áp dụng đúng các chiến lược hành vi tạo thói quen tiết kiệm.

1.7.1 Điều chỉnh việc sản xuất đá lạnh

Sản xuất đá lạnh tốn kém rất nhiều năng lượng, và tất cả lượng đá được sản xuất nhưng không được sử dụng đều là lãng phí năng lượng. Đá được lưu trữ cũng gây lãng phí vì sẽ tan chảy dần. Cần đảm bảo việc sản xuất đá được điều chỉnh vừa đủ theo nhu cầu thay vì chỉ lấp đầy kho lưu trữ. Điều chỉnh sản lượng sản xuất để toàn bộ lượng đá được sử dụng hết vào cuối mỗi ngày làm việc, đặc biệt là trước các ngày nghỉ cuối tuần.

1.7.2 Giảm năng lượng ban đêm

Thiết bị và các nhà máy sản xuất có thể tiêu thụ rất nhiều năng lượng ngay cả khi không có hoạt động sản xuất diễn ra. Việc sử dụng năng lượng khi thiết bị không hoạt động này cần được giảm thiểu tối đa. Cần đảm bảo tất cả các thiết bị tắt khi không sử dụng. Tất cả các hệ thống chỉ nên bật để sử dụng năng lượng khi cần thiết. Một ví dụ là tắt hệ thống điều hòa không khí giữa các ca làm việc. Có thể phát hiện tiềm năng tiết kiệm đơn giản bằng cách đi khảo sát nhà máy vào ban đêm.

1.7.3 Đóng cửa/Cửa tự động

Một biện pháp rất đơn giản là luôn đóng tất cả các cửa, cửa sổ và cổng. Khi có khe hở, nhiệt và độ ẩm sẽ lọt vào, từ đó gây tăng tải sử dụng điều hòa không khí. Tuy là việc nhỏ nhưng có khả năng tiết kiệm và gần như không tốn công sức để thực hiện. Không chỉ các cửa hướng ra ngoài mà các cửa ngăn giữa những khu vực nhiệt độ khác nhau cũng nên được đóng kín khi không sử dụng. Biện pháp này cũng có thể giảm thiểu đáng kể sự hình thành băng.

1.7.4 Vệ sinh bộ trao đổi nhiệt

Các bộ trao đổi nhiệt luôn có nguy cơ bị đóng bẩn, có thể do nhiều loại bụi bẩn hoặc muối khác nhau. Bên trong bộ trao đổi nhiệt có thể tích tụ một lớp mỡ, dầu, bụi, phấn hoa, cặn bám và các tạp chất khác. Ngay cả một lớp bẩn mỏng cũng sẽ làm giảm đáng kể hệ số truyền nhiệt và tăng tiêu thụ năng lượng. Do đó, tất cả các bộ trao đổi nhiệt cần được kiểm tra và vệ sinh định kỳ để đảm bảo hoạt động hiệu quả, tránh việc tiêu thụ năng lượng không cần thiết do đóng bẩn.

1.7.5 Cách nhiệt kỹ thuật

Việc bảo ôn cho cả thiết bị nóng và lạnh cần được đảm bảo đủ và bảo trì thường xuyên. Lớp bảo ôn có thể dễ dàng bị hỏng hoặc bị gỡ bỏ trong quá trình sửa chữa hoặc bảo trì. Các vấn đề thường gặp bao gồm lớp cách nhiệt bị dẫm lên, bị gỡ bỏ, không đủ dày ở các bộ phận kỹ thuật như máy bơm và lỗ thông gió, hoặc bị ướt.

Giải pháp là kiểm tra tất cả các thiết bị nóng và lạnh, đảm bảo rằng tất cả các bộ phận đều được bảo ôn đúng cách từ nguồn đến thiết bị tiêu thụ.

1.7.6 Rã đông

Khi băng xuất hiện trên các bộ trao đổi nhiệt và các thiết bị truyền nhiệt khác, tiêu thụ năng lượng sẽ tăng so với tình trạng lý tưởng. Điều quan trọng là phải chú ý rã đông tất cả các thiết bị thường xuyên để giảm tiêu thụ năng lượng và tăng công suất.

Không chỉ vậy, thời gian giữa các lần rã đông phụ thuộc nhiều vào loại thiết bị và điều kiện vận hành, do đó cần được theo dõi và điều chỉnh thường xuyên để tối ưu hiệu quả hoạt động.

Điều quan trọng là thời gian đợi khô nước (drip time) sau khi ră đồng phải đủ lâu để các bề mặt được khô và không đọng sương.

1.7.7 Kiểm tra ăn mòn

Kiểm tra xem có dấu hiệu ăn mòn hay không. Đây có thể là bằng chứng của việc cách nhiệt kém hoặc ngưng tụ nước. Bảo ôn kém dẫn đến tổn thất nhiệt không cần thiết từ hệ thống.

2 Lựa chọn và lắp đặt các hệ thống làm mát mới

Nhìn chung, các máy làm mát được sử dụng cho mục đích làm mát có thể dựa trên các loại môi chất lạnh, chu trình làm mát và các thiết bị khác nhau. Phần này nhằm cung cấp hướng dẫn về việc lựa chọn loại máy làm mát phù hợp cho các nhu cầu cụ thể.

2.1 Tác động nhu cầu làm mát

2.1.1 Giảm nhu cầu làm mát trước khi thiết kế hệ thống

Trước khi đặt hàng bất kỳ thiết bị nào, cần phải phân tích và tối ưu hóa nhu cầu làm mát. Dưới đây là một số yếu tố cần xem xét:

- Liệu đã tối ưu hóa nhiệt độ từ nguồn cấp lạnh cho đến đơn vị sử dụng cuối cùng chưa. Có thể đơn vị sử dụng cuối cùng chịu được nhiệt độ cấp lạnh cao hơn nếu thiết kế bộ trao đổi nhiệt của khu vực này được tối ưu hóa, từ đó dẫn đến tiết kiệm OPEX đáng kể.
- Liệu có thể cung cấp năng lượng làm mát bằng cách thu hồi nhiệt từ một quá trình khác cần nâng nhiệt từ nhiệt độ thấp hay không, từ đó giảm nhu cầu làm mát tổng thể.

Tìm kiếm và thử nghiệm các nhu cầu làm mát mới

Sau khi nhu cầu làm mát đã được tối ưu hóa nội bộ, bước tiếp theo là phân tích nhu cầu làm mát tổng thể:

- Tổng nhu cầu làm mát cần thiết là bao nhiêu? Nhiệt độ làm mát cần thiết là bao nhiêu?
 - o Nếu đồ thị nhu cầu làm mát được đặc trưng bởi các đỉnh biên độ lớn trong một khoảng thời gian ngắn, hãy xem xét liệu một phần nhu cầu làm mát có nên được đáp ứng từng phần bằng công suất dự trữ không.
- Sự chênh lệch nhiệt độ làm mát cần thiết có quá lớn để hợp lý hóa việc chia nguồn cung cấp làm mát thành các mức nhiệt độ khác nhau không?
- Nhu cầu làm mát có biến động đáng kể trong ngày hoặc năm không?
- Có nhu cầu nhiệt độ thấp tại hiện trường không, liệu có thể được đáp ứng bằng cách thu hồi nhiệt từ hệ thống làm mát thông qua bộ làm quá nhiệt hoặc bộ làm mát dầu không?
- Sản xuất tại nhà máy có tăng trong những năm tới không hoặc nhà máy có mở rộng về mặt không gian không? Điều này có thể ảnh hưởng rất lớn đến nhu cầu làm mát trong tương lai.

2.1.2 Tìm kiếm các giải pháp thay thế

Khi nhu cầu làm mát và nhiệt độ cấp đã được xác định, cần phải xem xét các điều kiện môi trường xung quanh tại nhà máy:

- Nhiệt độ làm mát yêu cầu có đủ cao để sử dụng làm mát tự nhiên trong khoảng thời gian nào của năm không? (đặc biệt ở các khu vực có thời tiết lạnh hơn)

2.2 Chọn môi chất lạnh phù hợp

Sau khi xác định nhu cầu làm mát tại nhà máy sẽ là xem xét thiết bị.

Bước đầu tiên là xác định loại môi chất lạnh phù hợp hoặc không phù hợp. Phần này giới thiệu ngắn gọn về các loại môi chất lạnh khác nhau.

2.2.1 GWP và ODP

Ngoài hiệu suất của môi chất lạnh, cần xem xét tác động môi trường mà môi chất lạnh gây ra. Mỗi loại môi chất lạnh có một giá trị GWP (Global Warming Potential - Tiềm năng gây nóng lên toàn cầu) mô tả mức độ gây hại của môi chất lạnh đối với môi trường trong khoảng thời gian 100 năm. Chỉ số này so sánh tác động của môi chất lạnh đối với sự nóng lên toàn cầu khi 1 kg CO₂ được thải ra. Do đó, giá trị GWP càng thấp càng tốt [4].

Mỗi loại môi chất lạnh cũng có một giá trị ODP (Ozone Depletion Potential - Tiềm năng làm suy giảm tầng ozone). ODP là một thước đo mức độ suy giảm tầng ozone của môi chất lạnh. ODP được đo lường tương đối so với môi chất lạnh R11, được định nghĩa có ODP là 1 [5].

2.2.2 Các loại môi chất lạnh

Theo Nghị định thư Montreal, có hiệu lực từ năm 1989, các bên đồng thuận loại bỏ các môi chất lạnh có giá trị ODP cao như chlorofluorocarbons (CFCs). Những chất này đã dần được thay thế bởi hydrofluorocarbons (HFCs) có giá trị ODP thấp hơn đáng kể [6,7].

HFCs sau đó đã được sử dụng rộng rãi vì chi phí sản xuất thấp, nhưng lại có giá trị GWP rất cao. Vì thế, Nghị định thư Kyoto đã quy định rằng việc sử dụng HFCs nên được hạn chế [8].

Từ đây chuyển sang tập trung sử dụng các môi chất lạnh tự nhiên như amoniac, CO₂, hydrocarbon và hơi nước, với ảnh hưởng không đáng kể đối với sự nóng lên toàn cầu và tầng ozone. Hơn nữa, các môi chất lạnh tự nhiên cũng có sẵn với số lượng dồi dào, giá thành rẻ, mang lại lợi ích kinh tế khi sử dụng và cũng rất hiệu quả về mặt năng lượng [9].

Bảng 1 liệt kê một số môi chất lạnh phổ biến cùng với giá trị ODP và GWP:

	Phân loại	Môi chất lạnh	ODP	GWP*	
Tổng hợp	CFC	R-12	1	Rất cao	10,910
	HCFC	R-123	0.012	Thấp	
	HFO	R-1234ze	0	Rất thấp	1
	HFC	R-134a	0	Cao	1,430
	HCFC	R-22	0.05	Cao	1,810
	HFC	R-32	0	Trung bình	675
	HCFC	R-401a	0.027	Trung bình	
	HFC	R-404a	0	Rất cao	
	HFC	R-407a	0	Cao	
	HFC	R-407c	0	Cao	
	HCFC	R-408a	0.016	Rất cao	
	HCFC	R-409a	0.039	Cao	
	HFC	R-410a	0	Cao	2,090
	HFO	R-454b	0	Thấp	466
	HCFC	R-502	0.18	Rất cao	
	HFC	R-507	0	Rất cao	
	Tự nhiên	HFO	R-513a	0	Medium
Isobutane HC		R-600a	0	Thấp	
Ethane		R-170	0	Rất thấp	
Propane		R-290	0	Rất thấp	
CO ₂		R-744	0	Rất thấp	1
Ammonia		R-717	0	Không	
Water		R-718	0	Không	

Bảng 1. Tổng quan về các môi chất lạnh phổ biến với giá trị ODP và GWP tương ứng [10].

2.2.3 Thay thế bằng môi chất lạnh thân thiện với môi trường

Với việc loại bỏ một số loại môi chất lạnh, chẳng hạn như CFC R22, các môi chất lạnh khác đã được phát triển để thay thế trong các thiết bị hiện tại. Đồng nghĩa với việc thay vì thay thế toàn bộ hệ thống với tất cả các thành phần thiết bị khác nhau, trong một số trường hợp, chỉ cần thay đổi môi chất lạnh.

Tuy nhiên, do môi chất lạnh thay thế có những đặc tính khá khác biệt nên công suất và hiệu quả của hệ thống có thể bị ảnh hưởng [11]. Liên hệ với nhà cung cấp địa phương để có thêm thông tin chi tiết về các loại môi chất lạnh thay thế phù hợp cho thiết bị của bạn.

2.2.4 Các biện pháp an toàn

Một yếu tố quan trọng khi chọn môi chất lạnh cho một máy làm mát mới là xem xét các yếu tố liên quan tới an toàn, như độc tính và khả năng cháy nổ.

Thước đo độc tính của môi chất lạnh là nồng độ và thời gian tiếp xúc có thể gây hại. Nếu một môi chất lạnh có hại ở nồng độ nhỏ trong thời gian ngắn thì được coi là rất độc. Khả năng cháy nổ của một môi chất lạnh là khả năng bắt lửa và bùng cháy. Một trong những yếu tố đặc trưng cho khả năng cháy nổ của môi chất lạnh là nhiệt độ thấp nhất mà nó có thể bắt lửa – nhiệt độ càng thấp thì khả năng cháy nổ càng cao [12].

Tùy thuộc vào độc tính và khả năng cháy nổ của môi chất lạnh, các biện pháp an toàn khác nhau cần được lắp đặt trong phòng máy. Bảng 2 minh họa các biện pháp an toàn khác nhau.

	Độc tính thấp	Độc tính cao	
Khả năng cháy nổ cao	A3	B3	LFL \leq 0.10 kg/m ³ và nhiệt lượng cháy \leq 19 000 kJ/kg
Khả năng cháy nổ thấp	A2	B2	LFL \leq 0.10 kg/m ³ và nhiệt lượng cháy \leq 19 000 kJ/kg
	A2L*	B2L*	
Không bắt lửa	A1	B1	Không có LFL dựa trên thử nghiệm ASTM E681-85 sửa đổi
	Không xác định độc tính ở nồng độ \leq 400ppm	Bảng chứng về độc tính ở nồng độ \leq 400ppm (dựa trên dữ liệu TLV-TWA hoặc các chỉ số nhất quán)	

* A2L và B2L là các chất làm lạnh dễ cháy thấp với tốc độ cháy tối đa \leq 10 cm/s

Bảng 2. Phân loại an toàn theo Tiêu chuẩn ASHRAE 34[12].

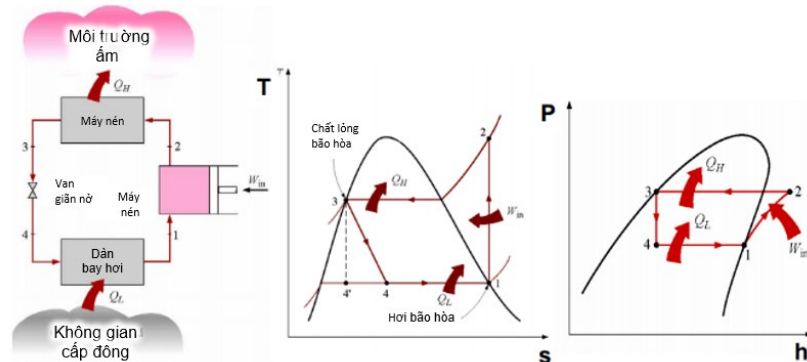
2.3 Chọn chu trình làm mát phù hợp

Các hệ thống làm mát có thể được thiết kế theo nhiều cách tùy thuộc vào ứng dụng của hệ thống. Phần này sẽ mô tả các thiết kế hệ thống cơ bản nhất.

2.3.1 Chu trình làm mát nén hơi

Thiết kế phổ biến nhất của hệ thống làm mát là chu trình nén hơi đơn tầng, bao gồm các thành phần chính là máy nén, bộ ngưng tụ, bộ bay hơi và van giãn nở như giới thiệu ở phần 1.1.

Hình 11 dưới đây minh họa về các chu trình tái nén hơi lý tưởng.



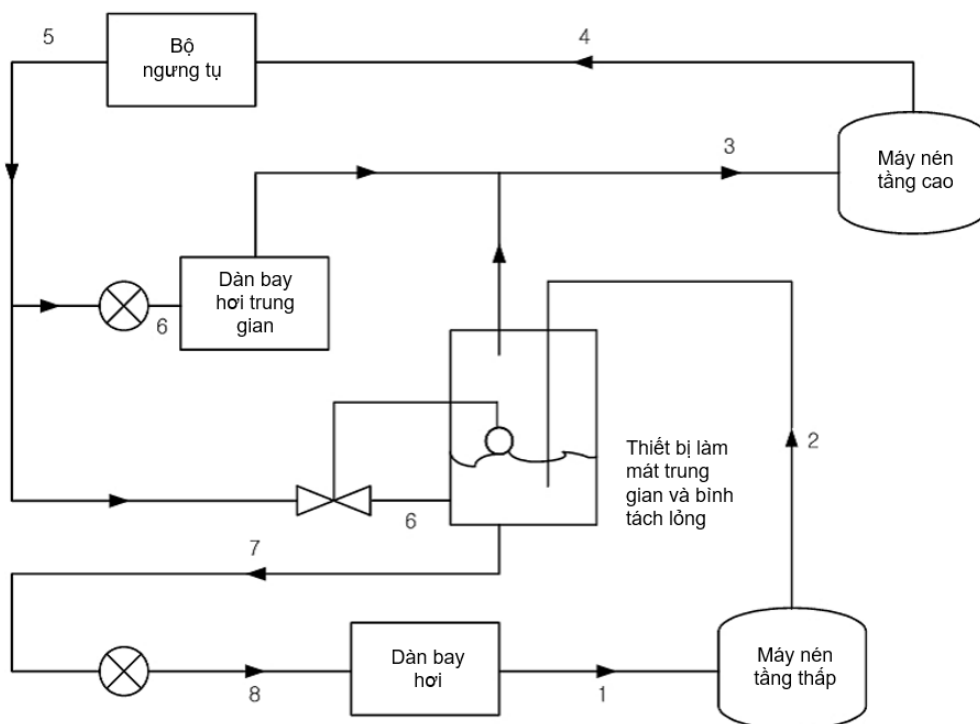
Hình 12. Chu trình nén hơi lý tưởng[13].

2.3.1.1 Hệ thống đa tầng

Khoảng cách nhiệt độ tăng sẽ dẫn đến giảm hiệu suất của máy làm mát nén hơi đơn tầng do tăng đáng kể hoạt động của máy nén.

Nếu nhiệt độ tăng quá lớn, hiệu suất của máy làm mát nén hơi đơn tầng sẽ trở nên kém hiệu quả vì máy nén sẽ phải làm việc nhiều hơn đáng kể. Khuyến nghị sử dụng các hệ thống đa tầng nhằm khắc phục vấn đề nêu trên. Nguyên lý của hệ thống đa tầng là thêm nhiều máy nén nối tiếp, từ đó giảm lượng công việc tổng thể của máy nén trong hệ thống [14].

Ngoài tăng hoạt động của máy nén, hệ thống môi chất lạnh đa tầng cũng hữu ích khi có nhiều nhu cầu làm mát ở các mức nhiệt khác nhau. Ví dụ, một quá trình đông lạnh yêu cầu nhiệt độ bay hơi là -30°C và một đơn vị khác tại nhà máy yêu cầu nước ở 2°C . Khi đó, có thể đáp ứng bằng cách thêm một bộ bay hơi trung gian, từ đó tăng hiệu quả tổng thể của hệ thống [14]. Minh họa trong Hình 12.



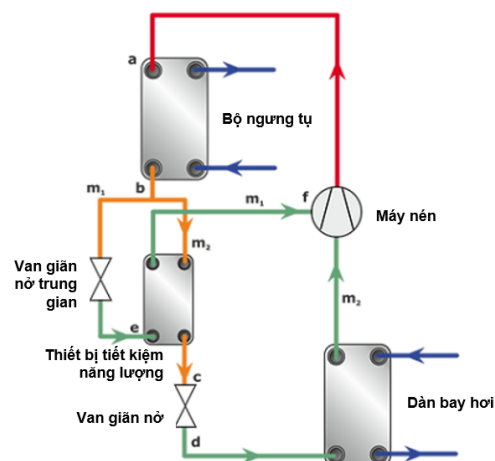
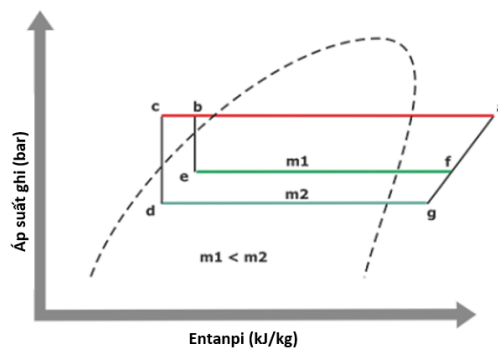
Hình 13. Hệ thống làm mát hai tầng với bộ bay hơi trung gian [15].

Khi nhu cầu làm mát tương đối nhỏ, một hệ thống đơn tầng có hiệu quả khi nhiệt độ dao động trong khoảng -10°C đến -30°C . Đối với các hệ thống lớn hơn 1500 kW, các hệ thống đa tầng nên được xem xét khi nhiệt độ dưới -10°C .

2.3.1.2 Bộ tiết kiệm (Economizer)

Bộ tiết kiệm năng lượng trong hệ thống làm mát được sử dụng để làm mát thêm cho dòng chính của môi chất lạnh đến bộ bay hơi qua một dòng phụ của môi chất lạnh. Dòng phụ này sẽ đưa đến đầu vào máy nén ở một mức nhiệt độ trung gian. Mục đích của bộ tiết kiệm năng lượng là phục vụ cho việc tăng công suất làm mát của máy làm mát.

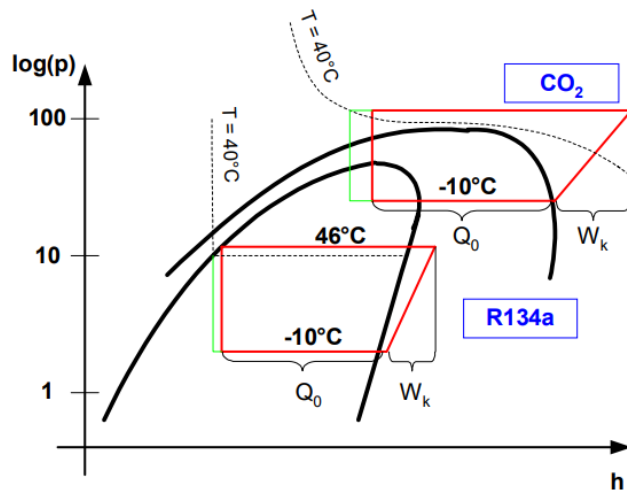
Bộ tiết kiệm năng lượng yêu cầu máy nén có một đầu vào trung gian bổ sung cho bộ tiết kiệm năng lượng [16], điều này chủ yếu áp dụng cho máy nén trục vít. Chênh lệch áp suất giữa bộ bay hơi và bộ ngưng tụ càng lớn, nhu cầu làm mát càng lớn thì cách làm này càng có lợi.



Hình 14. Bộ tiết kiệm trên hệ thống làm mát [13].

2.3.2 Hệ thống siêu tới hạn

Một loại chu trình làm mát khác là chu trình siêu tới hạn. Đây là một loại chu trình trong đó CO_2 được sử dụng làm môi chất lạnh. Sự khác biệt chính so với chu trình nén hơi chủ yếu ở áp suất cao. Tại nhiệt độ cao hơn 31°C , CO_2 không thể ngưng tụ. Do đó, bộ ngưng tụ trong chu trình nén hơi được gọi là bộ làm mát khí trong chu trình CO_2 siêu tới hạn [17].



Hình 15. Chu trình CO₂ siêu tới hạn so với chu trình nén hơi truyền thống với R134a là môi chất lạnh [17].

Như trong Hình 14, chu trình CO₂ siêu tới hạn hoạt động ở áp suất cao hơn nhiều so với chu trình nén hơi. Một điểm khác biệt nữa là trong khi quá trình ngưng tụ trong chu trình nén hơi diễn ra ở nhiệt độ không đổi, nhiệt độ thay đổi trong bộ làm mát khí dẫn đến hiện tượng trượt nhiệt độ. Nghĩa là, chu trình CO₂ có thể phù hợp hơn cho các ứng dụng thu hồi nhiệt.

Các hệ thống sử dụng CO₂ làm môi chất lạnh thường rẻ hơn và phù hợp cho nhu cầu làm mát quy mô nhỏ hơn so với amoniac. Hơn nữa, CO₂ có ít quy định an toàn hơn vì không cháy và không độc hại so với amoniac. Nhược điểm chính là hệ thống thường kém hiệu quả năng lượng hơn.

2.4 Lưu ý khác

Phần này cung cấp cái nhìn tổng quan về các yếu tố khác cần cân nhắc khi mua thiết bị mới.

2.4.1 Các yếu tố kinh tế cần xem xét

Khi quyết định mua thiết bị nào, cần thực hiện phân tích yếu tố kinh tế tổng quan suốt vòng đời của thiết bị hoặc ít nhất là trong khoảng thời gian 10 năm, bao gồm cả CAPEX và OPEX. Trong đó, NPV là một công cụ hữu ích để so sánh giữa các giải pháp. Để có thể thực hiện phân tích, yêu cầu:

- Dự đoán sản lượng sản xuất/ mở rộng có thể phát sinh. Từ đó dự đoán nhu cầu làm mát
- Dự đoán giá năng lượng và các loại thuế liên quan
 - o Có thể phát sinh các luật mới gây ảnh hưởng đến giá/thuế năng lượng.
- Tất cả các chi phí vận hành bao gồm bảo trì, linh kiện dự phòng, dịch vụ, môi chất lạnh, dầu, v.v.

Nhìn chung, các giải pháp tiết kiệm năng lượng có chi phí đầu tư cao và chi phí vận hành thấp hơn. Vì vậy, cần trình bày tổng chi phí sở hữu (TCO¹) trong một khoảng thời gian nhất định để tìm ra giải pháp tối ưu.

2.4.2 Các yếu tố pháp lý

Cần cân nhắc về các vấn đề pháp lý:

- Có phải một số môi chất lạnh sắp bị cấm hoặc bị đánh thuế nặng? (ví dụ: Giảm hạn ngạch nhập khẩu R22 theo Thông tư 05/2020/TT-BCT, hoặc giảm sử dụng CFC và HCFC)
- Thiết bị có cần tuân theo tiêu chuẩn môi trường nào không? (ví dụ: TCVN 6104-1:2015, tương đương với ISO 5149-1:2014)

¹ TCO (Total Cost of Ownership) do not have a strict definition but is more general level of approach. It has been known in many forms and was first formalized by the US Department of Defense in the late 1990s. A popular definition is "the total cost of acquiring, using, managing and withdrawing an asset over its entire life cycle".

- Có cần cân nhắc yêu cầu nào về tiếng ồn trong khu vực không?
- Có cần giấy phép xây dựng không?

2.4.3 Các yếu tố môi trường

Về môi trường, cần xem xét:

- Hệ số phát thải carbon của điện được dự báo là bao nhiêu? Và lượng phát thải bao nhiêu trong suốt vòng đời của thiết bị?
- Công ty có chính sách về khí hậu hoặc các mục tiêu chiến lược khác ảnh hưởng đến việc ra quyết định không?
- Công ty có chính sách về môi chất lạnh không?

Bảo đảm nguồn cung cấp ổn định

Tính ổn định của nguồn cung cấp làm mát có thể là điểm mấu chốt đối với một số công ty, vì vậy cần cân nhắc:

- Tính ổn định của nguồn cung cấp điện ra sao? Có cần máy phát điện dự phòng không?
- Công ty có cần một máy làm mát dự phòng nếu một máy làm mát bị hỏng không? (n+1)
 - o Điều này cũng liên quan đến các phần quan trọng khác như hệ thống bơm.

2.4.4 Các yếu tố thực tiễn

Những điều khác cần cân nhắc là:

- Thiết bị có đang đặt trong môi trường ăn mòn, ví dụ như gần biển không??
- Có cần một máy làm mát dự phòng khi dừng một máy máy nào đó để bảo trì không?
 - o Điều này cũng liên quan đến các phần quan trọng khác như hệ thống bơm.
- Không gian đặt thiết bị có bị hạn chế không?

2.4.5 Bảo trì

Cần lắp đặt hệ thống bảo trì hợp lý dựa trên thông tin từ các nhà cung cấp thiết bị về việc thay đổi dầu bôi trơn, thay thế gioăng và các vấn đề bảo trì định kỳ khác. Bảo trì nhằm phòng ngừa chứ không phải để ứng phó khi hệ thống bị hỏng.

2.4.6 Tài liệu

Để vận hành và bảo trì hệ thống làm mát đúng cách, cần thu thập đủ tài liệu liên quan, chẳng hạn như hướng dẫn vận hành và bảo trì, P&ID, và nên được lưu trữ ở nơi an toàn, dễ tiếp cận.

Cần có hệ thống thẻ đánh số để đảm bảo nhận diện chính xác tất cả các thành phần.

2.5 Cách tiến hành

Các phần 2.1 - 2.4 cung cấp ngắn gọn thông tin về các yếu tố cần cân nhắc khi đặt mua hệ thống mới.

Những điểm chính cần lưu ý của các phần này là:

1. Đảm bảo nhu cầu làm mát tại hiện trường đã được tối ưu hóa và nắm bắt liệu nhu cầu làm mát trong những năm tới sẽ tăng/giảm hay không.
2. Cân nhắc đối với một số môi chất lạnh được ưa chuộng hơn hoặc một số thiết kế chu trình được ưu tiên hơn loại khác (xem phần 2.2 và 2.3 để biết thêm chi tiết).
3. Cân nhắc các yếu tố kinh tế, pháp lý, môi trường và các yếu tố khác (xem phần 2.4 để biết thêm chi tiết).
4. Tham khảo phần 1 của cẩm nang này để kiểm tra các thiết bị mới và giải pháp đề ra có tối ưu không. Lắp đặt thiết bị mới, áp dụng các giải pháp tiết kiệm năng lượng rẻ nhất và dễ tích hợp.

Để trả lời các câu hỏi này và đi sâu vào chi tiết, lý tưởng nhất là liên hệ với một tư vấn độc lập. Tư vấn nên liên hệ với các nhà cung cấp hệ thống làm mát tại địa phương và cung cấp các khuyến nghị về ưu và nhược điểm của các hệ thống khác nhau.

3 Quy trình mua sắm cho các thiết bị làm mát mới

Việc mua sắm các hệ thống làm mát mới là một dự án đầu tư quan trọng đối với hầu hết các ngành công nghiệp và đòi hỏi lập kế hoạch cẩn thận để đảm bảo các giải pháp bền vững và hiệu quả về chi phí. Quy mô của dự án và khoản đầu tư có thể thay đổi đáng kể, vì vậy điều quan trọng là phải chọn quy trình mua sắm phù hợp với quy mô của dự án. Phần này mô tả quy trình dành cho một dự án đầu tư quy mô lớn.

Để thực hiện điều này, quy trình mua sắm nên tuân theo các bước sau:

1. Giai đoạn tiền khả thi
2. Giai đoạn khả thi
3. Giai đoạn đấu thầu
4. Giai đoạn chấm thầu

Các bước tiếp sau đó, bao gồm triển khai, kiểm tra và vận hành hệ thống làm mát, sẽ không được mô tả trong mục này.

3.1 Giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi

Mục tiêu của giai đoạn tiền khả thi là xác định dự án cần thực hiện và đánh giá tổng thể các giải pháp thay thế để có thể kết luận phương án nào là khả thi nhất.

Thách thức mà hầu hết các cơ sở công nghiệp phải đối mặt trong giai đoạn này là lựa chọn giữa giải pháp rẻ nhưng kém hiệu quả hay giải pháp đắt hơn nhưng hiệu quả cao với chi phí vận hành thấp hơn. Khuyến nghị rằng các lựa chọn này cần được đánh giá cẩn thận và lập tài liệu đầy đủ để ban giám đốc có thể đưa ra quyết định đúng đắn.

Một yếu tố khác cần cân nhắc trước khi bắt đầu quy trình mua sắm là liệu cơ sở hạ tầng hiện tại của dây chuyền sản xuất có còn phù hợp trong tương lai hay không.

Thường thì lựa chọn dễ dàng nhất là lắp đặt thiết bị mới mà không cần xem xét thêm, nhưng một cuộc điều tra kỹ lưỡng hơn có thể khám phá ra các giải pháp thay thế hiệu quả. Do đó, giai đoạn tiền khả thi cần đánh giá và lập tài liệu cẩn thận cho thiết kế cơ sở của dự án, và so sánh các yếu tố khác nhau để lựa chọn giải pháp, ví dụ:

1. Mục đích của dự án là gì?

Phải xác định rõ lý do tại sao cần xem xét việc lắp đặt hệ thống làm mát mới.

Lý do phổ biến nhất để khởi động một dự án làm mát là nhu cầu tăng công suất lạnh hoặc do doanh nghiệp gặp phải các sự cố nghiêm trọng trong quá trình vận hành hệ thống làm mát.

Tuy nhiên, một hệ thống làm mát mới cũng có thể mang lại nhiều lợi ích khác, chẳng hạn như:

- Giảm chi phí vận hành (bao gồm năng lượng, nhân sự và bảo trì).
- Tăng tính sẵn sàng (giảm giờ ngừng sản xuất do thiếu nguồn cung cấp lạnh).
- Công suất nguồn cung cấp lạnh phù hợp hơn với nhu cầu lạnh.
- Cải thiện môi trường làm việc.
- Giảm lượng khí thải ra môi trường.
- Giảm dấu chân carbon.
- Tuân thủ quy định hiện hành.

- Tăng giá trị thị trường của sản phẩm nhờ tác động môi trường thấp hơn.

Giá trị tổng hợp của những lợi ích này có thể vượt xa giá trị của việc tiết kiệm chi phí năng lượng. Do đó, cần xem xét những yếu tố này ngay từ giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi và nêu bật những yếu tố quan trọng nhất.

Ngoài ra, một chiến lược nhằm trở nên hiệu quả hơn về năng lượng và chi phí hoặc giảm phát thải carbon cũng có thể là lý do để bắt đầu một dự án.

2. Phạm vi của dự án là gì?

Dự án làm mát có thể chỉ đơn giản là thay thế một thiết bị cũ, chẳng hạn như thay thế máy nén hoặc bộ ngưng tụ bay hơi đã hỏng. Mặt khác, dự án làm mát cũng có thể bao gồm việc xây dựng hoàn toàn một hệ thống làm mát mới tại một vị trí mới trong nhà máy.

Do đó, dự án làm mát có thể rất phức tạp và sẽ gồm nhiều lĩnh vực và công việc kỹ thuật khác nhau cần được lập kế hoạch và tính toán trong ước tính đầu tư.

Trong các giai đoạn đầu, phạm vi dự án dự kiến cần được mô tả rõ ràng để tất cả các bên liên quan đều hiểu rõ những công việc đang được tiến hành.

3. Nhu cầu làm mát nào cần được đáp ứng (MW)?

Cần nghiên cứu kĩ lưỡng để xác định nhu cầu công suất làm mát hiện tại và tương lai tại cơ sở, tức là quyết định công suất định mức của giải pháp làm mát.

Việc lắp đặt có thể thay thế hệ thống làm mát hiện tại với công suất đã được tính toán kỹ, tuy nhiên, vẫn cần thực hiện một báo cáo nghiên cứu chi tiết về nhu cầu làm mát hiện tại và tương lai.

Đây không chỉ là một hoạt động thu thập dữ liệu về nhu cầu nhiệt hiện tại và tương lai, mà còn phục vụ cho việc nghiên cứu các tiềm năng tiết kiệm năng lượng được mô tả trong phần 1, ví dụ bằng cách xác định các mức nhiệt mới.

4. Sử dụng công nghệ và môi chất lạnh nào?

Có nhiều công nghệ và môi chất lạnh khác nhau để lựa chọn khi quyết định giải pháp. Quyết định này sẽ gây ảnh hưởng lớn đến tác động môi trường tổng thể của dự án.

Mục đích của dự án được xác định trong phần 1 sẽ được áp dụng để quyết định giữa các tùy chọn được mô tả trong phần 2 giữa các yếu tố như GWP, ODP, độ an toàn, luật pháp, v.v.

Có khả năng mục đích và phạm vi không thể đưa ra câu trả lời rõ ràng cho tất cả các lựa chọn, khi đó, hãy mô tả các giải pháp còn lại và để những người có thẩm quyền quyết định.

Báo cáo tiền khả thi cần mô tả rõ mục đích, thiết kế cơ sở, đánh giá các khoản đầu tư dự kiến (CAPEX) cũng như chi phí vận hành dự kiến (OPEX) cho từng giải pháp được lựa chọn.

Do đó, yêu cầu phân tích chi tiết các trường hợp kinh doanh của dự án, bao gồm các giải pháp thay thế phù hợp có liên quan. Trường hợp kinh doanh cần bao gồm đánh giá Tổng chi phí sở hữu (TCO) cho các giải pháp thay thế, được tính toán như Giá trị hiện tại ròng (NPV).

Báo cáo này sẽ được trình bày cho ban quản lý công ty để quyết định các bước tiếp theo. Nhìn chung, khuyến nghị tổ chức một cuộc trao đổi với ngân hàng về lựa chọn tài chính cho các giải pháp thay thế. Một số ngân hàng có các dịch vụ vay và tài trợ hấp dẫn cho các giải pháp bền vững, từ đó có thể có tác

động đáng kể đến chi phí triển khai và hơn thế nữa. Vì vậy, cần làm rõ và quyết định ngay từ các giai đoạn đầu phát triển dự án.

Các cuộc họp với ban quản lý sẽ thống nhất các bước tiến hành tiếp theo. Phạm vi của dự án cần được ghi chép trong báo cáo tổng kết và bắt đầu giai đoạn khả thi.

3.2 Giai đoạn khả thi

Mục tiêu của giai đoạn khả thi là thực hiện thiết kế giải pháp sơ bộ cho phương án ưu tiên và lập ngân sách đầu tư tương đối chính xác (CAPEX và OPEX) để ban lãnh đạo có thể phân bổ ngân sách cho việc triển khai dự án.

Thông tin đóng góp và hiểu biết của các nhà cung cấp rất quan trọng và có lợi không chỉ cho nghiên cứu khả thi, mà còn có thể mang lại những ý tưởng mới cho cấu hình của hệ thống làm lạnh và các giải pháp ưu tiên. Hơn nữa, các nhà cung cấp có thể hỗ trợ cung cấp chi phí ước tính chính xác hơn.

Nghiên cứu khả thi và báo cáo khả thi sau đó phải bao gồm tất cả các đánh giá cần thiết để đạt được giải pháp tối ưu nhất và có thể bao gồm các nội dung sau:

- Phạm vi dự án
- Mô tả chi tiết dự án
- Môi chất lạnh (mức nhiệt độ), yêu cầu tại thiết bị tiêu thụ lạnh
- Môi chất lạnh cũng cần xem xét đến khả năng gây hiệu ứng nhà kính (GWP) và suy giảm tầng ozone (ODP)
- Tối ưu hóa tổng chi phí sở hữu (TCO) trong vòng mười năm
- Phân tích tài chính, tức là chi phí đầu tư và vận hành (CAPEX và OPEX)
- Các phương án tài chính
- Đánh giá tác động đến hoạt động của doanh nghiệp
- Đánh giá các tác động khác
- Rủi ro của dự án
- Tổng quan về các phê duyệt và khung pháp lý
- Lịch trình triển khai
- Tổ chức dự án bao gồm các nhà cung cấp ưu tiên
- Khuyến nghị về các bước tiếp theo

Kết quả của nghiên cứu khả thi là một báo cáo được sử dụng làm cơ sở cho quyết định đầu tư của ban lãnh đạo.

Nghiên cứu khả thi - trong trường hợp công ty cần nguồn vốn từ ngân hàng - sẽ được trình bày cho các ngân hàng liên quan để tìm hiểu về các lựa chọn tài chính phù hợp để trình bày cho ban lãnh đạo phục vụ việc phê duyệt CAPEX.

Cuối cùng, nghiên cứu khả thi phải được trình bày cho ban lãnh đạo để xin phê duyệt ngân sách cho các khoản đầu tư (CAPEX).

3.3 Giai đoạn đấu thầu

Dựa trên nghiên cứu khả thi và phê duyệt CAPEX của ban lãnh đạo, việc chuẩn bị dự án chi tiết sẽ bao gồm một số giai đoạn.

3.3.1 Xác định phạm vi cuối cùng

Phạm vi chính xác của hợp đồng phải được thiết lập và các hạng mục thường sẽ bao gồm:

- Toàn bộ hệ thống làm lạnh bao gồm các thiết bị phụ trợ khác nhau
- Kết nối với hệ thống làm lạnh hiện có
- Kết nối với nguồn cấp nước hiện có bao gồm máy bơm nước mới
- Đấu nối điện
- Hệ thống điều khiển (giao diện với hệ thống điều khiển hiện tại)
- Giao hàng và lắp ráp
- Cách nhiệt và bọc panel
- Cầu thang và bậc thang bao gồm phần kết nối với cơ sở hạ tầng hiện có
- Hiệu chỉnh hệ thống (phối hợp chặt chẽ với chủ sở hữu)
- Nghiệm thu chấp nhận tại hiện trường (SAT)
- Vận hành thử
- Lập tài liệu
- Phê duyệt lắp đặt cần thiết
- Đo tiếng ồn (nếu không do chủ sở hữu thực hiện)
- Phụ tùng thay thế (tùy chọn)

Tùy từng trường hợp, thiết bị phụ trợ cũng có thể được yêu cầu như:

- Hệ thống phân phối (cũng trong sản xuất)
- Xử lý nước thải
- Xây dựng

Danh sách trên phụ thuộc rất nhiều vào dự án thực tế đang được thực hiện vì có sự khác biệt lớn tùy theo từng dự án làm lạnh.

3.3.2 Thông số kỹ thuật

Các yêu cầu đối với thiết bị phải được mô tả rõ ràng. Đặc biệt là mô tả hiệu suất giao hàng tổng thể:

Về môi trường:

- Yêu cầu về tiếng ồn

Về chức năng:

- Xác định môi chất lạnh
- Hoạt động không người điều khiển được trong bao lâu
- Công suất (MW) (và tải tối thiểu)
- Áp suất/nhiệt độ
- Mức tiêu thụ điện tối đa (khi đạt 100% tải). Chỉ định chính xác những thiết bị nào đã được tính.
- Hệ số hiệu suất tổng (COP) (khi đạt 100% tải)
- Thời gian hoạt động

Tiến hành xác định cách thức thử nghiệm hiệu suất cần rất cụ thể để tránh tranh luận về phương pháp, thời gian, lấy mẫu và tính toán sau đó.

Ngoài ra, cần mô tả cách xử lý sai lệch và những gì cần được hoàn thành để có thể bàn giao.

3.3.3 Đảm bảo hiệu suất

Trước khi thiết lập các điều kiện để đảm bảo hiệu suất, cần đánh giá các điều kiện hoạt động để đảm bảo có khả năng thực hiện các thử nghiệm.

Đối với các hệ thống làm lạnh, việc chỉ định các thông số cho thử nghiệm tương đối phức tạp vì hầu hết các thông số có thể thay đổi rất nhiều trong khoảng thời gian ngắn, ví dụ: nhiệt độ bên ngoài, tải trọng, chênh lệch nhiệt độ, nhu cầu ră đông, phân chia mức áp suất.

Do đó, nên chỉ định cách hiệu suất sẽ thay đổi khi các thông số này thay đổi và chỉ định phạm vi thay đổi để thử nghiệm được chấp nhận.

3.3.4 Hợp đồng dịch vụ

Việc mô tả rõ phụ tùng thay thế và dịch vụ nào của hệ thống được đưa vào hợp đồng sẽ giúp đảm bảo giá cả hợp lý cho hoạt động trong những năm tới. Cũng cần lưu ý về thời gian phản hồi, vị trí thực tế của nguồn cung cấp và phụ tùng.

3.4 Giai đoạn ký kết hợp đồng

Đánh giá báo giá có hai mục đích chính:

- Xác định sự khác biệt so với tài liệu đấu thầu
- Giúp so sánh các hồ sơ dự thầu nhằm thương lượng giá cả

Trong quá trình làm rõ về kỹ thuật, cần tìm hiểu kỹ hai báo giá hấp dẫn nhất để đảm bảo rằng không có sự hiểu lầm và sai lệch so với tài liệu đấu thầu dẫn đến sự không minh bạch.

Sau khi làm rõ và đàm phán giá cuối cùng, hợp đồng có thể được hoàn tất.

3.5 Các giai đoạn sau của dự án

Cần theo dõi chặt chẽ giai đoạn lắp đặt và vận hành để đảm bảo rằng các quyết định thiết kế quan trọng trong giai đoạn khả thi và đấu thầu được thực hiện.

Tài liệu tham khảo

- [1] Cooling Best Practices. Advancements in Free-Cooling Keep Breweries Cool Year-round.
<https://coolingbestpractices.com/industries/beverage/advancements-free-cooling-keep-breweries-cool-year-round>
Ngày truy cập 11-01-2024
- [2] Zach Ellis. Picture of flooded evaporator with drop leg.
https://www.linkedin.com/posts/edmundyoong_alfalaval-industrialrefrigeration-alfacool-activity-6915562007425421312-4M6V/?originalSubdomain=my
Ngày truy cập 18-01-2024
- [3] JMP. Cooling Tower and Condenser Water Design Part 1: The Refrigeration Cycle.
<https://jmpcoblog.com/hvac-blog/cooling-tower-and-condenser-water-design-part-1-the-refrigeration-cycle>
Ngày truy cập 17-01-2024
- [4] Videncenter for klimavenlige kølemidler. Udfordringer ved kølemidler.
<http://xn--klemidler-l8a.dk/om-koelemidler/miljoeffekt-af-koelemidler/>
Ngày truy cập 09-01-2024
- [5] ScienceDirect. Ozone Depletion Potential.
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/ozone-depletion-potential>
Ngày truy cập 09-01-2024
- [6] UN ozone secretariat. Montreal Protocol.
<https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol>
Ngày truy cập 09-01-2024
- [7] NRDC. Phasing Down HFCs
<https://www.nrdc.org/resources/phasing-down-hfcs>
Ngày truy cập 09-01-2024
- [8] Science direct. Kyoto Protocol.
<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/kyoto-protocol#:~:text=The%20Kyoto%20Protocol%20specifies%20that,of%20U.S.%20GWP%2Dweighted%20emissions.>
Ngày truy cập 09-01-2024
- [9] GEA. It's time to change – Protect our future.
<https://www.gea.com/en/articles/natural-refrigerants/index.jsp>
Ngày truy cập 09-01-2024
- [10] ICS Cool Energy. Industrial chiller refrigerants.
<https://www.icscoolenergy.com/industrial-chiller-refrigerants/>
Ngày truy cập 09-01-2024

- [11] HPACEngineering. Retrofit or Replace: Considerations to Make When Changing Refrigerants
<https://www.hpac.com/air-conditioning/article/20929980/retrofit-or-replace-considerations-to-make-when-changing-refrigerants>
Ngày truy cập 09-01-2024
- [12] EPA. Refrigerant Safety.
<https://www.epa.gov/snap/refrigerant-safety>
Ngày truy cập 09-01-2024
- [13] University of Wisconsin Green Bay. Refrigerator.
<https://blog.uwgb.edu/chem320c/refrigerator/>
Ngày truy cập 11-01-2024
- [14] IIT Kharagpur. Multi-Stage Vapour Compression Refrigeration Systems.
<https://akashlangde.files.wordpress.com/2018/01/lecture-12-multi-stage-vapour-compression-refrigeration-systems.pdf>
Ngày truy cập 11-01-2024
- [15] Chegg.
<https://www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers/two-stage-ammonia-system-using-flash-gas-removal-intercooling-operates-cycle-shown-fig-1-c-q40494852>
Ngày truy cập 11-01-2024
- [16] SWEP. Economizer.
<https://www.swep.net/refrigerant-handbook/10.-systems/asdf4/#:~:text=An%20economizer%20is%20a%20type,at%20an%20intermediate%20pressure%20level.>
Ngày truy cập 11-01-2024
- [17] Miljøstyrelsen. CO2 som kølemiddel i varmepumper
<https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2001/87-7944-330-3/pdf/87-7944-387-7.pdf>
Ngày truy cập 11-01-2024

Phụ lục 1. Nhà cung cấp giải pháp làm lạnh được lựa chọn

Dưới đây là tổng quan về các nhà cung cấp trong nước và quốc tế có khả năng cung cấp các giải pháp công nghệ tốt nhất cho hệ thống làm lạnh công nghiệp tại Việt Nam.

STT	Tên công ty	Địa chỉ nhà máy	Website	Loại máy làm mát
Nhà cung cấp trong nước				
1	Công Ty Cổ Phần Công Nghệ Cơ Điện Lạnh Phan Bách	Tầng 2, Tháp Phương, 31C Lý Tự Trọng, Quận 1, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://www.phanbach.vn/	Máy lạnh công nghiệp
2	Công Ty Cổ Phần Kỹ Nghệ Lạnh Á Châu	lô 25-27 Đường Trung Tâm Khu công nghiệp Tân Tạo, Phường Tân Tạo A, Quận Bình Tân, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://arico.com.vn/trang-chu/	Chế biến thực phẩm
3	Công Ty Cổ Phần Cơ Điện Lạnh Searee	Tầng 1, Tòa nhà trực thăng, Khu vực sân bay, Đường Nguyễn Văn Linh, Thành phố Đà Nẵng, Việt Nam	https://searee.com/	M&E, Máy lạnh công nghiệp
4	Công Ty Cổ Phần Công Nghiệp Lạnh Hưng Trí	51 Trần Phú, Phường 04, Quận 5, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://hungtri.com/	Chế biến hải sản, kho lạnh, M&E
5	Công Ty Cổ Phần Dịch Vụ & Kỹ Thuật Cơ Điện Lạnh R.E.E	Lầu 2, Tòa nhà Etown 5, 364 Đường Cộng Hòa, Phường 13, Quận Tân Bình, Thành phố Hồ Chí Minh	https://www.reeme.com.vn/	M&E, Máy lạnh công nghiệp
6	Công Ty Cổ Phần Hawee Cơ Điện	Lô D2 khu đấu giá quyền sử dụng đất, Phường Vạn Phúc, Quận Hà Đông, Thành phố Hà Nội, Việt Nam	https://me.hawee.com.vn/	M&E, Máy lạnh công nghiệp
7	Công Ty Cổ Phần Kỹ Thuật Sigma	Tầng 27, tòa A, tòa nhà HUDTOWER, số 37 Lê Văn Lương, Phường Nhân Chính, Quận Thanh Xuân, Thành phố Hà Nội, Việt Nam	http://sigma.net.vn/en/	M&E, Máy lạnh công nghiệp
8	Công Ty Cổ Phần Cơ Điện Lạnh Nam Thịnh	8-10, Nguyễn Bá Tuyển, Phường 12, Quận Tân Bình, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	http://namthinh.com.vn/	M&E, Máy lạnh công nghiệp
9	Công Ty Cổ Phần SAVA M.E	168/75 Nguyễn Gia Trí, Phường 25, Quận Bình Thạnh, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://www.savame.com/	M&E, Máy lạnh công nghiệp
10	Công Ty Cổ Phần Thiết Bị Bách Khoa Quốc Tế	729 Đường Ba Tháng Hai, Phường 06, Quận 10, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://bkic.vn/	Máy lạnh công nghiệp
11	Công Ty TNHH TST	307/33 Nguyễn Văn Trỗi, Phường 1, Quận Tân Bình, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://tst-vn.com/	Chế biến hải sản, kho lạnh, máy lạnh công nghiệp

12	Công Ty Cổ Phần Cơ Điện Lạnh Tân Long	86 Đồng Đen, Phường 14, Quận Tân Bình, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://tanlongvn.com/	Chế biến hải sản, kho lạnh, máy lạnh công nghiệp
13	Công Ty TNHH Điện Lạnh Thiên Phúc	38 Hoa Cúc, Phường 07, Quận Phú Nhuận, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://thienphuc.asia/	Chế biến hải sản, kho lạnh, máy lạnh công nghiệp
14	Công Ty TNHH Thương Mại Và Dịch Vụ Kỹ Thuật Điện Lạnh Trường Phát	E16/13F Ấp 5, Xã Vĩnh Lộc B, Huyện Bình Chánh, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://dienlanhtruongphat.vn/	Chế biến hải sản, kho lạnh, máy lạnh công nghiệp
15	Công Ty TNHH Lắp Đặt Điện Lạnh Kỹ Thuật Thương Mại Việt	400 Nguyễn Thị Thập, Phường Tân Quy, Quận 7, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://veevn.com/	Kho lạnh, máy lạnh công nghiệp
16	Công Ty TNHH Điện Lạnh Miền Tây	28 Đường An Hội, Phường 13, Quận Gò Vấp, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://westernvn.com/vi/	Chế biến hải sản, Kho lạnh, máy lạnh công nghiệp
17	Công ty TNHH Eka-Kool Việt Nam	94/30 Hòa Bình, Phường 5, Quận 11, TP.HCM, Việt Nam	https://eka-kool.com/	Máy lạnh công nghệ
Nhà cung cấp quốc tế				
1	COOL PARTNERS ApS	Bøgekildevej 21, 8361 Hasselager, Đan Mạch	https://coolpartners.dk	Máy lạnh công nghiệp
2	Công Ty TNHH Gea Việt Nam	Lầu 10, Số 198 Đường Nguyễn Thị Minh Khai, Phường Võ Thị Sáu, Quận 3, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://www.gea.com/	Máy lạnh công nghiệp
3	Công ty TNHH Gotek Việt Nam	127/10 Hoàng Diệu 2, phường Linh Trung, quận Thủ Đức, TP.HCM.	http://www.gotek.com.vn/	Máy lạnh công nghiệp
4	Công ty TNHH Danfoss Việt Nam	Phòng 10.2, Tầng 10, Tòa nhà E-Town1, Số 364 Cộng Hòa - Phường 13 - Quận Tân Bình - Thành phố Hồ Chí Minh.	https://www.danfoss.com/en/	Máy lạnh công nghiệp
5	Công ty TNHH Alfa Laval Việt Nam	Lầu 3, Tòa nhà Petroland, 12 Tân Trào, Quận 7, TP.HCM	https://www.alfalaval.sg/	Máy lạnh công nghiệp

6	Công Ty TNHH Guntner Châu Á Thái Bình Dương (Singapore)	207-208 Lô CR3-6, CR3-7, Phường Tân Phú, Quận 7, Thành phố Hồ Chí Minh.	https://guntner.com/	Máy lạnh công nghiệp
7	Công Ty TNHH Mayekawa Việt Nam (Mycom)	Phòng 305, tầng 3, Tòa nhà Tuổi Trẻ, 60A Hoàng Văn Thụ, Phường 9, Quận Phú Nhuận, TP.HCM	http://mycomvietnam.com/	Chế biến hải sản
8	Văn phòng đại diện Bitzer Refrigeration Asia PTE. Ltd. tại thành phố hồ chí minh	Phòng 504C, Lầu 5, Centec Tower, số 72-74 Nguyễn Thị Minh Khai, Phường Võ Thị Sáu, Quận 3, TP Hồ Chí Minh	https://www.bitzer.de/us/us/	Máy lạnh công nghiệp
9	Công Ty TNHH Johnson Controls-Hitachi Air Conditioning Việt Nam	Tầng 6, Tháp B, Royal Center, 235 Nguyễn Văn Cừ, Phường Nguyễn Cư Trinh, Quận 1, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam		Máy lạnh công nghiệp
10	Công Ty TNHH Dịch Vụ Trane Việt Nam	Phòng 901-903, Tầng 9, Tòa nhà Văn phòng CentrePoint, Số 106, Đường Nguyễn Văn Trỗi, Phường 08, Quận Phú Nhuận, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://www.trane.com/commercial/asia-pacific/vn/vi/Trane%20Vietnam/locate-sales-offices/HoChiMinhOffice.html	Điều hòa không khí công nghiệp
11	Công Ty TNHH Điều Hòa Không Khí Carrier Việt Nam	Phòng 1101, Tầng 11, toà nhà Centre Point, 106 Nguyễn Văn Trỗi, Phường 08, Quận Phú Nhuận, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	-	Điều hòa không khí công nghiệp
12	Công Ty TNHH Âu Việt	94/30 Hòa Bình, Phường 5, Quận 11, TP.HCM	https://auvietco.com/	Máy lạnh công nghiệp
13	Công Ty TNHH Thương Mại Quốc Tế Mỹ Hào	79/13 Phạm Thái Bường, Khu phố Phú Mỹ Hưng, Phường Tân Phong, Quận 7, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam	https://www.luwa.com	Điều hòa không khí công nghiệp