

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 6307:2023

ISO 916:2019

Xuất bản lần 2

THỬ NGHIỆM CÁC HỆ THỐNG LẠNH

Testing of refrigerating systems

HÀ NỘI – 2023

Mục lục

Lời nói đầu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	7
4 Ký hiệu và đơn vị	8
5 Bảo hành tính năng	9
6 Chuẩn bị thử và quy trình thử	11
7 Dụng cụ đo	12
8 Xác định năng suất lạnh	14
9 Xác định công suất truyền động	22
10 Độ không đảm bảo đo	22
11 Kết quả, chuyển đổi sang các giá trị được đảm bảo	23
12 Tính chất vật liệu	24
Thư mục tài liệu tham khảo	25

Lời nói đầu

TCVN 6307:2023 thay thế cho TCVN 6307:1997.

TCVN 6307:2023 hoàn toàn tương đương với ISO 916:2019.

TCVN 6307:2023 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 86 *Máy lạnh và điều hòa không khí* biên soạn, Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Thử nghiệm các hệ thống lạnh

Testing of refrigerating systems

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc thử nghiệm tính năng của các hệ thống lạnh sử dụng máy nén (sau đây gọi là các hệ thống lạnh) vận hành theo nguyên lý nén hơi và gồm các bộ phận của mạch để nén, ngưng tụ và bay hơi, cũng như các ống nối và bất kỳ phụ kiện liên quan cần thiết cho một mạch làm lạnh hoàn chỉnh.

Tiêu chuẩn này không áp dụng để thử các hệ thống lạnh khác như các hệ thống lạnh kiểu hấp thụ hoặc kiểu ejector hơi nước.

Thử nghiệm sự phù hợp của một hệ thống lạnh cụ thể, như tủ lạnh gia dụng, tủ lạnh bày hàng và thương mại, điều hòa không khí, không thuộc phạm vi của tiêu chuẩn này.

Tiêu chuẩn này bao gồm thử nghiệm bên ngoài phòng thử nghiệm hoặc nơi không có các điều kiện tiêu chuẩn thử của phòng thử cụ thể cho các hệ thống lạnh và nó được thực hiện theo các điều kiện vận hành thỏa thuận.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 8113 (ISO 5167) (tất cả các phần), *Đo dòng lưu chất bằng các thiết bị chênh áp gắn vào các đường ống có tiết diện tròn chảy đầy.*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Năng suất lạnh tổng (overall refrigerating capacity)

Q_{og}

Dòng nhiệt được rút ra từ môi trường bởi môi chất lạnh.

CHÚ THÍCH: Theo quy luật, đối với hệ thống lạnh một cấp nén thì năng suất lạnh tổng tính bằng tích của lưu lượng môi chất lạnh với hiệu entanpy của môi chất lạnh vào máy nén trừ đi entanpy ở đầu ra của bình (dàn) ngưng hoặc bình (dàn) quá lạnh (xem 8.1.1).

3.2

Năng suất lạnh tinh (net refrigerating capacity)

Q_{on}

Dòng nhiệt được rút ra từ chất tải lạnh trong bình (dàn) sôi bởi môi chất lạnh.

CHÚ THÍCH: xem 8.1.2.

3.3

Năng suất lạnh hữu ích (useful refrigerating capacity)

Q_{oe}

Dòng nhiệt là hữu ích được rút ra bởi môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh.

CHÚ THÍCH: Năng suất lạnh hữu ích tính bằng tích của lưu lượng môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh nhân với hiệu entanpy giữa 2 điểm được quy định theo thỏa thuận, mà giữa các điểm đó hiệu ứng làm lạnh được thực hiện hữu ích (xem 8.1.3).

4 Ký hiệu và đơn vị

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị
Diện tích trao đổi nhiệt	A	m^2
Nhiệt dung riêng	c	$J/(kgK)$
Hiệu suất nhiệt (hệ số hiệu quả)	COP	-
Entanpy riêng	h	J/kg
Lưu lượng khối lượng	m	kg/s
Áp suất tuyệt đối	p	bar
Công suất	P	W
Dòng nhiệt	Q	W
Năng suất lạnh	Q_o	W
Nhiệt độ	t	$^{\circ}C$
Nhiệt độ tuyệt đối	T	K
Hệ số truyền nhiệt tổng	u	$W/(m^2K)$
Hệ số tỏa nhiệt (hệ số truyền nhiệt bề mặt)	α	$W/(m^2K)$
Độ dày cách nhiệt	δ	m

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị
Hiệu suất isentropic (đẳng entropy)	η_i	-
Hệ số dẫn nhiệt	λ	W/(m·K)
Độ nhớt động học	ν	m ² /s
Khối lượng riêng	ρ	kg/m ³

Ký hiệu chân

Ký hiệu chân	Thông số
amb	Môi trường xung quanh (ambient)
cor	Hiệu chỉnh (corrected)
e	Hữu ích (useful)
g	Tổng (chung) (overall)
K	Môi trường, lỏng được làm lạnh (chất tải lạnh) (cooled medium, liquid)
L	Môi trường truyền nhiệt (chất tải nhiệt) (heat-transfer medium)
m	Cơ khí (mechanical)
n	Tinh (net)
R	Môi chất lạnh (refrigerant)
W	Nước làm mát (coolant, liquid (cooling water))

Ký hiệu chân	Vị trí
Điểm tham chiếu: 1	Điểm đo: cửa hút vào máy nén
Điểm tham chiếu: 2	Điểm đo: cửa xả của máy nén
Điểm tham chiếu: 3	Điểm đo: cửa vào dàn ngưng/dàn làm mát
Điểm tham chiếu: 4	Điểm đo: cửa ra khỏi dàn ngưng/dàn làm mát hoặc cửa trước hồi nhiệt, nếu có
Điểm tham chiếu: 5	Điểm đo: cửa trước van dẫn nở cho dàn sôi
Điểm tham chiếu: 6	Điểm đo: cửa vào dàn sôi
Điểm tham chiếu: 7	Điểm đo: cửa ra dàn sôi
Điểm tham chiếu: 8	Điểm đo: cửa vào dàn quá lạnh lỏng môi chất lạnh
Điểm tham chiếu: 9	Điểm đo: cửa ra khỏi dàn quá lạnh lỏng môi chất lạnh

5 Bảo hành tính năng

5.1 Quy định chung

5.1.1 Chỉ các đặc tính thiết yếu đối với hiệu quả kinh tế và vận hành của các hệ thống lạnh và có thể kiểm chứng bằng các phương pháp đo lường thông thường mới được bảo hành. Điều này đòi hỏi phải có sự cho phép đối với những thay đổi của điều kiện vận hành mà khó có thể tránh được trong thực tế.

5.1.2 Đối với dữ liệu theo 5.2.1 đến 5.2.7, khuyến nghị chỉ ra nhiều giá trị gần với điều kiện vận hành theo 5.3, đặc biệt đối với các giá trị nhiệt độ. Để tránh phải nội suy, các giá trị này nên được biểu diễn ở dạng đồ thị trong các giới hạn thay đổi cho mỗi cặp giá trị. Những sai lệch cho phép cần phải được thỏa thuận.

5.1.3 Ảnh hưởng của những thay đổi tạm thời của điều kiện vận hành cần phải được thỏa thuận.

TCVN 6307:2023

5.2 Đối tượng bảo hành kỹ thuật

5.2.1 Quy định chung

Đối tượng của bảo hành kỹ thuật là năng suất lạnh và công suất đầu vào ở điều kiện vận hành thỏa thuận.

5.2.2 Năng suất lạnh

Năng suất lạnh cần được thỏa thuận là:

- Năng suất lạnh tổng (xem 3.1);
- Năng suất lạnh tinh (xem 3.2); hoặc
- Năng suất lạnh hữu ích (xem 3.3).

5.2.3 Công suất hấp thụ của máy nén

Công suất hấp thụ của máy nén cần được thỏa thuận là:

- a) Công suất hấp thụ đo trên trục máy nén;
- b) Công suất ra ở trục của động cơ;
- c) Công suất hấp thụ của động cơ, là công suất điện đo ở bảng đấu điện; hoặc
- d) Tiêu thụ nhiên liệu cho máy phát truyền động.

5.2.4 Công suất hấp thụ phụ trợ

Công suất hấp thụ của quạt, bơm, máy khuấy, thanh điện trở, và các thiết bị phụ trợ khác cũng cần được thỏa thuận.

5.2.5 Công suất hấp thụ của toàn hệ thống

Công suất truyền động của toàn bộ hệ thống cần phải được thỏa thuận.

5.2.6 Nhu cầu nước làm mát

Nhu cầu nước làm mát (giải nhiệt) có thể cũng cần phải được thỏa thuận.

5.2.7 Hiệu suất (hệ số hiệu quả)

Hiệu suất, COP, có thể được thỏa thuận thay cho công suất hấp thụ theo 5.2.3 đến 5.2.5.

5.3 Điều kiện vận hành cho bảo hành kỹ thuật

5.3.1 Quy định chung

Các điều sau đây cần được thỏa thuận:

- a) Ký hiệu môi chất lạnh;
- b) Điều kiện của chất tải lạnh khi vào, ví dụ bình ngưng, bình quá lạnh, bình làm mát dầu (nếu có).

5.3.2 Năng suất lạnh tổng

Các điều sau đây cần được thỏa thuận:

- a) Nhiệt độ và áp suất của môi chất lạnh
 - 1) Ở cửa hút của máy nén; và
 - 2) Ở cửa ra của dàn ngưng, cửa ra của bình chứa cao áp hoặc bình quá lạnh lỏng.

5.3.3 Năng suất lạnh tinh hoặc hữu ích

Các điều sau đây cần được thỏa thuận:

- a) Điều kiện của chất tải lạnh ở cửa vào và ra của bình sôi hoặc ở hai điểm quy định trên vòng tuần hoàn của chất tải lạnh; hoặc
- b) Điều kiện của chất tải lạnh ở cửa vào và ra của bình sôi hoặc ở một điểm quy định trên vòng tuần hoàn của chất tải lạnh cùng với lưu lượng khối lượng tương ứng.

Điều kiện của chất tải lạnh không chỉ bao gồm nhiệt độ mà còn cả dữ liệu thông số vật lý của nó.

5.3.4 Chuyển đổi điều kiện bảo hành

Việc chuyển đổi các điều kiện bảo hành yêu cầu thông tin chỉ báo về tốc độ máy nén hoặc tần số nguồn điện (đối với loại máy nén động cơ lắp liền), tương ứng, áp suất môi chất lạnh trong dàn sôi và dàn ngưng hoặc nhiệt độ sôi và ngưng, tương ứng, cũng như áp suất trung gian trong trường hợp hệ thống nhiều cấp.

Với mục đích đó, các sai lệch cho phép của điều kiện vận hành cho thử nghiệm phải được quy định. Phương pháp hiệu chỉnh đối với tính năng đo được để chỉ ra tính năng ở điều kiện bảo hành phải được thỏa thuận. Cũng xem 11.5.

5.4 Dung sai

Dung sai đề cập đến độ lệch so với các đặc tính được đảm bảo (như năng suất lạnh, công suất hấp thụ và COP), các dung sai gây ra do quá trình chế tạo và phải được thỏa thuận riêng rẽ.

5.5 Giới hạn chấp nhận

Độ lệch cho phép của các giá trị đo được so với các đặc tính được đảm bảo là tổng của dung sai và độ không đảm bảo đo tổng của phương pháp đo được áp dụng.

Trong trường hợp dung sai âm bằng không đã được quy định liên quan đến dung sai chế tạo trong 5.4, dung sai cho độ không đảm bảo đo vẫn được áp dụng.

6 Chuẩn bị thử và quy trình thử

6.1 Phép thử được thực hiện khi tất cả các giá trị đạt trạng thái ổn định và đặc biệt là nhiệt độ vận hành của máy nén và động cơ là bình thường và ổn định.

TCVN 6307:2023

6.2 Trước bất kỳ phép đo nào, cần phải chắc chắn rằng bề mặt trao đổi nhiệt không tiếp xúc với môi chất lạnh phải sạch sẽ. Ví dụ, điều này áp dụng cho phía nước làm mát của bình ngưng và phía chất tải lạnh của bình sôi.

6.3 Cho phép điều chỉnh lại hệ thống trước khi đo. Trong quá trình thử nghiệm thực tế, chỉ được phép can thiệp theo thỏa thuận chung.

6.4 Phép thử phải được thực hiện ở các điều kiện vận hành tuân thủ càng chính xác càng tốt các điều kiện đã thỏa thuận theo 5.3.

6.5 Điều kiện ổn định phải được chứng minh trong một khoảng thời gian đủ dài, trong khi giá trị ban đầu và giá trị cuối cùng của tất cả các đại lượng liên quan đến phép thử phải nằm trong giới hạn đã thỏa thuận trước đó.

6.6 Các giá trị lệch nhiều khỏi giá trị trung bình số học sẽ bị loại, không được tính.

6.7 Các số liệu đọc được chỉ được chấp nhận khi điều kiện ổn định được duy trì.

6.8 Tất cả các phép đo phải được thực hiện theo các tiêu chuẩn áp dụng được, như bộ TCVN 8113 (ISO 5167) (tất cả các phần). Các dụng cụ đo phải được lựa chọn theo Điều 7.

6.9 Hệ thống lạnh cần thử phải được trang bị đầy đủ các đầu kết nối để đo áp suất và nhiệt độ. Các kết nối này không được ảnh hưởng đến chức năng dự định của hệ thống.

6.10 Để đo năng suất lạnh tổng, cần phải chắc chắn rằng môi chất lạnh lỏng sau bình ngưng hoặc tương ứng sau bình quá lạnh lỏng không còn chứa bọt hơi. Ngoài ra, cần phải xả khí đúng cách cho hệ thống lạnh.

6.11 Hai loạt phép đo liên tiếp phải được tiến hành.

7 Dụng cụ đo

7.1 Quy định chung

7.1.1 Nhiệt độ sôi và ngưng tụ có thể lấy từ các số đọc áp suất tuyệt đối, sử dụng từ các nguồn theo 12.1 và biện pháp xả khí cần tuân theo 6.10.

7.1.2 Chỉ sử dụng các dụng cụ đo có các chỉ thị có thể kiểm tra xác nhận hoàn toàn được. Điều cơ bản là độ không đảm bảo đo có thể được xác định bằng cách hiệu chuẩn và không thay đổi trong quá trình thử nghiệm. Dụng cụ đo mà điều kiện đo của chúng có thể thay đổi trong quá trình thử nghiệm phải được kiểm tra xác nhận cả trước và sau khi thử nghiệm. Các giá trị độ không đảm bảo đo được chỉ ra dưới đây đề cập đến độ không đảm bảo đo mở rộng với khoảng tin cậy là 95 % tương ứng với hai lần độ lệch chuẩn.

7.1.3 Bên cạnh loại dụng cụ đo được chỉ ra dưới đây, có thể sử dụng các dụng cụ hoặc thiết bị đo được chấp nhận thông thường khác miễn là chúng tuân theo các độ không đảm bảo đo đã chỉ ra.

7.2 Dụng cụ đo nhiệt độ

Độ không đảm bảo đo của dụng cụ đo nhiệt độ phải nằm trong giới hạn dưới đây, trong khi các quy định ở 7.1 phải được tính đến.

- a) Đối với đo nhiệt độ của chất tải lạnh trong bình sôi hoặc nước làm mát cho bình ngưng là $\pm 0,1$ K;
- b) Đối với tất cả phép đo nhiệt độ khác $\pm 0,5$ K.

7.3 Áp kế

Phạm vi đo cần được chọn sao cho độ không đảm bảo đo không vượt quá 2 % của giá trị được chỉ thị.

- a) Nếu sử dụng áp kế kiểu ống Bourdon, kiểu màng hoặc hộp xếp, thì cấp 0,6 đến 0,1 (áp kế chính xác) sẽ được chọn;
- b) Nếu sử dụng các bộ chuyển đổi áp suất, thì các bộ chuyển đổi này phải được hiệu chuẩn trước khi đo;
- c) Nếu sử dụng dụng áp kế chất lỏng để đo hiệu áp suất, thì cần đảm bảo rằng độ không đảm bảo đo không được vượt quá 1 % của giá trị chỉ thị. Môi trường đo phải không bị chất lỏng chần hấp thụ.

7.4 Thiết bị đo công suất điện

Độ không đảm bảo đo không được vượt quá:

- a) 0,5 % của giá trị toàn thang đo đối với dụng cụ đo chỉ thị;
- b) 1 % của giá trị đo đối với dụng cụ đo tích hợp.

7.5 Lưu lượng kế

Độ không đảm bảo đo của đồng hồ lưu lượng phải nằm trong phạm vi 2 % của giá trị chỉ thị.

7.6 Dụng cụ đo tốc độ

Độ không đảm bảo đo không vượt quá 0,75 % của giá trị chỉ thị.

7.7 Dụng cụ đo momen xoắn

Độ không đảm bảo đo không vượt quá 1 % của tải danh định.

7.8 Dụng cụ đo thời gian

Độ không đảm bảo đo không vượt quá 0,1 % của giá trị đo.

7.9 Dụng cụ đo khối lượng

Độ không đảm bảo đo không vượt quá 0,2 % của giá trị đo.

8 Xác định năng suất lạnh

8.1 Phương pháp trực tiếp

8.1.1 Năng suất lạnh tổng

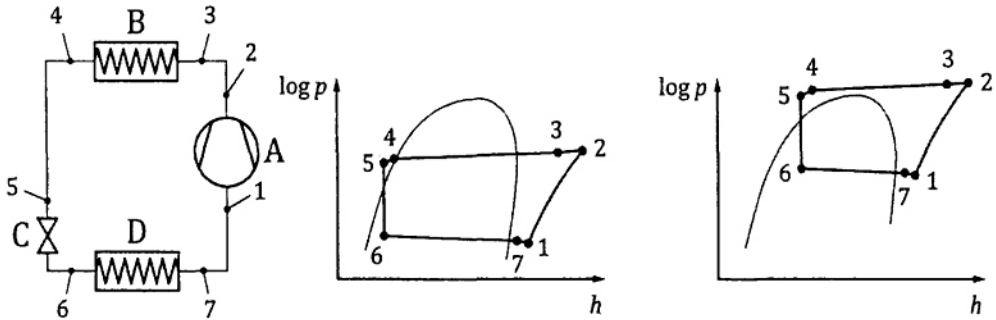
8.1.1.1 Quy định chung

Năng suất lạnh được tính bằng lưu lượng khối lượng môi chất lạnh nhân với hiệu entanpy. Nếu hơi môi chất lạnh ở cửa vào máy nén là khô, bão hòa hoặc quá nhiệt (nghĩa là không mang theo lỏng) thì năng suất lạnh tổng được tính theo công thức (1):

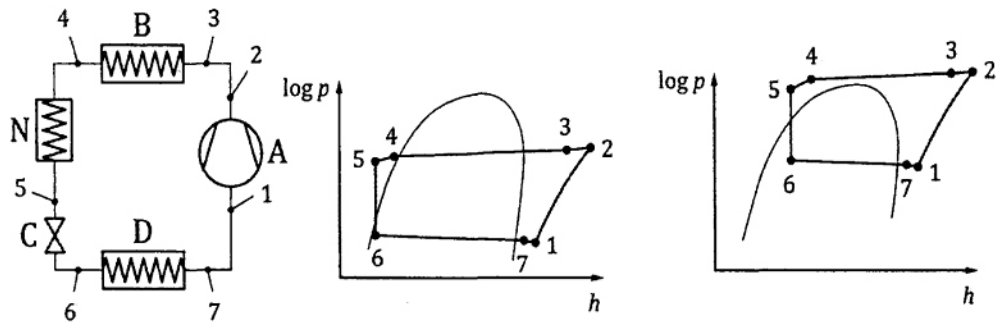
$$Q_{og} = m_R (h_1 - h_5) \quad (1)$$

Điểm 1 tương ứng với điều kiện ở cửa hút của máy nén, điểm 5 tương ứng với điều kiện ở trước van dẫn nở, trước dàn sôi (xem Hình 1 và 2).

Lưu lượng khối lượng môi chất lạnh được xác định từ phép cân bằng nhiệt theo 8.1.1.2 hoặc từ phép đo lưu lượng theo 8.1.1.3. Phương pháp này phù hợp với các thiết kế khác nhau của hệ thống lạnh. Hình 1 và 2 thể hiện sơ đồ hệ thống lạnh và chu trình biểu diễn trên đồ thị p-h.



a) Hệ thống lạnh một cấp nén

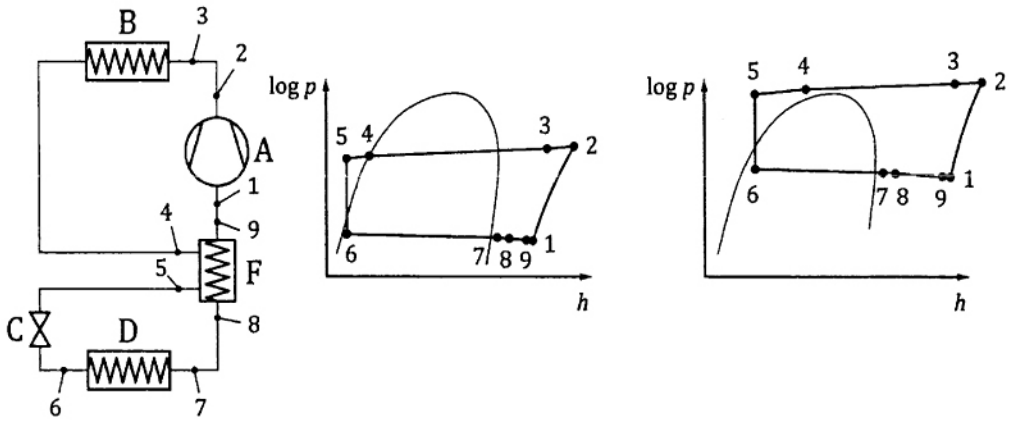


b) Hệ thống lạnh một cấp nén có bình quá lạnh lỏng

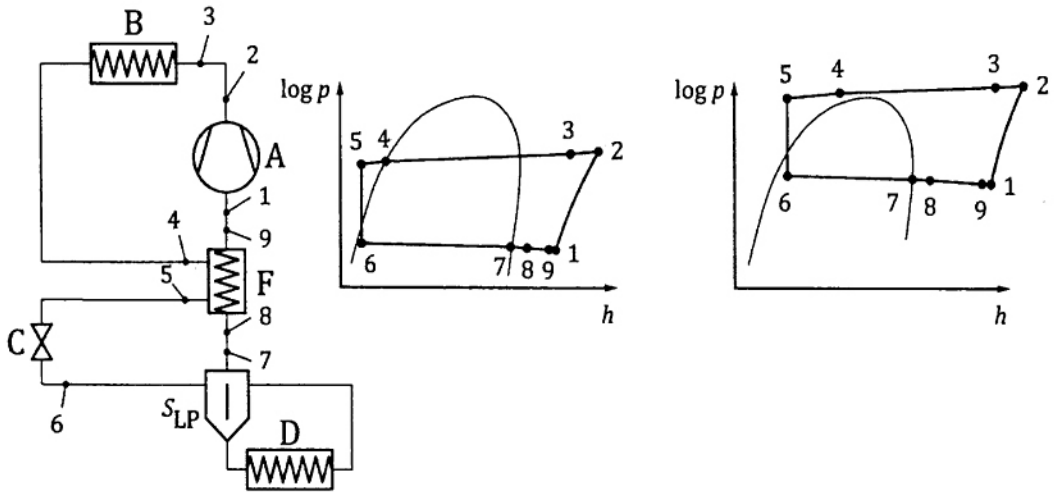
CHÚ DẪN:

- | | |
|--|---|
| A Máy nén, A_{LP} nén từ áp suất thấp lên áp suất trung gian, A_{HP} nén từ áp suất trung gian lên áp suất cao | D Bình sôi |
| B Bình ngưng | E Bộ tiết kiệm |
| C Van dẫn nở, C_{MP} xuống áp suất trung gian, C_{LP} xuống áp suất sôi | N Bình quá lạnh lỏng |
| | S Bình tách lỏng, S_{MP} ở áp suất trung gian |

Hình 1 – Sơ đồ và đồ thị log p-h của hệ thống lạnh dưới điểm tới hạn và trên điểm tới hạn



a) Hệ thống lạnh một cấp có hồi nhiệt, dàn sôi khô



b) Hệ thống lạnh có hồi nhiệt, dàn sôi ngập

CHÚ DẪN:

A Máy nén

D Bình sôi

B Bình ngưng

F Bộ hồi nhiệt

C Van dẫn nở,

S_{LP} Bình tách lỏng ở áp suất sôi

Truyền nhiệt trong $\Delta h_{4-5} \approx \Delta h_{8-9}$

Hình 2 – Sơ đồ và đồ thị log p-h của hệ thống lạnh một cấp có hồi nhiệt

8.1.1.2 Xác định lưu lượng khối lượng môi chất lạnh bằng cân bằng nhiệt

8.1.1.2.1 Lưu lượng khối lượng môi chất lạnh có thể xác định qua cân bằng nhiệt của các bộ phận của vòng tuần hoàn mà môi chất đi qua. Mọi trường hợp phân nhánh trước đó của các dòng cục bộ đều phải được tính đến.

8.1.1.2.2. Đối với hệ thống lạnh 1 cấp, bình ngưng là bộ phận thích hợp nhất để thiết lập cân bằng

TCVN 6307:2023

hiệt, nó vận hành với nước làm mát và không có trao đổi chất (bay hơi). Lưu lượng khối lượng được xác định qua công thức (2).

$$m_R = \frac{m_w \cdot c_w \cdot \Delta t_w + Q_{cor}}{\Delta h_R} \quad (2)$$

Trong đó

$\Delta h_R = (h_3 - h_4)$ là độ giảm của entanpy trong bình ngưng.

Lưu lượng khối lượng của nước m_w được xác định bằng một trong các phương pháp thông thường, nghĩa là bình đo, đồng hồ đo lưu lượng thể tích, dụng cụ đo hiệu áp.

Năng suất Q_{cor} chỉ là năng suất hiệu chỉnh cần thiết khi nhiệt độ bề mặt ngoài của bình ngưng lệch khỏi nhiệt độ môi trường. Năng suất hiệu chỉnh xác định theo công thức (3).

$$Q_{cor} = u \cdot A (t_m - t_{amb}) \quad (3)$$

Trong đó

u là hệ số truyền nhiệt tổng giữa bề mặt vỏ ngoài bình ngưng với không khí xung quanh (bên trong vỏ ngoài là có chất lỏng lưu thông);

Bởi vì năng suất Q_{cor} chỉ là năng suất hiệu chỉnh nên có thể lấy gần đúng như sau:

$u = 7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nếu bình ngưng không được cách nhiệt và không được lắp đặt phía ngoài nhà;

A là diện tích bề mặt của bình ngưng tiếp xúc với môi trường không khí xung quanh;

t_m là nhiệt độ trung bình của bề mặt ngoài bình ngưng, nó được dùng để tính hiệu chỉnh, và được coi là bằng nhiệt độ của chất lỏng lưu thông ở mặt trong của vỏ ngoài của bình ngưng;

t_{amb} là nhiệt độ của môi trường không khí xung quanh.

Q_{cor} có thể là dương hoặc âm. Bởi vì nó được xác định một cách tương đối, nên nó có giá trị bé hơn nhiều so với các năng suất khác. Bởi vậy, nó không được vượt sai số cho phép tối đa cho trong 10.4.1.

Có thể cách nhiệt cho bình ngưng nếu cần; trong trường hợp này, giá trị u được xác định gần đúng theo công thức (4) cho truyền nhiệt qua vách phẳng:

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda} \quad (4)$$

Trong đó

$\alpha = 7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ là hệ số tỏa nhiệt gần đúng

δ và λ là độ dày cách nhiệt và hệ số dẫn nhiệt của vật liệu cách nhiệt ở điều kiện vận hành.

8.1.1.2.3 Nếu có bình quá lạnh lắp phía sau bình ngưng thì tốt nhất là cân bằng nhiệt luôn cho cả hai.

8.1.1.2.4 Do độ không đảm bảo của phép cân bằng nhiệt ngoài cho dàn ngưng tưới là quá cao, phép cân bằng nhiệt sẽ được thiết lập cho một bộ phận khác của mạch lạnh, thông thường chỉ cho bình quá lạnh. Bởi vậy, nên cung cấp các điểm đo nhiệt độ cần thiết trên bình quá lạnh. Trong khi cần phải tính đến độ không đảm bảo đo, lưu lượng thể tích của chất tải nhiệt sẽ bị giới hạn như tạo ra một hiệu nhiệt độ tối thiểu là 5 K giữa cửa vào và cửa ra của bình quá lạnh.

Xem xét dung sai cho trong Điều 9, phương pháp này yêu cầu một dụng cụ đo đặc biệt chính xác. Yêu cầu thêm nữa là phải đảm bảo rằng môi chất lạnh lỏng là hoàn toàn không chứa bọt ở cửa vào của bình quá lạnh. Thông thường yêu cầu cửa vào đó phải có quá lạnh 2 K. Nếu bình quá lạnh không vận hành với nước mà vận hành với lưu chất tải nhiệt, thì cần đến dữ liệu chính xác về nhiệt dung riêng của lưu chất đó.

8.1.1.3 Xác định lưu lượng khối lượng môi chất lạnh bằng lưu lượng kế

Sử dụng lưu lượng kế hoàn toàn có thể xác định được khối lượng của môi chất lạnh cho cả pha lỏng và pha hơi theo Điều 7, nếu đường ống được trang bị thiết bị chống xung động hoặc dòng chảy không bị xung động và cung cấp các giá trị đo không bị sai lệch bởi lượng dầu bôi trơn quá lớn.

8.1.2 Năng suất lạnh tinh của chất tải lạnh lỏng

Rất thiết thực khi xác định năng suất lạnh tinh từ dòng lưu chất tải lạnh.

Phương pháp đo dựa trên công thức (5):

$$Q_{on} = m_K \cdot c_K \cdot \Delta t_K + Q_{cor} \quad (5)$$

Lưu lượng chất tải lạnh khối lượng m_K được xác định bằng các phương pháp thông dụng, như bình đo, dụng cụ đo độ chênh áp, lưu lượng kế thể tích ở điểm vào hoặc điểm ra của bình sôi.

Các giá trị của nhiệt dung riêng c_K đối với chất tải lạnh có thể nhận được từ nhà sản xuất.

Mức sụt nhiệt độ Δt_K của chất tải lạnh giữa cửa vào và cửa ra của bình sôi ít nhất phải là 5 K. Do đó, phương pháp này không thể áp dụng nếu sự khác biệt đó không phù hợp hoặc không thể thực hiện được với dữ liệu đã cho.

Năng suất hiệu chỉnh Q_{cor} thường là giá trị hiệu chỉnh nhỏ và do đó có thể được xác định gần đúng, tuy nhiên độ không đảm bảo đo cần được tính đến (xem Điều 10). Năng suất hiệu chỉnh này bao gồm:

- đương lượng nhiệt của năng lượng hấp thụ bởi các thiết bị phụ đặt giữa các điểm đo trong vòng tuần hoàn chất tải lạnh (như bơm tuần hoàn, máy khuấy);
- dòng nhiệt Q'_{cor} được dùng khi chất tải lạnh trong bình sôi không được cách nhiệt hoàn toàn đối với không khí môi trường xung quanh. Có thể tính theo công thức (6):

$$Q'_{cor} = u \cdot A (t_{amb} - t_m) \quad (6)$$

Trong đó

u là hệ số truyền nhiệt tổng giữa không khí xung quanh và chất tải lạnh; có thể tính hệ số u theo công thức (4);

TCVN 6307:2023

A là diện tích bề mặt ngoài của bình sôi tiếp xúc với không khí xung quanh;

t_m là nhiệt độ trung bình, được tính bằng:

- trung bình cộng của các nhiệt độ tại cửa vào và ra của chất tải lạnh đối với các thiết bị có tuần hoàn cưỡng bức (trao đổi nhiệt thuận dòng và ngược dòng v.v.).
- nhiệt độ tại cửa ra của bình nước muối có máy khuấy tương đối mạnh.

t_{amb} là nhiệt độ môi trường xung quanh.

Cần rất chú ý là Q'_{cor} chỉ liên quan tới dòng nhiệt của không khí xung quanh tác động đến chất tải lạnh đang được làm lạnh mà không liên quan tới dòng nhiệt của không khí xung quanh tác động đến môi chất lạnh. Khi xảy ra tác dụng nhiệt của không khí xung quanh đối với môi chất lạnh, chẳng hạn như môi chất lạnh tiếp xúc với các thành ngoài của bình sôi, thì tác dụng này không được tính đến trong tính toán năng suất lạnh tinh theo như định nghĩa (xem 3.2).

8.1.3 Năng suất lạnh hữu ích

8.1.3.1 Quy định chung

Cần thiết để xác định năng suất lạnh hữu ích, như đối với năng suất lạnh tinh, từ lưu lượng của chất tải lạnh, trong khi đó bỏ qua năng suất hiệu chỉnh Q_{cor} theo 8.1.2.

Trong đó phép đo được thực hiện ở phía của dòng khí được làm lạnh, ví dụ: khí của quá trình công nghệ áp suất cao, khi tính toán năng suất lạnh phải tính đến hiệu ứng Joule-Thompson gây ra do sụt áp, phụ thuộc vào loại khí.

8.1.3.2 Phép đo trực tiếp

Phép đo tuân theo phương pháp mô tả ở 8.1.2 trong khi tính đến những hiệu chỉnh theo 8.1.2.

8.1.3.3 Phép đo nhiệt lượng kế

Phương pháp này dùng để đo năng suất lạnh hữu ích đối với môi trường lạnh và được sử dụng khi không có được điều kiện ổn định trong thử nghiệm. Nguồn nhiệt tự nhiên sẽ được thay thế bằng nguồn nhiệt nhân tạo, nếu cần. Nguồn nhiệt có thể bao gồm như hơi nước, nước nóng, điện. Sau đó, dòng nhiệt cấp bởi nguồn nhiệt nhân tạo được đo và nó tương ứng với năng suất lạnh hữu ích.

8.2 Các phương pháp gián tiếp

8.2.1 Quy định chung

Các phương pháp gián tiếp được khuyến dùng cho các trường hợp khi mà các phương pháp trực tiếp là không khả thi hoặc không chính xác bằng phương pháp gián tiếp hoặc khi áp dụng để chứng minh cho phương pháp trực tiếp.

8.2.2 Xác định năng suất lạnh tổng bằng máy nén đã hiệu chuẩn

Đây là phương tiện thử nghiệm để xác định công suất hấp thụ bởi máy nén (công suất máy nén), thường được thực hiện trước khi lắp đặt máy nén vào hệ thống lạnh ở cơ sở sản xuất trong các điều kiện đại

diện cho những điều kiện vận hành sau này, đặc biệt liên quan đến nhiệt độ bay hơi và ngưng tụ. Năng suất lạnh tổng có thể xác định được bằng cách nhân công suất hấp thụ với hiệu entanpy dùng để tính năng suất lạnh tổng theo 3.1 và chia cho hiệu entanpy dùng để tính công suất hấp thụ.

Lưu lượng khối lượng môi chất lạnh được xác định bằng thử nghiệm máy nén trên giàn thử năng suất lạnh máy nén. Với mục đích này, các điều kiện thử nghiệm phải tuân thủ chặt chẽ nhất có thể với các điều kiện vận hành trong hệ thống. Bất kỳ sai lệch nào giữa điều kiện vận hành trong phép đo năng suất của máy nén ở cơ sở chế tạo với các điều kiện trong phép đo trên hệ thống lạnh sẽ được tính tới theo Điều 11. Năng suất lạnh tổng được xác định theo 8.1.

Khi máy nén đã được thử nghiệm tại cơ sở sản xuất với một loại khí khác, ví dụ như ni tơ, và ở điều kiện khác nhiều so với điều kiện thử hệ thống, một phương pháp chuyển đổi sẽ được thỏa thuận. Sử dụng phép tái tính toán dựa trên mô tả của nhà sản xuất hoặc kinh nghiệm riêng, lưu lượng khối lượng môi chất lạnh và công suất hấp thụ có thể được xác định với dữ liệu của nhà sản xuất. Độ không đảm bảo của phương pháp này là cao hơn, so với phương pháp đã mô tả ở trên.

8.2.3 Xác định năng suất lạnh tinh

Bằng cách xác định các tổn thất do cách nhiệt giữa van điều chỉnh và cửa vào máy nén, cũng có thể tính được năng suất lạnh tinh theo 8.1.2 qua xác định năng suất lạnh tổng theo 8.1.1.

8.2.4 Xác định năng suất lạnh hữu ích

Năng suất lạnh hữu ích có thể xác định từ năng suất lạnh tinh theo 8.2.3 khi tính đến các hiệu chỉnh theo 8.1.2.

8.2.5 Xác định năng suất lạnh tổng từ cân bằng năng lượng chung

Phương pháp này là một trong các phương pháp chỉ như một quy trình để xác minh phép đo trực tiếp.

Trường hợp xảy ra sai lệch đáng kể trong bảng cân đối thì phải điều tra nguyên nhân tương ứng.

Đối với một hệ thống lạnh có van dẫn nở và bình ngưng làm mát bằng nước, không có bay hơi nước, phương trình cân bằng được xây dựng theo công thức (7).

$$Q_{og} = Q_I + Q_{II} + Q_{III} - P + Q_{IV} \quad (7)$$

hoặc trong máy nén một cấp, theo công thức (8):

$$Q_{og} = \frac{h_1 - h_5}{h_2 - h_1} (P - Q_{II} - Q_{IV}) \quad (8)$$

Trong đó

Q_I là dòng nhiệt thải vào nước và không khí xung quanh trong bình ngưng tụ và bình quá lạnh;

Q_{II} là dòng nhiệt thải vào nước làm mát từ máy nén, và trong các bình làm mát trung gian đối với hệ thống nhiều cấp nén;

Q_{III} là dòng nhiệt truyền từ các đường ống xả giữa cửa xả máy nén và cửa vào bình ngưng, gồm

cả bình tách dầu;

P là công suất hấp thụ trên trục máy nén hoặc đo trên hộp đấu điện động cơ;

Q_{IV} là dòng nhiệt tỏa ra từ máy nén, kể cả bình làm mát dầu và thiết bị phụ, không bao gồm trong Q_{II} .

Tỷ số $Q_o/(h_1 - h_5)$ là bằng lưu lượng khối lượng trung bình của môi chất lạnh m_R .

Do Q_{II} , Q_{III} , Q_{IV} là các dòng nhiệt hiệu chỉnh, nên chúng có thể được xác định gần đúng; tuy nhiên điều này không được áp dụng cho các máy nén có bình làm mát dầu.

9 Xác định công suất truyền động

9.1 Công suất do máy nén hấp thụ

9.1.1 Công suất hấp thụ đo trên trục máy nén (ở hộp đấu điện của động cơ)

9.1.1.1 Phương pháp trực tiếp đo tốc độ trục khuỷu máy nén và momen xoắn

9.1.1.2 Các phương pháp gián tiếp

a) Công suất điện lấy từ công suất đo được tại các đầu nối điện của động cơ hoặc tại các đầu nối điện đầu vào của bộ biến tần; tương ứng. Hiệu chỉnh cho hiệu suất động cơ có thể được áp dụng nếu cần.

b) Các loại công suất khác lấy từ tiêu thụ nhiên liệu của động cơ (đốt trong) với điều kiện hiệu quả của nó được biết. Hiệu suất của chuyển tiếp công suất, ví dụ như bánh đai, bánh răng cần được tính vào nếu có.

c) Đối với máy nén động học, ưu tiên lấy từ cân bằng năng lượng. Vì mục đích này, lưu lượng khối lượng và hiệu entanpy của môi chất lạnh qua máy nén, của chất làm mát (nước) máy nén, cũng như nước làm mát dầu bôi trơn cần được xác định. Nhiệt truyền vào môi trường cũng sẽ được tính đến. Trong trường hợp có thiết kế máy nén khác, phương pháp này chỉ được khuyến nghị cho mục đích xác minh.

9.1.2 Nhu cầu công suất ở trục của động cơ tương ứng với phương pháp được chỉ ra ở 9.1.1.1, trong đó hiệu suất công suất chuyển tiếp, như bánh đai, bánh răng, sẽ được tính đến một cách thích hợp.

9.1.3 Xác định công suất của động cơ điện bằng cách xác định công suất hấp thụ ở hộp đấu dây.

9.1.4 Xác định nhu cầu công suất của các thiết bị ngoại vi bằng cách xác định công suất điện hấp thụ theo 9.1.3.

10 Độ không đảm bảo đo

10.1 Đối với mỗi giá trị đo, độ không đảm bảo đo tương ứng với phương pháp đo riêng phải được chỉ ra. Về cơ sở lý thuyết xem TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3).

10.2 Giá trị độ không đảm bảo đo biểu thị dưới đây thể hiện độ không đảm bảo đo mở rộng với khoảng tin cậy là 95 % tương ứng với hai lần độ lệch chuẩn.

10.3 Kết quả thử năng suất lạnh và công suất hấp thụ là chủ thể của độ không đảm bảo đo. Điều này được tính toán từ độ không đảm bảo đo đơn lẻ của tất cả các giá trị đo được yêu cầu theo "luật lan truyền độ không đảm bảo đo".

10.4 Độ không đảm bảo đo tổng (overall)

10.4.1 Các giá trị thu được bằng sử dụng các phương pháp đã mô tả đối với năng suất lạnh.

Điều	Độ không đảm bảo đo tổng	Phương pháp
8.1.1.2	$\pm 6 \%$	Cân bằng nhiệt ở bình ngưng
8.1.1.2.3	$\pm 6 \%$	Cân bằng nhiệt ở bình ngưng và quá lạnh lỏng
8.1.1.2.4	$\pm 9 \%$	Cân bằng nhiệt ở bình quá lạnh lỏng
8.1.1.2	$\pm 7 \%$	Lưu lượng khối lượng của môi chất lạnh
8.1.2	$\pm 7 \%$	Lưu lượng khối lượng của chất tải lạnh
8.1.3.3	$\pm 7 \%$	Phép đo nhiệt lượng
8.2.5	$\pm 10 \%$	Cân bằng năng lượng chung

10.4.2 Đối với công suất hấp thụ dùng các phương pháp đã mô tả ở trên $\pm 5 \%$.

10.5 Độ không đảm bảo đo tổng biểu thị ở 10.4 đề cập đến các phép đo ở hiện trường lắp đặt. Các phép đo trên giàn thử nghiệm có thể dẫn đến độ không đảm bảo đo nhỏ hơn đáng kể và chúng sẽ được xác định cho mỗi trường hợp riêng lẻ.

10.6 Nếu các độ không đảm bảo đo tổng đã biểu thị này bị vượt quá, nguyên nhân tương ứng phải được điều tra làm rõ. Trường hợp có sai lệch lớn hơn, nên tiến hành các phép đo mới trong các điều kiện thuận lợi hơn.

11 Kết quả, chuyển đổi sang các giá trị được đảm bảo

11.1 Trung bình cộng của các giá trị tức thời ghi được trong quá trình thử là đại diện cho giá trị sẽ được lấy làm kết quả cho đại lượng được đo.

11.2 Đối với các đại lượng kết hợp, giá trị trung bình theo 11.1 sẽ được sử dụng trong công thức.

11.3 Khi các giá trị của đại lượng được đo của 10.4, giá trị trung bình của hai phép thử thực hiện đồng thời hoặc liên tiếp nhau sẽ được sử dụng, nếu khác biệt giữa hai kết quả không vượt quá 10 % giá trị dưới.

11.4 Mỗi báo cáo thử bao gồm các thông tin sau:

- a) các số liệu thử theo 5.2;
- b) các phương pháp thử được sử dụng;
- c) các giá trị đo thu được;
- d) tính toán các năng suất lạnh được đo;

TCVN 6307:2023

- e) xác định độ không đảm bảo đo;
- f) nguồn tham chiếu của tính chất vật liệu áp dụng;
- g) các quan sát trong quá trình thử nghiệm ảnh hưởng đến kết quả.

11.5 Bất cứ khi nào các điều kiện vận hành trong phép thử tính năng lệch khỏi các điều kiện đã thỏa thuận theo 5.3 cho mục đích bảo hành, các giá trị đo được phải được chuyển thành các điều kiện bảo hành. Với mục đích đó, nhiệt độ sôi và ngưng tụ cũng như nhiệt độ quá lạnh lỏng phải được tính đến. Do đó, trong phạm vi sai lệch cho phép được thỏa thuận theo 5.3.4, giả thiết là hiệu suất đẳng entropy η_i , lưu lượng thể tích hút của máy nén và các dòng nhiệt Q_I đến Q_{IV} ra môi trường không thay đổi.

12 Tính chất vật liệu

- 12.1** Nguồn tính chất vật liệu áp dụng cần được chỉ rõ.
- 12.2** Trong suốt quá trình chạy thử, phải sử dụng cùng một nguồn.

Tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3), *Độ không đảm bảo đo – Phần 3: Hướng dẫn trình bày độ không đảm bảo đo (GUM:1995)*
-