

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7328-2 : 2003

ISO 13256-2 : 1998

**BƠM NHIỆT NGUỒN NƯỚC -
THỬ VÀ ĐÁNH GIÁ TÍNH NĂNG
PHẦN 2: BƠM NHIỆT NƯỚC-NƯỚC VÀ NƯỚC MUỐI-NƯỚC**

Water-source heat pumps - Testing and rating for performance

Part 2: Water-to-water and brine-to-water heat pumps

HÀ NỘI – 2008

Lời nói đầu

TCVN 7328-2 : 2003 hoàn toàn tương đương với ISO 13256-2 : 1998.

TCVN 7328-2 : 2003 do Ban kĩ thuật TCVN/TC 86 *Máy lạnh* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng xét duyệt, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

Tiêu chuẩn này được chuyển đổi năm 2008 từ Tiêu chuẩn Việt Nam cùng số hiệu thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

Bơm nhiệt nguồn nước - Thử và đánh giá tính năng - Phần 2: Bơm nhiệt nước-nước và nước muối-nước

Water-source heat pumps - Testing and rating for performance

Part 2: Water-to-water and brine-to-water heat pumps

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này qui định các chuẩn mực thử nghiệm và đánh giá tính năng của bơm nhiệt nước - nước và nước muối - nước kiểu nén cơ khí, chạy điện được sản xuất tại nhà máy, dùng cho nhà ở, trong thương mại và công nghiệp. Các yêu cầu cho thử nghiệm và đánh giá được nêu trong tiêu chuẩn này dựa trên cơ sở sử dụng các cụm thích hợp của bơm nhiệt.

1.2 Trang bị được thiết kế để đánh giá cho một thiết bị trong tiêu chuẩn này có thể không thích hợp cho đánh giá tất cả các thiết bị được nêu trong tiêu chuẩn này.

1.3 Tiêu chuẩn này không áp dụng cho thử nghiệm và đánh giá các cụm độc lập được sử dụng tách biệt hoặc cho các thiết bị có hai hoặc nhiều cụm trong nhà được nối với một cụm ngoài nhà. Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các bơm nhiệt được nêu trong TCVN 6576:1999 (ISO 5151), TCVN 6577:1999 (ISO 13253) hoặc TCVN 7328-1: 2003 (ISO 13256-1).

CHÚ THÍCH - Sau đây các thuật ngữ "thiết bị" hoặc "bơm nhiệt" được dùng thay cho các thuật ngữ "bơm nhiệt nước - nước" hoặc "bơm nhiệt nước muối-nước" và thuật ngữ "chất lỏng" được dùng thay cho "nước" hoặc "nước muối".

2 Tiêu chuẩn trích dẫn

ISO 817 Refrigerant - Number designation (Môi chất lạnh - Ký hiệu bằng số).

3 Định nghĩa

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

3.1 Bơm nhiệt nước-nước và bơm nhiệt nước muối-nước (water-to-water and brine-to-water pump): Bơm nhiệt gồm một hoặc nhiều cụm được chế tạo ở nhà máy, thường gồm một bộ trao đổi nhiệt môi chất lạnh - nước trong nhà, máy nén và một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt môi chất lạnh - nước

TCVN 7328-2: 2003

hoặc môi chất lạnh-nước muối phía ngoài nhà bao gồm cả các phương tiện để gián tiếp tạo ra cả hai chức năng làm lạnh và sưởi, chỉ làm lạnh hoặc chỉ để sưởi.

CHÚ THÍCH

1 Khi thiết bị này có nhiều hơn một cụm, các cụm riêng biệt cần được thiết kế để sử dụng cùng nhau.

2 Thiết bị này cũng có thể có các chức năng như gia nhiệt nước vệ sinh.

3.1.1 Bơm nhiệt vòng nước (water - loop heat pump application): Bơm nhiệt nước - nước sử dụng nước tuần hoàn trong một vòng ống thông dụng vận hành như một nguồn nhiệt/ tiêu nhiệt.

CHÚ THÍCH - Nhiệt độ của vòng nước thường được điều khiển bằng cơ khí trong phạm vi nhiệt độ từ 15°C đến 40°C.

3.1.2 Bơm nhiệt nước bề mặt (ground - water heat pump application): Bơm nhiệt nước - nước sử dụng nước được bơm lên từ giếng, hồ hoặc sông vận hành như một nguồn nhiệt/ tiêu nhiệt.

CHÚ THÍCH - Nhiệt độ của nước có liên quan đến điều kiện khí hậu và có thể thay đổi từ 5°C đến 25°C đối với các giếng sâu.

3.1.3 Bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất (ground - loop heat pump application): Bơm nhiệt nước muối – nước sử dụng dung dịch nước muối tuần hoàn trong một vòng ống dưới mặt đất vận hành như một nguồn nhiệt / tiêu nhiệt.

CHÚ THÍCH

1 Vòng trao đổi nhiệt có thể đặt trong hố nằm ngang hoặc thẳng đứng hoặc nhúng chìm dưới mặt nước.

2 Nhiệt độ của nước muối có liên quan đến điều kiện khí hậu và có thể thay đổi từ -5°C đến 40°C.

3.2 Năng suất lạnh (cooling capacity): Tổng lượng nhiệt hiện mà thiết bị có thể lấy đi được từ nước dùng để điều hoà không gian trong nhà trong khoảng thời gian xác định, tính bằng watt (W), khi được xác định bằng các phương pháp thử quy định.

3.3 Năng suất lạnh hiệu dụng (net cooling capacity): Năng suất lạnh có lượng điều chỉnh công suất bơm phía trong phòng (xem 4.1.2).

3.4 Năng suất sưởi (heating capacity): Tổng lượng nhiệt mà thiết bị có thể bổ sung thêm vào không gian được điều hoà trong khoảng thời gian xác định, tính bằng oát (W), khi được xác định bằng các phương pháp thử quy định.

3.5 Năng suất sưởi hiệu dụng (net heating capacity): Năng suất sưởi có tính cả công suất quạt (xem 4.1.2).

3.6 Điện áp danh định (rated voltage): Điện áp được ghi trên biển hiệu của thiết bị, theo đơn vị volt (V).

3.7 Tần số danh định (rated frequency): Tần số được ghi trên biển hiệu của thiết bị, theo đơn vị hertz (Hz).

3.8 Hệ số lạnh (hiệu suất năng lượng) (EER), (energy efficiency ratio): Tỷ số giữa năng suất lạnh tổng và công suất hiệu dụng đầu vào ở các điều kiện đánh giá đã cho, tính bằng watt/watt (W/W).

3.9 Hiệu suất nhiệt (COP), (coefficient of performance): Tỷ số giữa năng suất sưởi và công suất hiệu dụng đầu vào của thiết bị ở các điều kiện đánh giá đã cho, tính bằng watt/watt (W/W).

3.10 Công suất hiệu dụng đầu vào (effective power input): Công suất điện trung bình vào thiết bị trong khoảng thời gian xác định, theo đơn vị watt (W), là tổng của:

- công suất đầu vào để vận hành máy nén không kể đến các bộ phận gia nhiệt bổ sung dùng điện,
- công suất đầu vào của toàn bộ các bộ phận điều chỉnh (khống chế) và an toàn của thiết bị, và,
- công suất đầu vào có tỷ lệ của các bộ phận vận chuyển để tải chất truyền nhiệt chỉ qua bơm nhiệt (ví dụ, quạt, bơm phía trong hoặc ngoài nhà được điện cung cấp cùng với thiết bị hoặc không) (xem 4.1.2 và 4.1.3).

4 Điều kiện đánh giá và thử nghiệm

4.1 Điều kiện đánh giá cho xác định năng suất

4.1.1 Các chỉ tiêu đánh giá tiêu chuẩn

Các chỉ tiêu đánh giá tiêu chuẩn phải được xác lập ở các điều kiện đánh giá tiêu chuẩn quy định trong 4.2, khi sử dụng quy trình thử mô tả trong điều 6. Các chỉ tiêu đánh giá tiêu chuẩn có liên quan đến các năng suất lạnh và sưởi phải là các giá trị hiệu dụng, bao gồm ảnh hưởng của nhiệt tuần hoàn bằng bơm nhưng không bao gồm nhiệt bổ sung. Các chỉ tiêu đánh giá năng suất tiêu chuẩn phải dựa trên công suất hiệu dụng đầu vào như đã định nghĩa trong 3.10.

4.1.2 Công suất đầu vào bơm chất lỏng phía trong nhà

4.1.2.1 Nếu không cung cấp bơm chất lỏng phía trong nhà cho bơm nhiệt thì lượng điều chỉnh công suất bơm được bao gồm trong công suất hiệu dụng do bơm nhiệt tiêu thụ sẽ được xác định theo công thức:

$$\phi_{pai} = \frac{q \times \Delta p}{\eta}$$

trong đó

ϕ_{pai} là lượng điều chỉnh công suất bơm trong nhà, W;

$\eta = 0,3 \times 10^3$, theo quy ước;

Δp là hiệu áp suất tĩnh bên trong phía trong nhà, Pa;

q là lưu lượng chất lỏng danh nghĩa phía trong nhà, l/s.

Giá trị này phải được cộng vào năng suất sưởi và trừ đi từ năng suất lạnh.

TCVN 7328-2: 2003

4.1.2.2 Nếu bơm chất lỏng phía trong nhà là một phần không tách rời của bơm nhiệt thì chỉ có phần công suất bơm yêu cầu để khắc phục sức cản bên trong mới được bao gồm trong công suất hiệu dụng đầu vào của bơm nhiệt. Phần công suất được loại trừ khỏi công suất tổng do bơm tiêu thụ phải được tính toán theo công thức sau:

$$\phi_{pai} = \frac{q \times \Delta p}{\eta}$$

trong đó

ϕ_{pai} là lượng điều chỉnh công suất bơm trong nhà, W;

$\eta = 0,3 \times 10^3$, theo quy ước;

Δp là hiệu áp suất tĩnh bên trong phía trong nhà, Pa;

q là lưu lượng chất lỏng danh nghĩa phía trong nhà, l/s.

Giá trị này phải được trừ đi khỏi năng suất sưởi và cộng vào năng suất lạnh.

4.1.3 Công suất đầu vào của bơm chất lỏng phía ngoài nhà

4.1.3.1 Nếu bơm nhiệt không được trang bị bơm chất lỏng phía ngoài nhà, lượng điều chỉnh công suất bơm được bao gồm trong công suất hiệu dụng do bơm nhiệt tiêu thụ, được xác định theo công thức:

$$\phi_{pao} = \frac{q \times \Delta p}{\eta}$$

trong đó

ϕ_{pao} là lượng điều chỉnh công suất bơm, ngoài nhà đo được W;

$\eta = 0,3 \times 10^3$, theo quy ước;

Δp là hiệu áp suất tĩnh bên trong phía ngoài nhà đo được, Pa;

q là lưu lượng chất lỏng danh nghĩa phía ngoài nhà, l/s.

4.1.3.2 Nếu bơm chất lỏng phía ngoài nhà là một phần không tách rời của bơm nhiệt thì chỉ có phần công suất bơm yêu cầu để khắc phục sức cản bên trong mới được bao gồm trong công suất hiệu dụng đầu vào của bơm nhiệt. Phần công suất được loại trừ khỏi công suất tổng do bơm tiêu thụ phải được tính toán theo công thức sau:

$$\phi_{pao} = \frac{q \times \Delta p}{\eta}$$

trong đó

ϕ_{pao} là lượng điều chỉnh công suất bơm, ngoài nhà W;

$\eta = 0,3 \times 10^3$, theo quy ước;

Δp là hiệu áp suất tĩnh bên ngoài phía ngoài nhà đo được, Pa;

q là lưu lượng chất lỏng danh nghĩa, l/s.

4.1.4 Lưu lượng chất lỏng

4.1.4.1 Tất cả các chỉ tiêu đánh giá tiêu chuẩn phải được xác định ở lưu lượng chất lỏng được quy định dưới đây, biểu thị bằng lít/giây.

4.1.4.2 Bơm nhiệt có trang bị bơm chất lỏng phải được thử ở lưu lượng chất lỏng do nhà sản xuất quy định hoặc lưu lượng thu được ở hiệu áp suất tính bên ngoài zero (0) chọn lưu lượng nào nhỏ hơn.

4.1.4.3 Bơm nhiệt không được trang bị bơm chất lỏng phải được thử ở lưu lượng do nhà sản xuất quy định

4.1.4.4 Nhà sản xuất phải quy định một lưu lượng chất lỏng duy nhất cho phía trong nhà và một lưu lượng chất lỏng duy nhất cho phía ngoài nhà cho tất cả các thử nghiệm yêu cầu trong tiêu chuẩn này trừ khi thiết bị có điều chỉnh tự động lưu lượng chất lỏng. Một tín hiệu điều chỉnh riêng biệt cho mỗi cấp (bậc) lưu lượng chất lỏng phải được xem là một tín hiệu điều chỉnh tự động.

4.1.5 Yêu cầu đối với các cụm riêng

Trong trường hợp bơm nhiệt bao gồm các cụm riêng thích hợp, phải theo trình tự lắp đặt sau:

- a) mỗi tuyến ống môi chất lạnh phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất với chiều dài lớn nhất hoặc chiều dài 7,5 m, chọn chiều dài nào ngắn hơn. Nếu hệ thống ống được nối mạng là một bộ phận cấu thành của thiết bị và không nên cắt chiều dài ống thì thiết bị phải được thử với chiều dài toàn thể của đường ống;
- b) đường ống dẫn phải được lắp đặt không có chênh lệch đáng kể về độ cao (không lớn hơn 2 m).

4.1.6 Yêu cầu đối với bơm nhiệt có điều chỉnh năng suất.

4.1.6.1 Phải sử dụng các điều kiện chất tải từng phần các thử nghiệm đánh giá ở các mức hoặc bậc năng suất nhỏ hơn năng suất lớn nhất.

4.1.6.2 Bơm nhiệt có các bậc điều chỉnh năng suất cố định phải được đánh giá tại mỗi bậc năng suất. Bơm nhiệt có điều chỉnh năng suất thay đổi phải được đánh giá tại không ít hơn hai mức năng suất, năng suất nhỏ nhất và năng suất lớn nhất.

4.1.7 Chất lỏng thử

4.1.7.1 Chất lỏng thử đối với phía trong nhà của tất cả các bơm nhiệt phải là nước.

4.1.7.2 Chất lỏng thử đối với phía ngoài nhà của bơm nhiệt vòng nước và bơm nhiệt nước bề mặt phải là nước.

4.1.7.3 Chất lỏng thử đối với phía ngoài nhà của bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất phải là dung dịch 15% theo khối lượng của natri clorua (muối ăn) trong nước.

4.1.7.4 Chất lỏng thử không được chứa khí (gas) để bảo đảm cho kết quả đo không bị ảnh hưởng bởi sự có mặt của khí.

4.2 Điều kiện thử đánh giá theo tiêu chuẩn và đánh giá theo chất tải từng phần

4.2.1 Điều kiện thử để xác định năng suất lạnh theo tiêu chuẩn và năng suất lạnh theo chất tải từng phần được quy định trong bảng 1.

4.2.2 Điều kiện thử để xác định năng suất sưởi theo tiêu chuẩn và năng suất sưởi theo chất tải từng phần được quy định trong bảng 2.

4.2.3 Bơm nhiệt dùng cho một ứng dụng (thiết bị) riêng phải được đánh giá ở điều kiện quy định cho ứng dụng đó, ví dụ, vòng nước, nước bề mặt hoặc vòng chất lỏng dưới mặt đất và phải được nhận diện cùng với các ứng dụng này (nghĩa là bơm nhiệt vòng nước, bơm nhiệt nước bề mặt hoặc bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất). Các bơm nhiệt dùng cho hai hoặc ba ứng dụng phải được đánh giá ở các điều kiện quy định cho mỗi một trong các ứng dụng này và cũng được nhận diện theo các ứng dụng này (xem 7.3).

4.2.4 Đối với mỗi thử nghiệm, thiết bị phải được vận hành liên tục tới khi đạt được trạng thái cân bằng nhưng không ít hơn một giờ trước khi ghi số liệu thử năng suất. Số liệu phải được ghi trong 30 phút và cứ 5 phút ghi một lần tới khi đạt được 7 bộ số liệu ghi liên tiếp trong phạm vi dung sai quy định trong 6.4. Các giá trị trung bình của các số liệu này phải được dùng để tính toán các kết quả thử.

Bảng 1 - Điều kiện thử để xác định năng suất lạnh

	Bơm nhiệt vòng nước	Bơm nhiệt nước bề mặt	Bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất
Chất lỏng vào phía trong nhà	12°C	12°C	12°C
Gió bao quanh thiết bị, bầu khô	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C
<u>Thử đánh giá theo tiêu chuẩn</u>			
Chất lỏng vào bộ trao đổi nhiệt	30°C	15°C	25°C
<u>Thử đánh giá chất tải từng phần</u>			
Chất lỏng vào bộ trao đổi nhiệt	30°C	15°C	20°C
Tần số ^{a)}	Danh định	Danh định	Danh định
Điện áp ^{b)}	Danh định	Danh định	Danh định

a) Thiết bị có 2 tần số danh định phải được thử ở mỗi tần số.

b) Thiết bị có 2 điện áp danh định phải được thử ở cả hai điện áp hoặc ở điện áp thấp hơn trong 2 điện áp nếu chỉ công bố một năng suất lạnh.

Bảng 2 - Điều kiện thử để xác định năng suất sưởi

	Bơm nhiệt vòng nước	Bơm nhiệt nước bề mặt	Bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất
Chất lỏng vào phía trong nhà	40°C	40°C	40°C
Gió bao quanh thiết bị, bầu khô	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C
<u>Thử đánh giá theo tiêu chuẩn</u> Chất lỏng vào bộ trao đổi nhiệt phía trong nhà	20°C	10°C	0°C
<u>Thử đánh giá chất tải từng phần</u> Chất lỏng vào bộ trao đổi nhiệt	20°C	10°C	5°C
Tần số ^{a)}	Danh định	Danh định	Danh định
Điện áp ^{b)}	Danh định	Danh định	Danh định

a) Thiết bị có 2 tần số danh định phải được thử ở mỗi tần số.

b) Thiết bị có 2 điện áp danh định phải được thử ở cả hai điện áp hoặc ở điện áp thấp hơn trong 2 điện áp nếu chỉ công bố một năng suất sưởi.

5 Yêu cầu về tính năng

5.1 Yêu cầu chung

5.1.1 Để tuân theo tiêu chuẩn này, các bơm nhiệt nước – nước và nước muối – nước phải được thiết kế và chế tạo sao cho bất kỳ thiết bị nào sản xuất ra cũng sẽ đáp ứng được các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

5.1.2 Đối với các bơm nhiệt có điều chỉnh năng suất, các thử nghiệm về tính năng phải được thực hiện ở năng suất lớn nhất.

5.2 Thử các điều kiện vận hành tối đa

5.2.1 Điều kiện thử

Thử các điều kiện vận hành tối đa phải được thực hiện đối với làm lạnh và sưởi ở các điều kiện thử được xác lập cho các ứng dụng riêng (xem 4.2.3) quy định trong bảng 3 và 4. Các bơm nhiệt dùng cho hai hoặc nhiều ứng dụng phải được thử ở các điều kiện nghiêm ngặt nhất quy định trong bảng 3 và 4.

5.2.2 Quy trình thử

5.2.2.1 Thiết bị phải được vận hành liên tục trong một giờ sau khi nhiệt độ quy định đã được xác lập tại mỗi mức điện áp quy định.

TCVN 7328-2: 2003

5.2.2.2 Thử nghiệm ở điện áp 110% phải được tiến hành trước thử nghiệm ở điện áp 90%.

5.2.2.3 Toàn bộ công suất thiết bị phải được cắt trong 3 phút trước khi kết thúc thử nghiệm trong một giờ ở điện áp 90% và sau đó phục hồi lại công suất trong một giờ .

Bảng 3 - Điều kiện thử làm lạnh tối đa

	Bơm nhiệt vòng nước	Bơm nhiệt nước bề mặt	Bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất
Chất lỏng ^{a)} vào phía trong nhà	30°C	30°C	30°C
Gió bao quanh thiết bị, bầu khô	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C
Chất lỏng ^{a)} vào bộ trao đổi nhiệt phía trong nhà	40°C	25°C	40°C
Tần số ^{b)}	Danh định	Danh định	Danh định
Điện áp	1) 90% và 110% điện áp danh định đối với thiết bị chỉ có 1 điện áp trên biển hiệu 2) 90% điện áp min và 110% điện áp max đối với thiết bị có 2 điện áp trên biển hiệu	1) 90% và 110% điện áp danh định đối với thiết bị chỉ có 1 điện áp trên biển hiệu 2) 90% điện áp min và 110% điện áp max đối với thiết bị có 2 điện áp trên biển hiệu	1) 90% và 110% điện áp danh định đối với thiết bị chỉ có 1 điện áp trên biển hiệu 2) 90% điện áp min và 110% điện áp max đối với thiết bị có 2 điện áp trên biển hiệu
a) Lưu lượng chất lỏng phải được xác định như trong 4.1.4.			
b) Thiết bị có 2 tần số phải được thử tại mỗi tần số.			

Bảng 4 - Điều kiện thử thổi tối đa

	Bơm nhiệt vòng nước	Bơm nhiệt nước bề mặt	Bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất
Chất lỏng ^{a)} vào phía trong nhà	50°C	50°C	50°C
Gió bao quanh thiết bị, bầu khô	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C
Chất lỏng ^{a)} vào bộ trao đổi nhiệt phía trong nhà	30°C	25°C	25°C
Tần số ^{b)}	Danh định	Danh định	Danh định
Điện áp	1) 90% và 110% điện áp danh định đối với thiết bị chỉ có 1 điện áp trên biển hiệu 2) 90% điện áp min và 110% điện áp max đối với thiết bị có 2 điện áp trên biển hiệu	1) 90% và 110% điện áp danh định đối với thiết bị chỉ có 1 điện áp trên biển hiệu 2) 90% điện áp min và 110% điện áp max đối với thiết bị có 2 điện áp trên biển hiệu	1) 90% và 110% điện áp danh định đối với thiết bị chỉ có 1 điện áp trên biển hiệu 2) 90% điện áp min và 110% điện áp max đối với thiết bị có 2 điện áp trên biển hiệu
a) Lưu lượng chất lỏng phải được xác định như trong 4.1.4.			
b) Thiết bị có 2 tần số phải được thử tại mỗi tần số.			

5.2.3 Yêu cầu về thử

Các bơm nhiệt phải đáp ứng yêu cầu sau khi vận hành ở điều kiện quy định trong bảng 3 và 4.

- Trong toàn bộ quá trình thử, thiết bị phải vận hành không có bất kỳ hỏng hóc nào.
- Trong giai đoạn thử được quy định trong 5.2.2.1, thiết bị phải vận hành liên tục không có sự ngắt của bộ phận quá tải động cơ hoặc của các cơ cấu bảo vệ khác.
- Trong giai đoạn thử được quy định trong 5.2.2.3, bộ phận để phòng quá tải động cơ có thể chỉ ngắt trong 5 phút vận hành đầu tiên sau giai đoạn cho thiết bị dừng trong 3 phút. Trong thời gian thử còn lại không có bộ phận để phòng quá tải nào của động cơ được ngắt. Đối với các mẫu (model) được thiết kế để không xảy ra sự phục hồi hoạt động trong 5 phút đầu tiên sau lần ngắt ban đầu, thiết bị có thể được duy trì ở trạng thái không hoạt động trong thời gian không vượt quá 30 phút. Sau đó thiết bị phải được vận hành liên tục trong thời gian còn lại của giai đoạn thử.

5.3 Thử các điều kiện vận hành tối thiểu

5.3.1 Điều kiện thử

Bơm nhiệt phải được thử ở các điều kiện thử vận hành tối thiểu để làm lạnh và sưởi ở các điều kiện thử được xác lập cho các ứng dụng riêng (xem 4.2.3) quy định trong các bảng 5 và 6. Các bơm nhiệt dùng

TCVN 7328-2: 2003

cho hai hoặc nhiều ứng dụng phải được thử ở các điều kiện nghiêm khắc nhất quy định trong các bảng 5 và 6.

5.3.2 Quy trình thử

Đối với thử làm lạnh vận hành tối thiểu, bơm nhiệt phải được vận hành liên tục trong khoảng thời gian không ít hơn 30 phút sau khi đã xác lập được điều kiện nhiệt độ quy định. Đối với thử sưởi vận hành tối thiểu, bơm nhiệt phải được ngâm 10 phút trong chất lỏng ở nhiệt độ quy định tuần hoàn qua giàn ống. Sau đó thiết bị phải được khởi động và vận hành liên tục trong 30 phút.

5.3.3 Yêu cầu về thử

Không có cơ cấu bảo vệ nào được ngắt trong các thử nghiệm này và không được xảy ra các hư hỏng đối với thiết bị.

5.4 Thử đổ mồ hôi trong vách ngăn

5.4.1 Điều kiện thử

Thử đổ mồ hôi trong vách ngăn phải được tiến hành ở chế độ làm lạnh trong các điều kiện thử được xác lập cho các ứng dụng riêng quy định trong bảng 7. Các bơm nhiệt dùng cho hai hoặc nhiều ứng dụng phải được thử ở các điều kiện nghiêm khắc nhất.

5.4.2 Qui trình thử

Sau khi xác lập được các điều kiện nhiệt độ quy định, bơm nhiệt phải được vận hành liên tục trong khoảng thời gian 4 giờ.

Bảng 5 - Điều kiện thử làm lạnh tối thiểu

	Bơm nhiệt vòng nước	Bơm nhiệt nước bề mặt	Bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất
Chất lỏng ^{a)} vào phía trong nhà	12°C	12°C	12°C
Gió bao quanh thiết bị, bầu khô	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C
Chất lỏng ^{a)} vào bộ trao đổi nhiệt phía trong nhà	30°C	15°C	25°C
Tần số ^{b)}	Danh định	Danh định	Danh định
Điện áp ^{c)}	Danh định	Danh định	Danh định

a) Lưu lượng chất lỏng phải được xác lập như trong 4.1.4.

b) Thiết bị có 2 tần số danh định phải được thử ở mỗi tần số.

c) Thiết bị có 2 điện áp danh định phải được thử ở điện áp thấp hơn trong 2 điện áp.

Bảng 6 - Điều kiện thử sương tối thiểu

	Bơm nhiệt vòng nước	Bơm nhiệt nước bề mặt	Bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất
Chất lỏng ^{a)} vào phía trong nhà	15°C	15°C	15°C
Gió bao quanh thiết bị, bầu khô	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C	15°C đến 30°C
Chất lỏng ^{a)} vào bộ trao đổi nhiệt phía trong nhà	15°C	5°C	-5°C
Tần số ^{b)}	Danh định	Danh định	Danh định
Điện áp ^{c)}	Danh định	Danh định	Danh định
a) Lưu lượng chất lỏng phải được xác lập như trong 4.1.4. b) Thiết bị có 2 tần số danh định phải được thử ở mỗi tần số. c) Thiết bị có 2 điện áp danh định phải được thử ở điện áp thấp hơn trong 2 điện áp.			

Bảng 7 - Điều kiện thử đổ mồ hôi trong vách ngăn

	Bơm nhiệt vòng nước	Bơm nhiệt nước bề mặt	Bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất
Chất lỏng ^{a)} vào phía trong nhà	12°C	12°C	12°C
Gió bao quanh thiết bị			
bầu khô	27°C	27°C	27°C
bầu ướt	24°C	24°C	24°C
Chất lỏng ^{a)} vào bộ trao đổi nhiệt phía trong nhà	20°C	10°C	10°C
Tần số ^{b)}	Danh định	Danh định	Danh định
Điện áp ^{c)}	Danh định	Danh định	Danh định
a) Lưu lượng chất lỏng phải được xác lập như trong 4.1.4. b) Thiết bị có 2 tần số danh định phải được thử ở mỗi tần số. c) Thiết bị có 2 điện áp danh định phải được thử ở điện áp thấp hơn trong 2 điện áp.			

5.4.3 Yêu cầu về thử

Không được có nước ngưng chảy nhỏ giọt, chảy hoặc phun ra vỏ thiết bị trong quá trình thử.

6 Phương pháp thử

6.1 Yêu cầu chung

Các trị số đánh giá năng suất tiêu chuẩn phải được xác định bằng các phương pháp và quy trình được nêu trong điều này và phụ lục A. Năng suất lạnh tổng và năng suất sưởi phải là giá trị trung bình của các kết quả thu được cho phía trong nhà và ngoài nhà khi dùng phương pháp thử entanpi chất lỏng trong phụ lục B. Các kết quả thu được bởi hai phương pháp này phải chấp nhận sai lệch trong khoảng 5% đối với một phép thử riêng. Phải thực hiện các phép đo phù hợp với các điều khoản trong phụ lục C.

6.2 Sai số đo

Sai số đo không được vượt quá các giá trị quy định trong bảng 8.

Bảng 8 - Sai số đo đối với các giá trị chỉ thị

Đại lượng đo	Đơn vị	Sai số đo ^{a)}
Nước		
- nhiệt độ	°C	±0,1°C
- hiệu nhiệt độ	°C	±0,1°C
- lưu lượng thể tích	l/s	±0,1%
- hiệu áp suất tĩnh	Pa	±5Pa (p≤100Pa) ±5% (p>100Pa)
Công suất điện đầu vào		±0,5 %
Thời gian		±0,2 %
Khối lượng		±1,0 %
a) Sai số đo: lượng đánh giá đặc trưng cho phạm vi các giá trị giữa chúng chứa giá trị thực của đại lượng được đo.		
CHÚ THÍCH - Sai số đo thường bao gồm nhiều thành phần. Một số thành phần có thể được đánh giá dựa trên cơ sở sự phân bố thống kê các kết quả của một loạt các phép đo và có thể được đặc trưng bởi sai lệch chuẩn thực nghiệm. Việc đánh giá các thành phần khác có thể dựa vào kinh nghiệm hoặc các thông tin khác.		

6.3 Dữ liệu được ghi

Dữ liệu được ghi trong quá trình thử bao gồm

- ngày thử
- nhận diện phòng thử
- người quan sát
- dữ liệu của biển hiệu thiết bị

- dữ liệu thời gian đã ghi
- tổng công suất đầu vào thiết bị, W
- điện áp sử dụng, V
- tần số, Hz
- hiệu áp suất tĩnh bên ngoài, phía chất lỏng trong nhà (đối với thiết bị có trang bị bơm), Pa
- hiệu áp suất tĩnh bên trong, phía chất lỏng trong nhà (đối với thiết bị không trang bị bơm), Pa
- hiệu áp suất tĩnh bên ngoài, phía chất lỏng ngoài nhà (đối với thiết bị có trang bị bơm), Pa
- hiệu áp suất tĩnh bên trong, phía chất lỏng trong nhà (đối với thiết bị không trang bị bơm), Pa
- nhiệt độ chất lỏng vào phía trong nhà, °C
- nhiệt độ chất lỏng vào phía ngoài nhà, °C
- nhiệt độ chất lỏng ra phía trong nhà, °C
- nhiệt độ chất lỏng ra phía ngoài nhà, °C
- lưu lượng chất lỏng, phía trong nhà, l/s
- nhiệt độ chất lỏng, phía ngoài nhà, l/s

6.4 Dung sai thử

6.4.1 Sai lệch lớn nhất cho phép của các số đọc trong thử năng suất được nêu trong cột 2 bảng 9. Sai lệch lớn nhất cho phép của các số đọc trong thử tính năng được nêu trong bảng 10.

6.4.2 Sai lệch lớn nhất cho phép của giá trị trung bình các số đọc khi thử so với điều kiện thử tiêu chuẩn hoặc mong muốn được cho trong cột 3 của bảng 9.

Bảng 9 - Sai lệch cho phép của các số đọc trong thử năng suất

Số đọc	Sai lệch lớn nhất của số đọc so với điều kiện đánh giá	Sai lệch của các giá trị trung bình cộng so với điều kiện thử qui định
Điện áp	±2%	±1%
Nhiệt độ chất lỏng-vào	±0,5%	±0,2%
Lưu lượng thể tích của chất lỏng	±2%	±1%
Sức cản bên ngoài đối với chất lỏng, Pa	±10%	±5%

Bảng 10 - Sai lệch cho phép của các số đọc trong thử tính năng

Đại lượng được đo	Sai lệch cho phép của các số đọc so với các điều kiện thử tính năng quy định
Đối với thử các điều kiện thử vận hành tối thiểu - Nhiệt độ chất lỏng	+0,6 °C
Đối với thử các điều kiện vận hành tối đa - Nhiệt độ chất lỏng	-0,6 °C
Đối với các thử nghiệm khác - Nhiệt độ chất lỏng	± 0,6 °C

6.5 Kết quả thử

Các kết quả của phép thử năng suất phải biểu thị bằng định lượng các tác dụng tạo ra bởi thiết bị được thử đối với chất lỏng phía trong nhà. Đối với điều kiện thử đã cho, kết quả thử năng suất phải bao gồm các giá trị định lượng sau:

- a) năng suất lạnh tổng (xem 6.1), W;
- b) năng suất sưởi (xem 6.1), W;
- c) công suất đầu vào thiết bị đo được, W;
- d) lượng điều chỉnh công suất bơm chất lỏng, phía trong nhà (xem 4.1.2), W;
- e) lượng điều chỉnh công suất bơm chất lỏng, phía ngoài nhà (xem 4.1.3), W;
- f) công suất hiệu dùng đầu vào thiết bị hoặc công suất đầu vào tất cả các thành phần của thiết bị (xem 3.10), W
- g) năng suất lạnh hiệu dụng (xem 3.3), W;
- h) năng suất sưởi hiệu dụng (xem 3.5), W;
- i) hệ số lạnh (Hiệu suất năng lượng) (xem 3.8), W/W;
- j) hiệu suất nhiệt (xem 3.9), W/W.

7 Ghi nhãn

7.1 Yêu cầu đối với biển hiệu

Mỗi bơm nhiệt nước – nước và nước muối – nước được đưa vào trong một thùng bao gói hoặc ở dạng các cụm riêng biệt phải có một biển hiệu bền lâu, gắn chắc chắn vào mỗi cụm ở vị trí có thể đọc được.

7.2 Thông tin trên biển hiệu

Biển hiệu phải cung cấp các thông tin tối thiểu sau ngoài các thông tin trong các tiêu chuẩn quốc tế về an toàn.

- a) tên nhà sản xuất hoặc nhãn hiệu

- b) ký hiệu kiểu hoặc mẫu (model) và số loạt
- c) trị số năng suất khi toàn tải (xem 7.3). Thiết bị được đưa vào nhiều hơn một ứng dụng phải công bố cả năng suất sưởi và năng suất lạnh cho mỗi ứng dụng
- d) điện áp danh định
- e) tần số danh định
- f) ký hiệu môi chất lạnh và khối lượng môi chất lạnh nạp (xem 7.4).

Thông tin trong 7.2a, b, d,e và ký hiệu môi chất lạnh phải được đặt trên mỗi thành phần (cụm thích hợp) của hệ thống.

7.3 Ký hiệu trị số năng suất

Ký hiệu trị số đánh giá năng suất phải được xác lập theo cách chỉ thị môi trường truyền nhiệt (W = nước phía trong nhà và B = nước muối phía ngoài nhà) cùng với nhiệt độ của chúng, theo sau là các năng suất tính bằng kilôoát. Các năng suất phải được làm tròn tới kilôoat gần nhất. Chữ số theo sau chữ "W" đầu tiên là nhiệt độ chất lỏng của bơm nhiệt vòng nước, chữ số theo sau chữ "W" thứ hai là nhiệt độ chất lỏng của bơm nhiệt nước mặt đất; chữ số theo sau chữ "B" là nhiệt độ chất lỏng của bơm nhiệt vòng chất lỏng dưới mặt đất.

Ví dụ: Làm lạnh: IW12 – W30/W15/B25 10/12/11 kW

Sưởi: IW40 – W20/W10/B5 10/9/8 kW.

7.4 Ký hiệu môi chất lạnh

Ký hiệu môi chất lạnh phải phù hợp với ISO 817.

8 Công bố các trị số đánh giá

8.1 Trị số đánh giá tiêu chuẩn

8.1.1 Các trị số đánh giá tiêu chuẩn phải được công bố cho năng suất sưởi hiệu dụng, năng suất lạnh tổng hiệu dụng, các năng suất một phần tải (nếu áp dụng), hệ số lạnh và hiệu suất nhiệt đối với mỗi bơm nhiệt được sản xuất phù hợp với tiêu chuẩn này cho mỗi ứng dụng. Các trị số đánh giá này phải dựa trên cơ sở các dữ liệu thu được tại các điều kiện đánh giá đã quy định phù hợp với quy trình thử quy định trong tiêu chuẩn này.

8.1.2 Các trị số năng suất tiêu chuẩn phải được biểu thị bằng kilôoat, được làm tròn tới 0,1 kW gần nhất.

8.1.3 Các trị số hệ số lạnh (hiệu suất năng lượng) và hiệu suất nhiệt phải được làm tròn tới 0,01 gần nhất.

8.1.4 Mỗi trị số năng suất phải được kèm theo sau trị số điện áp và tần số tương ứng.

TCVN 7328-2: 2003

8.1.5 Các trị số đánh giá tiêu chuẩn là các trị số tiêu biểu của thiết bị, vận hành ở áp suất tĩnh bên ngoài zêro (0) đối với các dòng chất lỏng. Có thể cần đến các tính toán bổ sung theo các phương pháp quy định trong tiêu chuẩn này để rút ra tính năng của các ứng dụng riêng.

8.2 Các trị số đánh giá áp dụng

Có thể công bố các trị số đánh giá bổ sung dựa trên các điều kiện khác với các điều kiện đánh giá tiêu chuẩn nếu chúng được quy định rõ ràng và các dữ liệu được xác định bằng các phương pháp quy định trong tiêu chuẩn này, hoặc bằng các phương pháp phân tích có thể thẩm tra lại được bởi các phương pháp thử quy định trong điều 6, và được kèm theo bởi các trị số đánh giá năng suất hiệu dụng tiêu chuẩn, hệ số lạnh và hiệu suất nhiệt.

Phụ lục A

(quy định)

Quy trình thử

A1 Yêu cầu chung đối với phòng thử

A.1.1 Phòng thử điều kiện trong nhà phải là một phòng hoặc không gian trong đó có thể duy trì được các điều kiện thử mong muốn trong phạm vi dung sai quy định.

A.1.2 Tốc độ gió trong vùng lân cận của thiết bị thử không được vượt quá 2,5 m/s.

A 2 Lắp đặt thiết bị

A.2.1 Thiết bị (được) thử phải được lắp đặt phù hợp với hướng dẫn lắp đặt của nhà sản xuất về trình tự và thiết bị phụ cho lắp đặt. Nếu thiết bị có thể được lắp theo nhiều hướng thì các thử nghiệm phải được tiến hành theo hướng xấu nhất có thể có.

A.2.2 Không được có sự thay đổi đối với thiết bị ngoại trừ việc lắp khí cụ thử và dụng cụ yêu cầu theo cách đã quy định.

A.2.3 Khi cần thiết, thiết bị phải được xả hết môi chất lạnh cũ và nạp môi chất lạnh mới với chủng loại và khối lượng theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

A 3 Thử năng suất lạnh và năng suất sưởi

A.3.1 Các thiết bị điều hoà phòng thử và thiết bị được thử phải được vận hành tới khi đạt được trạng thái cân bằng, nhưng không ít hơn một giờ trước khi ghi số liệu thử năng suất.

A.3.2 Số liệu phải được ghi trong 30 phút và cứ 5 phút ghi một lần tới khi đạt được 7 bộ số đọc liên tiếp trong phạm vi dung sai quy định trong 6.4. Các giá trị trung bình của các số liệu này phải được dùng để tính toán các kết quả thử.

Phụ lục B

(quy định)

Phương pháp thử entanpi chất lỏng**B.1 Yêu cầu chung**

Trong phương pháp thử entanpi chất lỏng, các năng suất được xác định từ các phép đo sự thay đổi nhiệt độ chất lỏng và lưu lượng kết hợp.

B.2 áp dụng

Phương pháp này được sử dụng cho các thử nghiệm phía chất lỏng của tất cả các thiết bị tùy thuộc vào các yêu cầu bổ sung của phụ lục C.

B.3 Tính toán**B.3.1 Năng suất lạnh**

Năng suất lạnh tổng đo được dựa trên cơ sở các dữ liệu phía chất lỏng được tính toán như sau:

$$\phi_{\text{tco}} = w_f c_{\text{pf}} (t_{f4} - t_{f3}) - \phi_t$$

trong đó

ϕ_{tco} là năng suất lạnh tổng (dữ liệu phía chất lỏng), W;

w_f là lưu lượng khối lượng, chất lỏng, kg/s;

c_{pf} là nhiệt dung riêng của chất lỏng J/kg.K;

t_{f4} là nhiệt độ chất lỏng ra khỏi thiết bị (phía ngoài nhà), °C;

t_{f3} là nhiệt độ chất lỏng vào thiết bị (phía ngoài nhà), °C;

ϕ_t là tổng công suất đầu vào, W.

B.3.2 Năng suất sưởi

Năng suất sưởi đo được dựa trên cơ sở các dữ liệu phía chất lỏng được tính toán như sau:

$$\phi_{\text{tho}} = w_f c_{\text{pf}} (t_{f3} - t_{f4}) + \phi_t$$

trong đó

ϕ_{tho} là năng suất sưởi tổng (dữ liệu phía chất lỏng), W;

w_f là lưu lượng khối lượng, chất lỏng, kg/s;

c_{pf} là nhiệt dung riêng của chất lỏng J/kg.K;

t_{f4} là nhiệt độ chất lỏng ra khỏi thiết bị (phía ngoài nhà), °C;

t_{f3} là nhiệt độ chất lỏng vào thiết bị (phía ngoài nhà), °C;

ϕ_t là tổng công suất đầu vào, W.

B.3.3 Nếu phải tính đến tổn thất trong đường ống thì các hiệu chỉnh về tổn thất này phải được bao gồm trong tính toán năng suất.

Phụ lục C

(tham khảo)

Dụng cụ và các phép đo**C.1 Nhiệt độ**

C.1.1 Nhiệt độ cần được đo bằng nhiệt kế bầu thủy tinh chất lỏng, nhiệt ngẫu hoặc nhiệt kế điện trở. Đặc tính của dụng cụ đo cần đáp ứng các yêu cầu của bảng C.1.

Bảng C.1 - Dung sai của dụng cụ đo nhiệt độ

Nhiệt độ đo	Độ chính xác của dụng cụ	Cấp chính xác của dụng cụ	Phạm vi nhiệt độ đo
Nhiệt độ bầu khô của gió	$\pm 0,1^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,05^{\circ}\text{C}$	-29°C đến 60°C
Nhiệt độ bầu ướt của gió	$\pm 0,1^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,05^{\circ}\text{C}$	-18°C đến 32°C
Nhiệt độ chất lỏng	$\pm 0,1^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,05^{\circ}\text{C}$	-10°C đến 50°C

C.1.2 Tốc độ gió qua dụng cụ đo nhiệt độ bầu ướt xấp xỉ là 5m/s.

C.1.3 Trong bất cứ trường hợp nào, độ chia của thang chia độ nhỏ nhất của dụng cụ đo nhiệt độ cũng không được vượt quá hai lần độ chia chính xác quy định. Ví dụ, đối với độ chính xác quy định là $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$, độ chia của thang chia độ nhỏ nhất không vượt quá $0,1^{\circ}\text{C}$.

C.1.4 Khi quy định độ chính xác của dụng cụ là $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ thì dụng cụ cần được hiệu chuẩn bằng cách so sánh với một nhiệt kế được chứng nhận bởi một cơ quan chứng nhận có thẩm quyền như phòng thí nghiệm tiêu chuẩn quốc gia.

C.1.5 Dụng cụ đo nhiệt độ được dùng để đo sự thay đổi nhiệt độ cần được gá đặt sao cho có thể đổi lẫn cho nhau giữa các vị trí đường vào và ra để tăng độ chính xác.

C.1.6 Nhiệt độ chất lỏng trong đường ống cần được đo bằng cách ghép dụng cụ đo nhiệt độ trực tiếp vào trong chất lỏng hoặc vào trong chi tiết bao gắn vào chất lỏng. Nếu dùng một nhiệt kế thủy tinh gắn trực tiếp vào chất lỏng thì nó phải được hiệu chuẩn đối với ảnh hưởng của áp suất.

C.1.7 Dụng cụ đo nhiệt độ cần được che chắn đầy đủ tránh bức xạ các nguồn nhiệt lân cận.

C.2 Áp suất

C.2.1 Các phép đo áp suất cần được thực hiện với một hoặc nhiều dụng cụ sau

- a) cột thủy ngân;
- b) áp kế ống bourdon, hoặc;
- c) bộ chuyển đổi áp suất điện tử.

TCVN 7328-2: 2003

C.2.2 Độ chính xác của các dụng cụ đo áp suất ở trong khoảng $\pm 2\%$ giá trị chỉ báo.

C.2.3 Trong bất cứ trường hợp nào, độ chia của thang chia độ nhỏ nhất của dụng cụ đo áp suất cũng không được vượt quá 2,5 lần độ chính xác quy định.

C.3 Đo lường điện

C.3.1 Các phép đo điện cần được thực hiện bằng dụng cụ đo chỉ báo hoặc dụng cụ đo phân tích.

C.3.2 Dụng cụ đo điện vào các bộ gia nhiệt hoặc các trang bị cung cấp phụ tải nhiệt khác cần có độ chính xác $\pm 1,0\%$ đại lượng được đo. Dụng cụ đo điện vào các động cơ quạt, động cơ máy nén hoặc các phụ tải điện khác cần có độ chính xác $\pm 1,0\%$ giá trị chỉ báo.

C.3.3 Điện áp cần được đo tại các đầu cực của thiết bị.

C.4 Đo dòng chất lỏng

C.4.1 Lưu lượng nước và nước muối cần được đo bằng lưu lượng kế đo chất lỏng có độ chính xác $\pm 1,0\%$ giá trị chỉ báo.

C.4.2 Lượng chất ngưng tụ cần được đo bằng dụng cụ đo khối lượng hoặc thể tích chất lỏng có độ chính xác $\pm 1,0\%$ giá trị chỉ báo.

C.5 Đo thời gian, khối lượng và tốc độ

C.5.1 Các phép đo thời gian cần được thực hiện bằng dụng cụ có độ chính xác $\pm 0,20\%$.

C.5.2 Các phép đo khối lượng cần được thực hiện bằng thiết bị có độ chính xác $\pm 0,20\%$.

C.5.3 Các phép đo tốc độ cần được thực hiện bằng máy đếm số vòng quay, tốc kế góc, máy hoạt nghiệm hoặc máy hiện sóng có độ chính xác $\pm 1,0\%$.

Phụ lục D

(tham khảo)

Thư mục

- [1] TCVN 6576:1999 (ISO 5151:1994) Máy điều hoà không khí và bơm nhiệt không ống gió - Thử và đánh giá tính năng.
- [2] TCVN 6577:1999 (ISO 13253:1995) Máy điều hoà không khí và bơm nhiệt gió-gió có ống gió - Thử và đánh giá tính năng.
- [3] TCVN 7328-1:2003 (ISO 13256-1:1998) Bơm nhiệt nguồn nước - Thử và đánh giá tính năng - Phần 1: Bơm nhiệt nước-gió và nước muối-gió.
-