

NẠP MÔI CHẤT CHO HỆ THỐNG LẠNH NHỎ

PGS.TS. Võ Chí Chính

Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đối với hệ thống nhỏ, việc nạp thừa hay thiếu dù chỉ một lượng nhỏ cũng ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả làm việc của hệ thống lạnh.

- Nạp thừa môi chất có thể dẫn đến áp suất và nhiệt độ ngưng tụ cao, độ quá nhiệt môi chất giảm và có thể gây nguy cơ ngập lỏng hệ thống lạnh.

- Nạp thiếu môi chất lạnh dẫn đến khả năng làm lạnh kém, áp suất và nhiệt độ bay hơi giảm, độ quá nhiệt môi chất tăng, hiệu quả làm việc giảm sút rõ rệt.

Vậy bài này trình bày các nội dung sau:

- Kiểm tra lượng nạp môi chất như thế nào cho đúng đối với hệ thống lạnh sử dụng ống mao làm thiết bị tiết lưu và hệ thống sử dụng van tiết lưu nhiệt (TXV).
- Cách kiểm tra tình trạng nạp môi chất đủ hay thiếu và lựa chọn thời điểm kiểm tra trong ngày.
- Các giải pháp nạp môi chất và các lưu ý.

2. NẠP MÔI CHẤT CHO HỆ THỐNG LÀM LẠNH

Có hai cách nạp môi chất lạnh:

- *Nạp môi chất lạnh dạng lỏng*: Phương pháp này thường áp dụng cho hệ thống lớn, vì yêu cầu nạp lượng môi chất lớn. Môi chất lạnh sẽ được nạp theo đường cấp dịch khi hệ thống đang chạy, lúc này thay vì môi chất chuyển động từ bình chứa của hệ thống đến van tiết lưu thì sẽ lấy môi chất từ bình nạp dưới dạng lỏng (chức ngược bình nạp môi chất).

- *Nạp môi chất dạng hơi*: Phương pháp này thường áp dụng cho hệ thống nhỏ, yêu cầu lượng nạp không lớn. Môi chất sẽ nạp theo đường hút khi máy đang chạy và sẽ hút môi chất từ bình nạp, từ khoang hơi thay vì hút từ dàn bay hơi về, lúc này bình phải đặt đứng để đầu hút phía trên vùng hơi.

Nạp môi chất lạnh là quá trình thêm môi chất lạnh vào hệ thống lạnh hoặc điều hòa không khí. Phải thêm đúng lượng môi chất lạnh để hệ thống làm lạnh hoạt động hiệu quả và tiết kiệm như thiết kế ban đầu. Đây không phải lúc nào cũng là một nhiệm vụ dễ dàng. Một số môi chất lạnh, đặc biệt là môi chất lạnh đơn hợp chất, có thể được nạp vào hệ thống ở trạng thái hơi hoặc lỏng, trong khi môi chất lạnh hỗn hợp phải được nạp ở trạng thái lỏng.

3. KIỂM TRA LƯỢNG MÔI CHẤT NẠP

3.1 Kiểm tra lượng môi chất nạp trong hệ thống sử dụng thiết bị tiết lưu có lỗ cố định

Thiết bị tiết lưu có lỗ cố định (ống mao, dạng pittông) chỉ tạo ra trở lực để giảm áp suất lỏng môi chất nhằm giảm nhiệt độ của môi chất. Nó không có khả năng duy trì độ quá nhiệt của môi chất phía sau dàn bay hơi, cũng như tự điều chỉnh khi phụ tải thay đổi. Vì vậy để kiểm tra lượng nạp môi chất có đủ hay thiếu, người ta căn cứ vào **độ quá nhiệt** của môi chất phía sau dàn bay hơi:

- Nếu thiếu môi chất thì độ quá nhiệt sẽ lớn.
- Thừa môi chất thì độ quá nhiệt nhỏ hoặc không có.

Vậy độ quá nhiệt bao nhiêu được coi là hợp lý? Theo nhiều tài liệu, độ quá nhiệt hợp lý là từ $8^{\circ}\text{F} \div 12^{\circ}\text{F}$. Trong các tính toán, chọn $\Delta t_{\text{qn}} = 10^{\circ}\text{F}$.

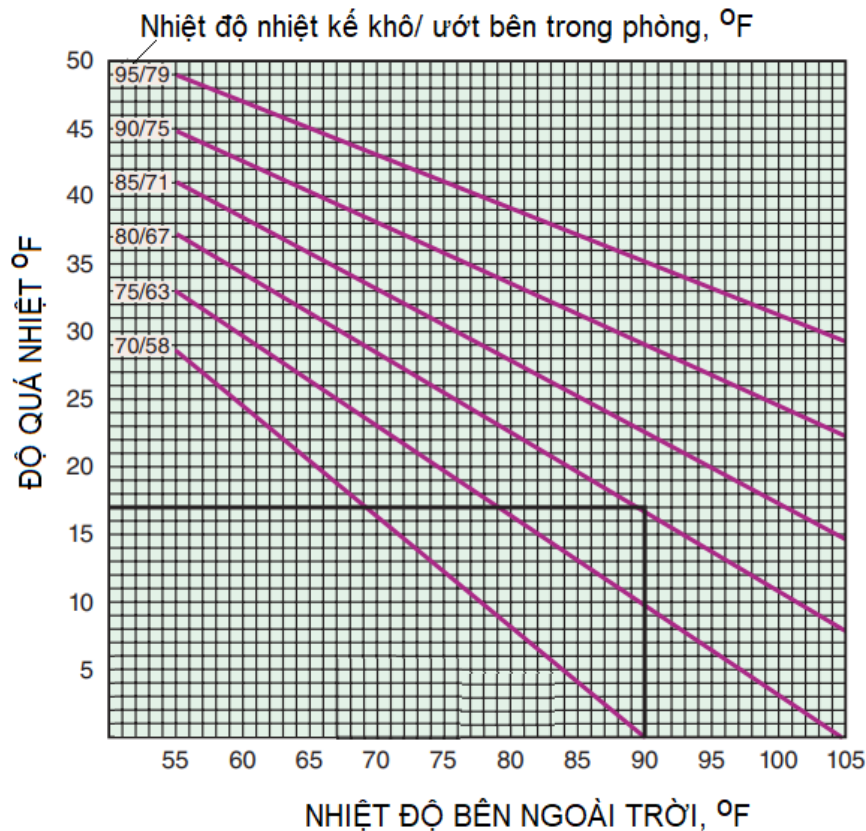
Tuy nhiên cũng cần lưu ý khi nhiệt độ môi trường bên ngoài thay đổi thì nhiệt độ ngưng tụ thay đổi theo, dẫn đến độ chênh áp giữa hai đầu của thiết bị tiết lưu thay đổi. Khi nhiệt độ ngoài trời cao, độ chênh lệch áp suất cao lượng môi chất đẩy qua thiết bị tiết lưu tăng, dẫn đến độ quá nhiệt giảm và ngược lại. Vì vậy về lý thuyết, độ quá nhiệt sẽ phụ thuộc nhiệt độ bên ngoài.

Tương tự như vậy khi nhiệt độ trong phòng thay đổi, phụ tải nhiệt tác động lên dàn bay hơi thay đổi theo và độ quá nhiệt cũng thay đổi.

Vậy độ quá nhiệt không thể là một giá trị cố định để xác định lượng môi chất nạp thừa hay thiếu mà còn phụ thuộc vào chế độ nhiệt trong và ngoài nhà. Vì thế, đối với nhiều thiết bị, nhà sản xuất đã xây dựng biểu đồ nạp môi chất cho nó.

BIỂU ĐỒ NẠP MÔI CHẤT

Một số nhà sản xuất cung cấp biểu đồ hoặc đường cong, được gọi là biểu đồ nạp hoặc đường cong nạp môi chất để hỗ trợ kỹ thuật viên dịch vụ nạp môi chất chính xác. Ví dụ biểu đồ nạp môi chất máy điều hòa hai mảnh ở hình 1. Kiểu dáng và loại biểu đồ hoặc đường cong nạp có thể khác nhau tùy thuộc vào nhà sản xuất và từng hệ thống thiết bị. Các bước thực hiện tùy thuộc vào từng hãng và thiết bị.



Hình 1: Biểu đồ nạp môi chất

Cách thực hiện theo biểu đồ này như sau:

Bước 1: Đo nhiệt độ bầu khô không khí hồi dàn lạnh (DBT) trong nhà. Khi độ ẩm không khí trong nhà trên 70% hoặc dưới 20% thì sử dụng nhiệt độ bầu ướt (WBT).

Bước 2: Đo nhiệt độ bầu khô không khí đi vào dàn ngưng tụ.

Bước 3: Đo áp suất hút của máy tại cổng dịch vụ và tra nhiệt độ bay hơi tương ứng t_1 .

Bước 4: Đo nhiệt độ đầu vào đường ống hút t_2 .

Bước 5: Tính toán độ quá nhiệt $\Delta t_{qn} = t_2 - t_1$.

Bước 6: Tìm điểm giao nhau giữa nhiệt độ ngoài trời và nhiệt độ trong nhà và đọc độ quá nhiệt trên đồ thị.

Độ quá nhiệt tính toán được ở bước 5 không phải là độ quá nhiệt của dàn bay hơi, mà chính là độ quá nhiệt của hệ thống. Do điểm đo nhiệt độ đường hút lấy ngay sau máy nén mà không phải sau dàn bay hơi, nên có sự sai khác do có tổn thất nhiệt trên đường hút.

Nếu độ quá nhiệt của hệ thống cao hơn 5°F so với giá trị tra được trên biểu đồ ở bước 6, thì phải nạp thêm môi chất cho tới khi độ chênh này không quá 5°F. Nếu độ quá nhiệt của hệ thống thấp hơn 5°F so với giá trị ghi trên biểu đồ, hãy thu hồi một lượng môi chất lạnh từ hệ thống cho đến khi độ quá nhiệt nằm trong phạm vi 5°F so với biểu đồ.

Lưu ý: Luôn để hệ thống hoạt động ít nhất 15 phút sau khi thêm môi chất lạnh hoặc thu hồi môi chất lạnh trước khi tính toán lại độ quá nhiệt của hệ thống.

Ví dụ 1: Hệ thống ống mao dẫn R-22 hoặc hệ thống lỗ cố định với các thông số:

Nhiệt độ khô trong nhà (DBT) = 80°F

Nhiệt độ khô ngoài trời (DBT) = 90°F

Áp suất hút tại van dịch vụ của dàn ngưng tụ = 60 psig hoặc 34°F sử dụng biểu đồ P/T.
Nhiệt độ đường ống hút tại van dịch vụ = 54°F

Độ quá nhiệt của hệ thống là: $(54^{\circ}\text{F} - 34^{\circ}\text{F}) = 20^{\circ}\text{F}$

Giao điểm của nhiệt độ ngoài trời 90°F với nhiệt độ trong nhà 80°F cho thấy cần có khoảng 17°F độ quá nhiệt. Hệ thống có độ quá nhiệt 20°F, nằm trong phạm vi 5°F so với biểu đồ độ quá nhiệt, vì vậy hệ thống đã được nạp đúng lượng môi chất và không cần nạp thêm.

Một điều lưu ý, trong trường hợp bạn không có biểu đồ nạp môi chất của một hệ thống nào đó thì sẽ làm thế nào? Bạn chọn chế độ tại đó nhiệt độ ngưng tụ cao nhất và nhiệt độ phòng thấp nhất có thể để kiểm tra độ quá nhiệt. Lúc ấy chênh áp hai đầu tiết lưu cao nhất và môi chất được đẩy qua thiết bị tiết lưu nhiều nhất, nhưng phụ tải thấp nhất nên độ quá nhiệt sẽ nhỏ nhất. Cần phải duy trì ở chế độ này một độ quá nhiệt nhất định (khoảng 5°F) để an toàn cho máy nén thì tất cả các chế độ khác đều có độ quá nhiệt và cao hơn.

3.2 Kiểm tra lượng môi chất nạp trong hệ thống sử dụng van tiết lưu nhiệt (TXV)

Hệ thống TXV luôn duy trì độ quá nhiệt không đổi phía sau dàn bay hơi khi nhiệt độ môi trường bên ngoài thay đổi. Vì vậy không thể căn cứ vào độ quá nhiệt để nạp môi chất mà phải căn cứ vào độ quá lạnh môi chất phía sau dàn ngưng, nên được gọi là **phương pháp quá lạnh**.

Phương pháp nạp môi chất quá lạnh tuân thủ các bước sau:

Bước 1: Đo áp suất phía ngưng tụ tại van dịch vụ của dàn ngưng tụ và tra nhiệt độ ngưng tụ tương ứng.

Bước 2: Đo nhiệt độ đường ống chất lỏng tại van dịch vụ của dàn ngưng tụ nơi đã lấy áp suất ngưng tụ.

Bước 3: Tham khảo bảng thông số kỹ thuật gắn trên máy hoặc sách hướng dẫn kỹ thuật của nó để tìm độ quá lạnh cần thiết cho thiết bị. Nếu không có bảng thông số kỹ thuật hoặc sách hướng dẫn, thì chọn độ quá lạnh 15°F.

Bước 4: Lấy nhiệt độ bão hòa ứng với áp suất đo được trừ cho độ quá lạnh tra được trên bảng thông số máy hoặc sách hướng dẫn kỹ thuật để xác định nhiệt độ lỏng đầu ra dàn ngưng mong muốn.

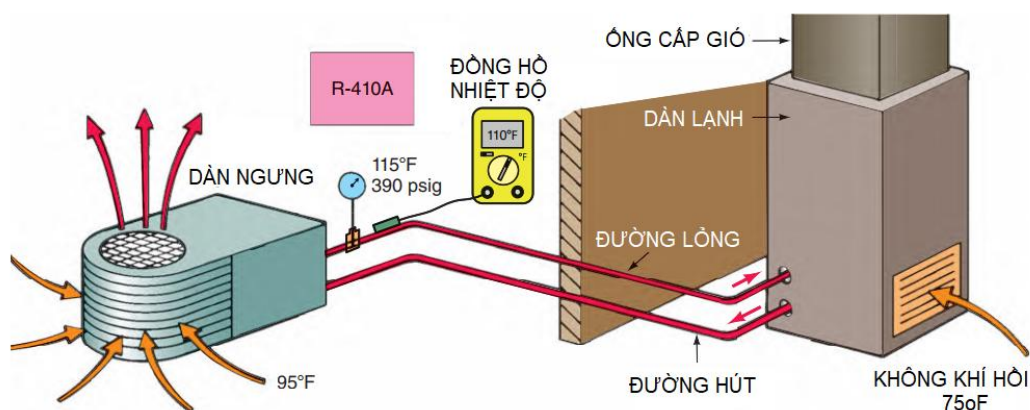
Bước 5 Nếu nhiệt độ đường ống chất lỏng đo được cao hơn (từ 3÷4°F) giá trị xác định ở bước 4, hãy thêm môi chất vào thiết bị. Nếu nhiệt độ đường ống chất lỏng thấp hơn (từ 3÷4°F) giá trị xác định được ở bước 5, hãy thu hồi môi chất từ thiết bị.

Hay nói cách khác, nếu độ quá lạnh thực nhỏ hơn độ quá lạnh yêu cầu ở bước 3 (từ 3÷4°F) thì phải nạp thêm môi chất, còn nếu cao hơn (từ 3÷4°F) thì phải rút môi chất ra.

Việc thêm hoặc bớt môi chất từ thiết bị nên được thực hiện cẩn thận. Việc này nên được thực hiện từng bước nhỏ, chờ ít nhất 15 phút trước khi đo áp suất và nhiệt độ lần tiếp theo. Điều này cho phép hệ thống đạt đến trạng thái cân bằng mới.

Ví dụ 2: Hình 2 minh họa hệ thống điều hòa không khí kiểu rời, sử dụng môi chất R-410A. Hệ thống này có van tiết lưu nhiệt TXV.

Sau khi hệ thống ổn định, đo áp suất môi chất đầu ra là 390 psig. Với R410A nhiệt độ ngưng tụ tương ứng là 115°F, nhiệt độ môi chất đầu ra thực tế là 110°F. Độ quá lạnh là 5°F (115°F-110°F), trong khi yêu cầu cần phải 15°F, chênh lệch lên đến 10°F (15°F-5°F) so với yêu cầu nên cần phải nạp thêm môi chất.

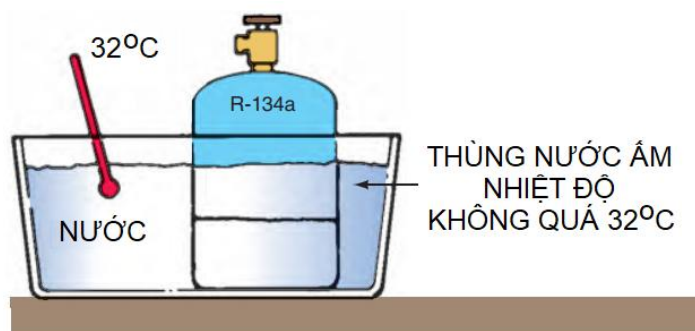


Hình 2: Ví dụ kiểm tra lượng môi chất nạp cho máy điều hòa sử dụng R410A

4. MỘT SỐ VẤN ĐỀ KHI NẠP MÔI CHẤT

4.1. Cấp nhiệt cho môi chất khi nạp dưới dạng hơi

Một điều cần lưu ý, khi nạp môi chất dạng hơi cho hệ thống, môi chất trong bình dạng lỏng sẽ bay hơi và được máy nén hút về. Quá trình bay hơi sẽ cần rất nhiều nhiệt, do đó nhiệt độ của bình nhanh chóng giảm xuống và áp suất trong bình giảm theo. Khi càng có nhiều môi chất bay hơi để nạp cho hệ thống, nhiệt độ và áp suất trong bình càng giảm có nguy cơ áp suất trong bình chứa nhỏ hơn áp suất hút của hệ thống. Vì vậy phải cung cấp nhiệt cho bình để duy trì áp suất trong đó và tạo điều kiện cho môi chất bay hơi nhanh hơn. Cách tốt nhất là ngâm bình chứa trong nước ấm và nhiệt độ nước không quá 32°C. Tuyệt đối không nên dùng đèn khò để gia nhiệt hoặc bất cứ nguồn nhiệt tập trung nhiệt độ cao nào để làm ấm bình. Chăn sưởi điện được sản xuất cho mục đích này cũng an toàn để sử dụng.



Hình 3: Dùng nước ấm gia nhiệt cho bình chứa khí nạp

Về mùa đông đặc biệt các nước xứ lạnh, bình chứa có thể đã được để trong thùng xe tải cả đêm và áp suất của nó có thể thấp hơn áp suất phía thấp của hệ thống. Trong trường hợp này, bình chứa sẽ phải được làm ấm để môi chất lạnh di chuyển từ bình vào hệ thống. Việc dự trữ một bình chứa môi chất lạnh trong phòng thiết bị có nhiệt độ ấm là một ý tưởng hay đối với các hệ thống lớn. Nó sẽ luôn có sẵn trong trường hợp cần nạp môi chất ngay, trong khi thời tiết lạnh.

4.2 Nạp hỗn hợp môi chất không đồng sôi

Một đặc tính khác của hỗn hợp môi chất không đồng sôi là **sự phân tách pha**. Như đã biết hỗn hợp không đồng sôi được tạo thành từ các môi chất khác nhau và trộn lẫn với nhau. Sự phân tách pha xảy ra khi một phần hỗn hợp ngưng tụ hoặc bay hơi trước phần còn lại. Sự thay đổi pha thực tế sẽ xảy ra với tốc độ khác nhau trong cùng một hỗn hợp. Nhiều môi chất khác nhau trong hỗn hợp đều có áp suất bay hơi khác nhau, điều này khiến chúng ngưng tụ và bay hơi với tốc độ khác nhau. Khi bay hơi, môi chất có điểm sôi thấp nhất sẽ bay hơi trước tiên (do áp suất cao nhất), tiếp đến môi chất có điểm sôi thấp thứ 2 và cuối cùng là môi chất có điểm sôi cao nhất. Vì vậy cần lưu ý các điểm sau:

1. Khi một hệ thống sử dụng môi chất không đồng sôi hoặc gần đồng sôi bị rò rỉ môi chất. Nếu rò rỉ dưới dạng hơi thì môi chất có điểm sôi thấp nhất sẽ rò rỉ trước, tiếp đến là các môi chất có điểm sôi cao hơn. Như vậy tỷ lệ thành phần môi chất trong hỗn hợp thay đổi và tính chất cũng thay đổi theo. Nếu rò rỉ dưới dạng lỏng thì vấn đề này không xảy ra.

2. Khi nạp môi chất là hỗn hợp gần đồng sôi hay không đồng sôi phải nạp dạng lỏng mới đảm bảo thành phần hỗn hợp, tránh nạp dạng hơi. Tuy nhiên, khi nạp cả bình vào hệ thống thì không sao cả vì cuối cùng tất cả cũng được nạp vào hệ thống. Điều tương tự cũng áp dụng khi sang môi chất từ bình này sang bình khác.

Một số bình chứa môi chất lạnh dạng hỗn hợp không đồng sôi có ống dẫn xuống đáy bình để cho phép lấy lỏng môi chất lạnh ra khỏi bình khi bình đặt thẳng đứng, hình 4. Điều này sẽ đảm bảo rằng lỏng luôn được lấy ra khỏi bình khi hệ thống được nạp môi chất mà không cần phải lật ngược bình chứa để loại bỏ hơi. Tất nhiên, kỹ thuật viên không thể nhìn vào bên trong bình chứa môi chất để xác định xem có ống hút trong bình hay không. Tham

khảo mặt bên của bình chứa môi chất để biết thông tin về vị trí chính xác của bình để loại bỏ chất lỏng hoặc hơi. Các mũi tên trên bình sẽ chỉ ra cách đặt bình để sử dụng.



Hình 4: Bình chứa hỗn hợp môi chất không đồng sôi

Khi thêm môi chất dạng lỏng vào đường ống hút của hệ thống đang hoạt động, chất lỏng sau khi ra khỏi bình nạp, phải được hạn chế và hóa hơi trong hệ thống để tránh làm hỏng máy nén. Phải sử dụng một loại van hạn chế nào đó để đảm bảo môi chất dạng lỏng được hóa hơi trước khi vào máy nén.

333333