

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13855:2023

ISO 21978:2021

Xuất bản lần 1

**BƠM NHIỆT ĐUN NƯỚC
THỬ VÀ XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ TÍNH NĂNG Ở ĐIỀU
KIỆN NON TẢI VÀ TÍNH HIỆU SUẤT THEO MÙA SỬ DỤNG**

*Heat pump water heaters – Testing and rating at part load conditions
and calculation of seasonal coefficient of performance for space heating*

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.....	8
4 Ký hiệu	17
5 Yêu cầu lắp đặt	18
6 Cài đặt và các điều kiện thử non tải	20
7 Thử sườn	25
8 Phương pháp tính hiệu suất theo mùa (SCOP)	33
9 Kết quả thử và báo cáo thử	36
10 Ghi nhãn	38
Phụ lục A (Quy định) Quy trình thử năng suất sườn cho trong 7.3	39
Phụ lục B (Quy định) Xác định hiệu suất của bơm chất lỏng	44
Phụ lục C (Tham khảo) Ví dụ các bộ bin giờ và số giờ cho chế độ hoạt động, chế độ bộ điều nhiệt tắt, chế độ chờ, chế độ tắt và chế độ sườn dầu	48
Phụ lục D (Tham khảo) Tính SCOP cho bơm nhiệt có năng suất cố định dùng cho ứng dụng nhiệt độ thấp – Ví dụ	50
Phụ lục E (Tham khảo) Tính SCOP cho bơm nhiệt có năng suất vô cấp dùng cho ứng dụng nhiệt độ thấp – Ví dụ	54

Lời nói đầu

TCVN 13855:2023 hoàn toàn tương đương với ISO 21978:2021.

TCVN 13855:2023 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.

Bơm nhiệt đun nước – Thử và xác định thông số tính năng ở điều kiện non tải và tính hiệu suất theo mùa sưởi

Heat pump water heaters – Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal coefficient of performance for space heating

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các điều kiện thử để xác định đặc tính hiệu quả theo mùa của bơm nhiệt đun nước nguồn gió để sưởi với máy nén chạy bằng điện, có hoặc không có thanh sưởi bổ sung. Mục đích của tiêu chuẩn này là xác định thông số tính năng của bơm nhiệt đun nước để sưởi mà không vận hành bất kỳ thanh sưởi bổ sung nào. Trong trường hợp bơm nhiệt đun nước để sưởi gồm nhiều thành phần nối môi chất lạnh và ống nước, tiêu chuẩn này chỉ áp dụng cho các bơm nhiệt đun nước được thiết kế và cung cấp dưới dạng một tổ hợp hoàn chỉnh.

Hiệu suất theo mùa (hệ số hiệu quả theo mùa) phụ thuộc vào điều kiện khí hậu và vào chế độ nhiệt độ của mạng lưới phân bố nhiệt không gian.

Tiêu chuẩn này định nghĩa:

- ba điều kiện thiết kế, mỗi điều kiện trong số chúng được đặc trưng bởi một nhiệt độ thiết kế đại diện cho nhiệt độ thấp nhất có thể xảy ra trong điều kiện thiết kế đó;
- ba chế độ phân phối nhiệt độ nước, cụ thể là "ứng dụng nhiệt độ" trong tiêu chuẩn này.

Người sử dụng tiêu chuẩn này có thể tự do xác định hiệu suất theo mùa cho một hoặc nhiều các điều kiện thiết kế đã xác định và cho một hoặc nhiều ứng dụng nhiệt độ đã xác định.

Tiêu chuẩn này cũng cung cấp mô tả đầy đủ về ba mùa sưởi có thể được sử dụng với các điều kiện thiết kế liên quan.

2 Tài liệu viện dẫn

Không có tài liệu viện dẫn trong tiêu chuẩn này.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1

Chế độ hoạt động (active mode)

Chế độ tương ứng với các giờ có tải sưởi của tòa nhà và theo đó chức năng sưởi của thiết bị được kích hoạt.

CHÚ THÍCH: Điều kiện này có thể liên quan đến việc chu kỳ bật/tắt của thiết bị để đạt được hoặc duy trì yêu cầu nhiệt độ không khí trong nhà.

3.2

Hiệu suất (hệ số hiệu quả) theo mùa ở chế độ hoạt động (active mode seasonal coefficient of performance)

$SCOP_{on}$

Hiệu suất trung bình của bơm nhiệt ở chế độ hoạt động (3.1) đối với điều kiện thiết kế được chọn, được xác định từ điều kiện non tải, năng suất gia nhiệt bổ sung (khi có yêu cầu) và hiệu suất riêng bin (3.7) và trọng số bởi bin giờ (3.6) khi xuất hiện điều kiện về bin.

CHÚ THÍCH: Để tính $SCOP_{on}$, thì mức tiêu thụ năng lượng trong chế độ tắt bộ điều nhiệt (3.45), ở chế độ chờ (3.42), chế độ tắt (3.34) và chế độ sưởi cacte (3.17) bị loại trừ. Mức tiêu thụ năng lượng của một thanh sưởi bổ sung được thêm vào cho điều kiện non tải, trong đó năng suất công bố của bơm nhiệt thấp hơn tải sưởi, bất kể thanh sưởi bổ sung này được bao gồm trong thiết bị hoặc không bao gồm trong bơm nhiệt.

CHÚ THÍCH 2: Được biểu thị bằng kWh/kWh.

3.3

Tiêu thụ năng lượng sưởi hàng năm (annual energy consumption for heating)

Q_{HE}

Tiêu thụ năng lượng cần thiết để đáp ứng mức tiêu thụ năng lượng sưởi hàng năm tham chiếu cần thiết để đáp ứng cho một điều kiện thiết kế xác định với bộ bin giờ và được tính bằng nhu cầu sưởi hàng năm tham chiếu chia cho hiệu suất mùa sưởi của chế độ hoạt động (3.2) và mức tiêu thụ năng lượng của bơm nhiệt cho chế độ bộ điều nhiệt tắt, chế độ chờ, tắt và chế độ sưởi cacte trong mùa sưởi.

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng kWh / kWh.

3.4

Nhu cầu sưởi hàng năm (annual heating demand)

Q_H

Nhu cầu gia nhiệt cho một điều kiện thiết kế và bộ bin-giờ xác định, được sử dụng làm cơ sở để tính

toán hiệu suất mùa sưởi (3.41) và được tính là tích của tải sưởi thiết kế (3.21) cho sưởi và chế độ hoạt động tương đương giờ để sưởi (3.27).

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng watts.

3.5

Bin (bin)

Khoảng mà nhiệt độ ngoài nhà thay đổi 1 K.

3.6

Bin giờ (bin hours)

h_j

Số giờ của mỗi bin (3.5) j của nhiệt độ ngoài nhà trong mùa sưởi.

3.7

Hiệu suất riêng bin (bin-specific coefficient of performance)

$COP_{bin}(T_j)$

Hiệu suất riêng cho từng bin (3.5) ở nhiệt độ ngoài nhà T_j trong mùa sưởi.

3.8

Bin nhiệt độ (bin temperature)

T_j

Nhiệt độ bầu khô ngoài nhà.

CHÚ THÍCH 1: Được biểu thị bằng °C.

CHÚ THÍCH 2: Độ ẩm tương đối có thể được chỉ thị bởi một nhiệt độ bầu ướt tương ứng.

3.9

Nhiệt độ biv (nhiệt độ đầy tải) (bivalent temperature)

T_{biv}

Điểm nhiệt độ ngoài nhà thấp nhất mà tại đó bơm nhiệt được công bố là có năng suất đáp ứng 100% tải sưởi mà không cần thanh sưởi bổ sung, cho dù nó có được tích hợp trong thiết bị hay không.

CHÚ THÍCH: Dưới điểm này, thiết bị vẫn có thể cung cấp năng suất sưởi, nhưng cần gia nhiệt bổ sung để đáp ứng tải sưởi.

3.10

Điều chỉnh năng suất (capacity control)

Khả năng bơm nhiệt thay đổi năng suất sưởi qua điều chỉnh lưu lượng môi chất lạnh.

TCVN 13855:2023

CHÚ THÍCH 1: Bơm nhiệt được biểu thị là “cố định” nếu bơm nhiệt không thể thay đổi lưu lượng thể tích, “hai cấp” nếu lưu lượng thể tích được thay đổi hoặc thay đổi theo chuỗi không quá hai bước, “nhiều cấp” nếu lưu lượng thể tích được thay đổi hoặc thay đổi trong chuỗi ba hoặc bốn cấp hoặc “vô cấp” nếu lưu lượng thể tích thay đổi trong chuỗi năm bước trở lên thì coi là năng suất thay đổi liên tục.

CHÚ THÍCH 2: Thiết bị có năng suất nhiều cấp được xem là thiết bị có năng suất vô cấp trong tiêu chuẩn này.

3.11

Tỷ số năng suất (capacity ratio)

CR

Suối đầy tải hoặc non tải chia cho năng suất sưởi được công bố của bơm nhiệt ở cùng điều kiện nhiệt độ.

3.12

Hiệu suất ở năng suất công bố (coefficient of performance at declared capacity)

COP_d

Năng suất sưởi công bố của bơm nhiệt chia cho công suất hiệu dụng đầu vào của bơm nhiệt ở điều kiện nhiệt độ chỉ định, A, B, C, D, E, F, và G, khi sử dụng.

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng kW/kW.

3.13

Hiệu suất non tải (coefficient of performance at part load)

COP_{bin}

Hiệu suất ở năng suất đã công bố nhưng được hiệu chỉnh với hệ số suy giảm, nếu có.

CHÚ THÍCH 1: Khi năng suất công bố của thiết bị cao hơn tải sưởi, COP bao gồm tổn thất suy giảm. Khi năng suất công bố của thiết bị thấp hơn tải sưởi (tức là dưới điều kiện nhiệt độ đầy tải (3.9)), COP của năng suất đã công bố sẽ được sử dụng.

CHÚ THÍCH 2: Được biểu thị bằng kW/kW.

3.14

Trạng thái máy nén dừng (compressor-off state)

Tình trạng máy nén không chạy trong khi thiết bị đang hoạt động ở chế độ hoạt động (3.1)

CHÚ THÍCH: Đây là giai đoạn “tắt” trong quá trình bật / tắt của chu kỳ làm việc.

3.15

Giờ sưởi đầu (giờ sưởi cacte) (crankcase heater mode operating hours)

H_{ck}

Số giờ hàng năm mà thiết bị được coi là ở chế độ sưởi cacte, giá trị của số giờ này phụ thuộc vào điều

kiện thiết kế được chọn và bin giờ.

CHÚ THÍCH 1: Ba ví dụ về giờ sưởi cacte được nêu trong Phụ lục C.

CHÚ THÍCH 2: Được biểu thị bằng h.

3.16

Công suất sưởi dầu (crankcase heater mode power input)

P_{ck}

Công suất điện vào của bơm nhiệt khi hoạt động ở chế độ sưởi dầu.

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng W.

3.17

Chế độ (vận hành) sưởi dầu (crankcase heater (operating) mode)

Điều kiện khi bơm nhiệt đã kích hoạt thanh sưởi dầu để tránh hàm lượng dầu quá cao khi cuốn theo môi chất chất lạnh đi vào máy nén khi khởi động máy nén.

3.18

Năng suất sưởi công bố (declared capacity in heating)

P_{dh}

Năng suất sưởi mà một bơm nhiệt có thể cung cấp ở bất kỳ điều kiện nhiệt độ nào A, B, C, D, E, F hoặc G, theo công bố của nhà sản xuất.

CHÚ THÍCH: Đây là năng suất được cung cấp bởi chu trình môi chất lạnh của bơm nhiệt mà không có thanh sưởi bổ sung, ngay cả khi chúng được tích hợp trong bơm nhiệt.

3.19

Hệ số suy giảm (degradation coefficient)

C_d

Đo lường tổn thất hiệu quả của chu trình

CHÚ THÍCH: Nếu C_d không được xác định bằng phép đo, hệ số suy giảm mặc định là 0,9.

3.20

Điều kiện thiết kế (design condition)

Điều kiện được đặc trưng bởi điều kiện nhiệt độ thiết kế và nó được liên kết với một bộ bin giờ.

CHÚ THÍCH: Ba điều kiện thiết kế được xác định trong tiêu chuẩn này.

TCVN 13855:2023

3.21

Tải sưởi thiết kế (design load)

$P_{designh}$

Tải sưởi do nhà sản xuất công bố ở nhiệt độ thiết kế (3.22).

CHÚ THÍCH 1: Có thể tính SCOP/SCOP_{on}/SCOP_{net} của một bơm nhiệt cho nhiều hơn một giá trị $P_{designh}$.

CHÚ THÍCH 2: Được biểu thị bằng kW.

3.22

Nhiệt độ thiết kế (design temperature)

$T_{designh}$

Nhiệt độ không khí ngoài nhà thấp nhất được xem xét làm điều kiện thiết kế.

3.23

Công suất hiệu dụng khi máy nén dừng (effective power input during compressor-off state)

P_{Coff}

Tổng công suất vào của bơm nhiệt khi tắt máy nén ở chế độ hoạt động (3.1), được sử dụng để xác định hệ số suy giảm (3.19).

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng kW.

3.24

Công suất hiệu dụng với năng suất công bố (effective power input with declared capacity)

P_{Con}

Tổng công suất vào khi bơm nhiệt đang hoạt động ở điều kiện non tải, được sử dụng để xác định hệ số suy giảm (3.19).

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng kW.

3.25

Thanh sưởi điện bổ sung (electric supplementary heater)

Thanh sưởi điện bổ sung thực hoặc giả định, với COP bằng 1, được xem xét trong tính toán SCOP (3.41) và SCOP_{on} (3.2).

3.26

Năng suất thanh sưởi điện bổ sung (electric supplementary heater capacity)

$e_{lbu}(T_i)$

Năng suất sưởi của thanh sưởi điện phụ, thực hoặc giả định bổ sung cho năng suất được công bố để

sưởi khi năng suất của thiết bị thấp hơn tải nhiệt cho một bin nhiệt độ riêng (3.8) T_j .

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng kW.

3.27

Giờ sưởi tương đương ở chế độ hoạt động (equivalent active mode hours for heating)

H_{HE}

Số giờ giả định hàng năm trong khi bơm nhiệt được giả định hoạt động ở tải sưởi thiết kế để sưởi ($P_{designh}$) để đáp ứng nhu cầu sưởi hàng năm tham chiếu.

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng h.

3.28

Nhiệt độ ra cố định (fixed outlet)

Nhiệt độ đầu ra của nước (nước muối) được sử dụng, khi bộ điều khiển của bơm nhiệt không có phương tiện để tự động thay đổi nhiệt độ đầu ra của nước (nước muối) với nhiệt độ ngoài trời.

3.29

Bơm nhiệt đun nước để sưởi (heat pump water heater for space heating)

Bơm nhiệt đun nước nguồn gió với (các) máy nén chạy điện có hoặc không có thanh sưởi bổ sung cho mục đích sưởi không gian.

CHÚ THÍCH: Đây cũng được gọi là bơm nhiệt trong tiêu chuẩn này.

3.30

Ứng dụng nhiệt độ cao (high temperature application)

Ứng dụng nhiệt độ trong đó nhiệt độ đầu ra theo thiết kế của cụm dàn trong nhà (nước muối) là 55 °C.

3.31

Ứng dụng nhiệt độ thấp (low temperature application)

Ứng dụng nhiệt độ trong đó nhiệt độ đầu ra theo thiết kế của cụm dàn trong nhà (nước muối) là 35 °C.

3.32

Ứng dụng nhiệt độ trung bình (medium temperature application)

Ứng dụng nhiệt độ trong đó nhiệt độ đầu ra theo thiết kế của cụm dàn trong nhà (nước muối) là 45 °C.

3.33

Hiệu suất mùa sưởi tinh (net seasonal coefficient of performance)

$SCOP_{net}$

Hiệu suất theo mùa của bơm nhiệt ở chế độ sưởi chủ động không có thanh sưởi bổ sung được xác

TCVN 13855:2023

định từ các điều kiện đã chọn.

CHÚ THÍCH 1: Để tính $SCOP_{net}$, năng lượng tiêu thụ trong chế độ hoạt động (3.1) được sử dụng. Điều này không bao gồm năng lượng tiêu thụ trong chế độ bộ điều nhiệt tắt (3.45), chế độ chờ (3.42), chế độ tắt (3.34) hoặc của thanh sưởi dầu. Đối với điều kiện chạy non tải, trong đó năng suất công bố của bơm nhiệt thấp hơn tải sưởi, không bao gồm tiêu thụ năng lượng của thanh sưởi bổ sung.

CHÚ THÍCH 2: Được biểu thị bằng kWh/kWh.

3.34

Chế độ tắt (off mode)

Chế độ trong đó bơm nhiệt được tắt hoàn toàn và không thể kích hoạt lại bằng thiết bị điều khiển, tín hiệu bên ngoài hoặc bằng bộ hẹn giờ.

CHÚ THÍCH: Chế độ tắt nghĩa là tình trạng thiết bị được kết nối với nguồn điện và không cung cấp bất kỳ chức năng nào. Những điều sau đây cũng sẽ được coi là chế độ tắt: các điều kiện chỉ cung cấp dấu hiệu về tình trạng chế độ tắt; điều kiện chỉ cung cấp các chức năng nhằm đảm bảo tính tương thích điện từ.

3.35

Số giờ hoạt động ở chế độ tắt (off mode operating hours)

H_{OFF}

Số giờ thủ công mà bơm nhiệt được coi là ở chế độ tắt (3.34), giá trị của nó phụ thuộc vào điều kiện thiết kế được chọn và bộ bin giờ.

CHÚ THÍCH 1: Ba ví dụ về giờ hoạt động ở chế độ tắt được nêu trong Phụ lục C.

CHÚ THÍCH 2: Được biểu thị bằng h.

3.36

Công suất ở chế độ tắt (off mode power input)

P_{OFF}

Công suất vào của bơm nhiệt khi ở trong chế độ tắt (3.34).

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng W.

3.37

Nhiệt độ vận hành tới hạn (operation limit temperature)

TOL

Nhiệt độ ngoài nhà mà dưới điểm đó năng suất là bằng 0.

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng °C.

3.38**Non tải sưởi** (part load for heating) $P_h(T_i)$ Tải sưởi ở bin nhiệt độ riêng (3.8) T_i , được tính bằng tải sưởi thiết kế nhân với tỷ số non tải.

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng kW.

3.39**Tỷ số non tải** (part load ratio) $pl(T_i)$

Bin nhiệt độ (3.8) trừ đi 16 °C chia cho nhiệt độ thiết kế ở -16 °C.

3.40**Chức năng kích hoạt lại** (reactivation function)

Chức năng tạo điều kiện kích hoạt các chế độ làm việc khác, bao gồm cả chế độ hoạt động (3.1), bằng công tắc từ xa bao gồm điều khiển từ xa, cảm biến trong, bộ hẹn giờ đến điều kiện cung cấp các chức năng bổ sung, bao gồm cả chức năng chính, nhưng không bao gồm bộ điều nhiệt.

3.41**Hiệu suất mùa sưởi (hệ số hiệu quả theo mùa)** (seasonal coefficient of performance)

SCOP

Hệ số hiệu suất tổng của bơm nhiệt, đại diện cho điều kiện thiết kế được chọn và bộ bin giờ.

CHÚ THÍCH 1: SCOP được tính bằng nhu cầu sưởi hàng năm (3.4) chia cho tiêu thụ năng lượng hàng năm để sưởi (3.3).

CHÚ THÍCH 2: Được biểu thị bằng kWh/kWh.

3.42**Chế độ chờ** (standby mode)

Chế độ trong đó bơm nhiệt bị tắt một phần và có thể được kích hoạt lại bằng thiết bị điều khiển (chẳng hạn như điều khiển từ xa), tín hiệu bên ngoài hoặc bộ hẹn giờ.

CHÚ THÍCH: Bơm nhiệt được kết nối với nguồn điện, phụ thuộc vào đầu vào tín hiệu để hoạt động như dự định và cung cấp chức năng sau đây, có thể tồn tại trong thời gian không xác định: chức năng kích hoạt lại (3.40), hoặc chức năng kích hoạt lại và chỉ một dấu hiệu cho phép chức năng kích hoạt lại và / hoặc hiển thị thông tin hoặc trạng thái.

TCVN 13855:2023

3.43

Số giờ vận hành chế độ chờ (standby mode operating hours)

H_{SB}

Số giờ hàng năm mà bơm nhiệt vận hành ở chế độ chờ (3.42), giá trị của nó phụ thuộc vào điều kiện thiết kế được chọn và bộ bin giờ.

CHÚ THÍCH 1: Ba ví dụ về số giờ vận hành chế độ chờ được cho trong Phụ lục C.

CHÚ THÍCH 2: Được biểu thị bằng h.

3.44

Công suất chế độ chờ (standby mode power input)

P_{SB}

Công suất của bơm nhiệt khi vận hành ở chế độ chờ (3.42)

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng W.

3.45

Chế độ bộ điều nhiệt tắt (thermostat-off mode)

Chế độ tương ứng với số giờ mà tòa nhà không có nhu cầu về sưởi, tuy nhiên chức năng sưởi của bơm nhiệt vẫn bật, nhưng nó không hoạt động vì không có nhu cầu sưởi.

CHÚ THÍCH: Trạng thái bật/tắt (on/off) của chu trình trong chế độ hoạt động (3.1) không được coi là bộ nhiệt độ tắt.

3.46

Số giờ vận hành ở chế độ bộ điều nhiệt tắt (thermostat-off mode operating hours)

H_{TO}

Số giờ trong năm của bơm nhiệt được coi là ở chế độ bộ điều nhiệt tắt (3.45), giá trị của nó phụ thuộc vào điều kiện thiết kế được chọn và bộ bin giờ.

CHÚ THÍCH 1: Ba ví dụ về số giờ vận hành bộ điều nhiệt tắt được cho trong Phụ lục C.

CHÚ THÍCH 2: Được biểu thị bằng h.

3.47

Công suất ở chế độ bộ điều nhiệt tắt (thermostat-off mode power input)

P_{TO}

Công suất vào của bơm nhiệt vận hành ở chế độ bộ điều nhiệt tắt (3.45).

CHÚ THÍCH: Được biểu thị bằng W.

3.48

Nhiệt độ ra thay đổi (variable outlet)

Nhiệt độ ra của nước (nước muối) được sử dụng khi bộ điều khiển của bơm nhiệt có chế độ tự động thay đổi nhiệt độ nước (nước muối) đầu tương ứng với nhiệt độ ngoài nhà.

4 Ký hiệu

Ký hiệu	Định nghĩa	Đơn vị
Cd	Hệ số suy giảm	-
COP	Hiệu suất (hệ số hiệu quả)	kW/kW
COP _{bin}	Hiệu suất non tải	kW/kW
COP _{bin(T_i)}	Hiệu suất bin riêng	kW/kW
COPd	Hiệu suất ở năng suất công bố	kW/kW
CR	Tỷ số năng suất	kW/kW
EEl	Chỉ số hiệu suất năng lượng của bơm chất lỏng	-
h _i	Bin giờ	h
H _{HE}	Giờ sưởi ở chế độ hoạt động tương đương	h
H _{CK}	Giờ vận hành chế độ sưởi dầu	h
H _{OFF}	Giờ vận hành chế độ tắt	h
H _{SB}	Giờ vận hành chế độ chờ	h
H _{TO}	Giờ vận hành chế độ tắt bộ điều nhiệt	h
j	Số bin	-
n	Tổng số bin	-
P _{CK}	Công suất vào chế độ sưởi dầu	W
P _{Coff}	Công suất vào ở chế độ tắt	kW
P _{Con}	Công suất vào hiệu dụng với năng suất công bố	kW
P _{dh}	Năng suất sưởi công bố	kW
P _{designh}	Tải sưởi thiết kế	kW
P _{h(T_i)}	Non tải sưởi	kW
P _{OFF}	Công suất vào ở chế độ tắt	W
P _{SB}	Công suất vào ở chế độ chờ	W
P _{TO}	Công suất vào ở chế độ bộ điều nhiệt tắt	W
pl(T _i)	Tỷ số non tải cho bin nhiệt độ T _i	-
Q _H	Nhu cầu sưởi hàng năm	kWh
Q _{HE}	Tiêu thụ năng lượng sưởi hàng năm	kWh
SCOP	Hiệu suất mùa sưởi	kW/kW
SCOP _{net}	Hiệu suất mùa sưởi tinh	kW/kW
SCOP _{on}	Hiệu suất mùa ở chế độ hoạt động	kW/kW
T _{biv}	Nhiệt độ đầy tải	°C
T _{designh}	Nhiệt độ sưởi thiết kế	°C
T _i	Bin nhiệt độ (nhiệt độ ngoài nhà)	°C
T _{ol}	Nhiệt độ vận hành tới hạn	°C
elbu(T _i)	Năng suất thanh sưởi điện bổ sung	kW

5 Yêu cầu lắp đặt

5.1 Thiết bị thử và độ không đảm bảo đo

Thiết bị thử cần được thiết kế sao cho có thể đáp ứng được đầy đủ tất cả các yêu cầu của tiêu chuẩn này đối với việc điều chỉnh các giá trị đặt, tiêu chí ổn định và độ không đảm bảo đo.

Hệ thống nước hoặc các hệ thống vận chuyển chất lỏng khác cần phải tránh tạo các túi khí, đủ để đảm bảo các kết quả đo đặc không bị ảnh hưởng một cách đáng kể.

Nhiệt độ nước vào và ra của bơm nhiệt được đo ở tâm của dòng chảy và càng gần thiết bị càng tốt. Thời gian phản hồi của cảm biến nhiệt độ và khoảng thời gian lấy mẫu cần được chọn để đảm bảo độ không đảm bảo đo theo Bảng 1.

Hệ thống ống gió cần phải đủ kín để đảm bảo các kết quả đo không bị quá ảnh hưởng bởi trao đổi không khí với môi trường xung quanh.

Khi thực hành các phép đo, cần cài đặt nhiệt độ phòng cao nhất trên bộ phận điều chỉnh của bơm nhiệt hoặc hệ thống. Nếu trong hướng dẫn sử dụng, nhà sản xuất chỉ ra giá trị cài đặt nhiệt độ trên thiết bị điều khiển cho một điều kiện vận hành non tải đã cho, thì phải sử dụng giá trị đó.

Các điểm đo nhiệt độ và áp suất cần được bố trí sao cho có thể thu được các giá trị trung bình đáng kể.

Đối với việc đo nhiệt độ của không khí vào tự do, cần có yêu cầu sau:

- Tối thiểu phải có một cảm biến cho mỗi mét vuông, với không ít hơn bốn điểm đo và hạn chế không quá 20 đầu đo phân bố đều trên diện tích bề mặt lấy gió, hoặc
- Sử dụng một dụng cụ lấy mẫu. Nó phải bao gồm bốn đầu đo để kiểm tra tính đồng nhất nếu diện tích bề mặt lấy gió lớn hơn 1 m².

Cảm biến nhiệt độ không khí cần phải bố trí ở khoảng cách tối đa 0,25 m so với bề mặt thoáng không khí.

Đối với nước và nước muối, khối lượng riêng và nhiệt dung trong các công thức (2), (3) và (4) sẽ được xác định trong điều kiện nhiệt độ được đo đặc gần lưu lượng kế.

Độ không đảm bảo đo không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 1.

Bảng 1 – Độ không đảm bảo đo

Các đại lượng đo	Đơn vị	Độ không đảm bảo đo
Chất lỏng		
Nhiệt độ	°C	± 0,15 K
Hiệu nhiệt độ	K	± 0,15 K
Lưu lượng thể tích	m ³ /s	± 1%
Hiệu áp suất tĩnh	kPa	± 1 kPa (≤ 20 kPa) ± 5% (> 20 kPa)
Nồng độ (đối với nước muối)	%	2%
Không khí		
Nhiệt độ bầu khô	°C	± 0,2 K
Nhiệt độ bầu khô	°C	± 0,4 K
Lưu lượng thể tích	m ³ /s	± 5%
Hiệu áp suất tĩnh	Pa	± 5 kPa (≤ 100 Pa) ± 5% (> 100 Pa)
Các đại lượng điện		
Công suất	W	± 1%
Điện năng	kWh	± 1%
Điện áp	V	± 0,5%
Dòng điện	A	± 0,5%

Ngoài ra, năng suất sưởi đo phía lỏng sẽ được xác định với độ không đảm bảo đo lớn nhất theo công thức (1) không phụ thuộc vào độ không đảm bảo đo riêng lẻ của từng lần đo kể cả độ không đảm bảo đo của tính chất chất lỏng.

$$\text{Độ không đảm bảo đo lớn nhất} = 2 + (3/\text{tỷ số non tải}) \times 100 (\%) \quad (1)$$

5.2 Phòng thử phía không khí và dàn ngưng đặt xa

Kích cỡ của phòng thử cần được lựa chọn để loại trừ bất kể trở lực nào của dòng không khí ở cửa vào và ra của đối tượng thử. Luồng không khí qua phòng không được gây ra bất kỳ dòng đi tắt nào giữa hai cửa, và vì thế tốc độ gió ở hai vị trí không vượt quá được 1,5 m/s khi tắt đối tượng thử.

Trừ trường hợp do nhà sản xuất nêu ra, cửa gió ra và vào không được nhỏ hơn 1 m tính từ các bề mặt của phòng thử.

Cần tránh bất kể sự bức xạ nhiệt nào (ví dụ bức xạ mặt trời) lên thiết bị sưởi trong phòng thử, lên bơm nhiệt hoặc lên các điểm đo nhiệt độ.

5.3 Lắp đặt và nối ống của bơm nhiệt

Bơm nhiệt được lắp đặt và kết nối ống cho thử nghiệm cần tuân theo sách hướng dẫn lắp đặt và vận hành của nhà sản xuất. Nếu có một thanh sưởi dự phòng (như một tùy chọn hoặc không) thì cần phải

TCVN 13855:2023

ngắt hoặc tháo bỏ để loại trừ khỏi phép thử.

5.4 Lắp đặt bơm nhiệt gồm nhiều phần

Trong trường hợp bơm nhiệt bao gồm nhiều phần (bơm nhiệt kiểu tách nhiều cụm), các điều kiện lắp đặt sau đây phải được tuân thủ cho thử nghiệm:

- mỗi đường ống dẫn môi chất lạnh cần được lắp đặt theo chỉ dẫn của nhà sản xuất, chiều dài mỗi đường ống nằm trong khoảng từ 5 m đến 7,5 m;
- các đường ống phải được bố trí sao cho độ cao cách biệt không quá 2,5 m;
- các đường ống cần được cách nhiệt theo chỉ dẫn của nhà sản xuất;
- trừ phi bị hạn chế bởi thiết kế, một nửa chiều dài đường ống nối cần được phơi ra ở điều kiện ngoài nhà (cần lắp phía ngoài nhà), phần đường ống còn lại được lắp đặt phía trong nhà.

5.5 Điều kiện môi trường cho lắp đặt cụm trong nhà và yêu cầu về nguồn điện cấp

Điều kiện nhiệt độ của các chi tiết bơm nhiệt lắp phía trong nhà phải từ 15 °C đến 30 °C. Cần đo nhiệt độ bầu khô.

Đối với tất cả các bơm nhiệt, điện áp và tần số phải được nhà sản xuất cung cấp.

6 Cài đặt và các điều kiện thử non tải

6.1 Quy định chung

Các điểm cài đặt cho các bộ phận điều chỉnh bên trong của bơm nhiệt, ví dụ bộ điều nhiệt, rơle áp suất hoặc van hòa trộn, sẽ được cài đặt ở các giá trị đã nêu trong hướng dẫn lắp đặt và vận hành.

Nếu có nhiều điểm đặt hoặc có cả một dải điểm đặt đã được nêu, thì nhà sản xuất phải chỉ rõ một điểm dùng cho thử nghiệm.

6.2 Cài đặt cho tỷ số năng suất

Tỷ số năng suất cần thử sẽ được cài đặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Nhà sản xuất phải cung cấp cho các phòng thử nghiệm thông tin cần thiết về việc thiết lập thiết bị để vận hành ở các điều kiện công suất cần thiết theo yêu cầu. Bơm nhiệt phải vận hành liên tục suốt thời gian thử chạy non tải.

Đối với bơm nhiệt có năng suất theo cấp hay vô cấp, thì cài đặt máy nén (theo cấp hoặc tần số) phải theo từng điều kiện non tải. Nhà sản xuất phải cung cấp thông tin tài liệu hướng dẫn làm sao để có thể thu được các dữ liệu cần thiết để cài đặt tần số yêu cầu. Để cài đặt một hệ thống có điều chỉnh năng suất theo cấp hoặc vô cấp, cần phải có thợ lành nghề với kiến thức về phần mềm điều khiển. Nhà sản xuất hoặc đại lý chỉ định được phép tham dự khi hệ thống được lắp đặt và chuẩn bị cho thử nghiệm.

6.3 Cài đặt hiệu áp suất tĩnh ngoài cho cụm dàn có ống gió

Lưu lượng thể tích và hiệu áp suất cần phải dựa trên không khí tiêu chuẩn và bộ trao đổi nhiệt khô. Nếu lưu lượng thể tích không khí được cho bởi nhà sản xuất mà không có điều kiện áp suất khí quyển,

hiệu suất và độ ẩm thì được coi là cho ở điều kiện tiêu chuẩn.

Lưu lượng thể tích không khí được cho trong hướng dẫn lắp đặt và vận hành cần phải chuyển đổi sang điều kiện tiêu chuẩn. Cài đặt lưu lượng thể tích cần được tiến hành khi chỉ riêng quạt vận hành.

Tốc độ dòng khí định mức như được cho trong hướng dẫn lắp đặt và vận hành sẽ được cài đặt và áp suất tĩnh ngoài tổng (ESP) sẽ được đo.

Nếu ESP nhỏ hơn 30 Pa, thì lưu lượng không khí được giảm xuống cho đến giá trị tối thiểu này. Dụng cụ dùng để điều chỉnh ESP được duy trì ở cùng vị trí suốt trong tất cả các phép thử.

Nếu hướng dẫn lắp đặt và vận hành đã nêu là chiều dài ống gió lớn nhất cho phép là 2 m cho cả ống gió ra và vào, thì tổ máy sẽ được thử nghiệm với chiều dài ống gió và ESP được coi là bằng 0.

6.4 Cài đặt bơm nhiệt có bơm tích hợp

Đối với các bơm nhiệt có bơm nước hoặc nước muối tích hợp, áp suất tĩnh bên ngoài được cài đặt đồng thời cùng với hiệu nhiệt độ.

Nếu bơm chất lỏng có một hoặc nhiều tốc độ cố định, thì tốc độ của bơm sẽ được đặt sao cho áp suất tĩnh ngoài là nhỏ nhất.

Trường hợp bơm chất lỏng là loại vô cấp, nhà sản xuất phải cung cấp thông tin để cài đặt bơm sao cho áp suất tĩnh ngoài lớn nhất là 10 kPa.

Sai lệch các giá trị đặt không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 2. Sự sai lệch khỏi các điều kiện đã cho không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 3.

Bảng 2 – Sai lệch cho phép của các giá trị đặt

Các đại lượng đo	Sai lệch cho phép của các giá trị trung bình số học so với các giá trị đặt	Sai lệch cho phép của các giá trị đo riêng lẻ so với các giá trị đặt
Chất lỏng		
- Nhiệt độ vào	± 0,2 K	± 0,5 K
- Nhiệt độ ra	± 0,3 K	± 0,6 K
- Lưu lượng thể tích ^a	± 1%	± 2,5%
- Hiệu áp suất tĩnh	-	± 10 %
Không khí		
- Nhiệt độ vào		
- Bầu khô	± 0,3 K	± 1 K
- Bầu ướt	± 0,4 K	± 1 K
Điện áp	± 4 %	± 4 %
^a Ngoại trừ chu kỳ xả băng.		

Bảng 3 – Sai lệch cho phép cho các điều kiện thử khi bơm nhiệt đang hoạt động

Đại lượng đọc	Sai lệch cho phép của giá trị trung bình số học so với điều kiện thử quy định		Sai lệch của các số đọc riêng lẻ so với điều kiện thử quy định	
	Khoảng H ^a	Khoảng D ^b	Khoảng H ^a	Khoảng D ^b
Không khí				
- Nhiệt độ bầu khô	± 0,6 K	± 1,5 K	± 1,0 K	± 5,0 K
- Nhiệt độ bầu ướt	± 0,4 K	± 1,0 K	± 0,6 K	-
Chất lỏng				
- Nhiệt độ vào	± 0,2 K	-	± 0,5 K	-5 K
- Nhiệt độ ra	± 0,5 K	-	± 1 K	+2 K
^a Khoảng H áp dụng khi bơm nhiệt ở chế độ sưởi, ngoại trừ 10 min đầu tiên sau khi kết thúc một chu kỳ xả băng và 10 min đầu tiên sau khi khởi động lại bơm nhiệt. ^b Khoảng D áp dụng trong một chu kỳ xả băng và trong 10 min đầu tiên sau khi kết thúc một chu kỳ xả băng khi bơm nhiệt đang hoạt động ở chế độ sưởi. ^c Đối với bơm nhiệt có các bề mặt dàn trao đổi nhiệt ngoài nhà lớn hơn 5 m ² , sai lệch của nhiệt độ bầu khô vào là gấp đôi.				

6.5 Điều kiện thử non tải

Đối với thử non tải, các điều kiện thử phù hợp sẽ được chọn từ Bảng 6 đến 8 phụ thuộc vào điều kiện thiết kế lựa chọn và nhiệt độ ứng dụng. Một hoặc nhiều điều kiện thiết kế cũng như nhiệt độ ứng dụng có thể ứng dụng.

Ba điều kiện thiết kế trung bình (A), Lạnh hơn (C), và Ấm hơn (W) cũng như ba nhiệt độ ứng dụng thấp, trung bình và cao tương ứng được cho trong Bảng 4 và Bảng 5.

Bảng 4 – Các điều kiện thiết kế

Nhiệt độ thiết kế	Điều kiện thiết kế		
	Trung bình (A)	Ấm hơn (W)	Lạnh hơn (C)
- Bầu khô	- 10 °C	2 °C	- 22 °C
- Bầu ướt	- 11 °C	1 °C	-

Bảng 5 – Các ứng dụng nhiệt độ

	Ứng dụng nhiệt độ		
	Thấp	Trung bình	Cao
Nhiệt độ nước (nước muối) ra	35 °C	45 °C	55 °C

Đối với mỗi nhiệt độ ứng dụng, bơm nhiệt có thể vận hành với nhiệt độ nước ra cố định hoặc thay đổi.

Đối với nhiệt độ bầu khô không khí ngoài nhà cao hơn hoặc bằng $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ thì nhiệt độ bầu ướt lấy bằng nhiệt độ bầu khô trừ đi 1 K. Đối với nhiệt độ bầu khô không khí ngoài nhà thấp hơn $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ thì nhiệt độ bầu ướt là không xác định.

Nếu nhiệt độ vận hành tới hạn TOL công bố nhỏ hơn nhiệt độ thiết kế T_{design} nhiệt độ bầu khô ngoài nhà là bằng T_{design} cho điều kiện non tải E trong Bảng 6, Bảng 7 và Bảng 8.

Tỷ số non tải sẽ dựa trên công thức tỷ số non tải chứ không dựa trên các giá trị làm tròn đã cho đối với mỗi điều kiện trong Bảng 6 đến 8.

Bảng 6 – Ứng dụng nhiệt độ thấp – Các điều kiện non tải cho bơm nhiệt gió nước (nước muối)

Điều kiện	Tỷ số non tải				Dàn ngoài nhà	Dàn trong nhà			
						Ra cố định $^{\circ}\text{C}$	Ra thay đổi ^d $^{\circ}\text{C}$		
	%				Nhiệt độ bầu khô (ướt) vào $^{\circ}\text{C}$		A/W/C	A	W
Công thức	A	W	C	Không khí ngoài nhà					
A	$(-7 -16)/ (T_{\text{design}} - 16)$	88	n/a	61	-7(-8)	a/35	a/34	n/a	a/30
B	$(+2 -16)/ (T_{\text{design}} - 16)$	54	100	37	2(1)	a/35	a/30	a/35	a/27
C	$(+7 -16)/ (T_{\text{design}} - 16)$	35	64	24	7(6)	a/35	a/27	a/31	a/25
D	$(+12 -16)/ (T_{\text{design}} - 16)$	15	29	11	12(11)	a/35	a/24	a/26	a/24
E	$(T_{\text{ol}} -16)/ (T_{\text{design}} - 16)$				T_{ol}	a/35	a/b	a/b	a/b
F	$(T_{\text{biv}} -16)/ (T_{\text{design}} - 16)$				T_{biv}	a/35	a/c	a/c	a/c
G	$(-15 -16)/ (T_{\text{design}} - 16)$	n/a	n/a	82	-15	a/35	n/a	n/a	a/32

a Với lưu lượng nước như xác định ở điều kiện xác định thông số tiêu chuẩn: nhiệt độ ngoài nhà $+7\text{ }^{\circ}\text{C}/+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (bầu khô/bầu ướt), nhiệt độ vào và ra nước (nước muối) $+30\text{ }^{\circ}\text{C}/+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ cho bơm nhiệt với lưu lượng nước không đổi, và với hiệu nhiệt độ không đổi là 5 K đối với bơm nhiệt có lưu lượng thay đổi. Nếu lưu lượng tổng hợp nhỏ hơn lưu lượng tối thiểu thì lưu lượng tối thiểu sẽ được sử dụng với nhiệt độ ra.

b Nhiệt độ ra thay đổi phải được tính bằng nội suy từ T_{design} và nhiệt độ, nhiệt độ này là gần nhất với T_{ol} .

c Nhiệt độ ra thay đổi phải được tính bằng nội suy giữa nhiệt độ trên và dưới. Các nhiệt độ này là gần nhất với nhiệt độ đầy tải.

d Nếu nhiệt độ ra thay đổi là thấp hơn dải nhiệt độ vận hành của bơm nhiệt thì nhiệt độ tối thiểu được xem xét.

**Bảng 7 – Ứng dụng nhiệt độ trung bình –
Các điều kiện non tải cho bơm nhiệt gió nước (nước muối)**

Điều kiện	Tỷ số non tải				Dàn ngoài nhà	Dàn trong nhà			
					Nhiệt độ bầu khô (ướt) vào °C	Ra cố định °C			
	%				Không khí ngoài nhà	A/W/C	Ra thay đổi ^d °C		
Công thức	A	W	C		A	W	C		
A	$(-7 -16) / (T_{designh} - 16)$	88	n/a	61	-7(-8)	^a /45	^a /43	n/a	^a /38
B	$(+2 -16) / (T_{designh} - 16)$	54	100	37	2(1)	^a /45	^a /37	^a /45	^a /33
C	$(+7 -16) / (T_{designh} - 16)$	35	64	24	7(6)	^a /45	^a /33	^a /39	^a /30
D	$(+12 -16) / (T_{designh} - 16)$	15	29	11	12(11)	^a /45	^a /28	^a /31	^a /26
E	$(T_{oi} -16) / (T_{designh} - 16)$				T_{oi}	^a /45	^a /b	^a /b	^a /b
F	$(T_{biv} -16) / (T_{designh} - 16)$				T_{biv}	^a /45	^a /c	^a /c	^a /c
G	$(-15 -16) / (T_{designh} - 16)$	n/a	n/a	82	-15	^a /45	n/a	n/a	^a /41

a Với lưu lượng nước như xác định ở điều kiện xác định thông số tiêu chuẩn: nhiệt độ ngoài nhà +7 °C/+6 °C (bầu khô/bầu ướt), nhiệt độ vào và ra nước (nước muối) +40 °C/+45 °C cho bơm nhiệt với lưu lượng nước không đổi, và với hiệu nhiệt độ không đổi là 5 K đối với bơm nhiệt có lưu lượng thay đổi. Nếu lưu lượng tổng hợp nhỏ hơn lưu lượng tối thiểu thì lưu lượng tối thiểu sẽ được sử dụng với nhiệt độ ra.

b Nhiệt độ ra thay đổi phải được tính bằng nội suy từ $T_{designh}$ và nhiệt độ, nhiệt độ này là gần nhất với T_{oi} .

c Nhiệt độ ra thay đổi phải được tính bằng nội suy giữa nhiệt độ trên và dưới. Các nhiệt độ này là gần nhất với nhiệt độ đầy tải.

d Nếu nhiệt độ ra thay đổi là thấp hơn dải nhiệt độ vận hành của bơm nhiệt thì nhiệt độ tối thiểu được xem xét.

Bảng 8 – Ứng dụng nhiệt độ cao – Các điều kiện non tải cho bơm nhiệt gió nước (nước muối)

Điều kiện	Tỷ số non tải				Dàn ngoài nhà	Dàn trong nhà			
	%				Nhiệt độ bầu khô (ướt) vào °C	Ra cố định °C	Ra thay đổi ^d °C		
					Không khí ngoài nhà	A/W/C	A	W	C
Công thức	A	W	C	Không khí ngoài nhà	A/W/C	A	W	C	
A	$(-7 - 16) / (T_{designh} - 16)$	88	n/a	61	-7(-8)	^a /55	^a /52	n/a	^a /44
B	$(+2 - 16) / (T_{designh} - 16)$	54	100	37	2(1)	^a /55	^a /42	^a /55	^a /37
C	$(+7 - 16) / (T_{designh} - 16)$	35	64	24	7(6)	^a /55	^a /36	^a /46	^a /32
D	$(+12 - 16) / (T_{designh} - 16)$	15	29	11	12(11)	^a /55	^a /30	^a /34	^a /28
E	$(T_{oi} - 16) / (T_{designh} - 16)$				T_{oi}	^a /55	^a /b	^a /b	^a /b
F	$(T_{biv} - 16) / (T_{designh} - 16)$				T_{biv}	^a /55	^a /c	^a /c	^a /c
G	$(-15 - 16) / (T_{designh} - 16)$	n/a	n/a	82	-15	^a /55	n/a	n/a	^a /49

a Với lưu lượng nước như xác định ở điều kiện xác định thông số tiêu chuẩn: nhiệt độ ngoài nhà +7 °C/+6 °C (bầu khô/bầu ướt), nhiệt độ vào và ra nước (nước muối) +47 °C/+55 °C cho bơm nhiệt với lưu lượng nước không đổi, và với hiệu nhiệt độ không đổi là 5 K đối với bơm nhiệt có lưu lượng thay đổi. Nếu lưu lượng tổng hợp nhỏ hơn lưu lượng tối thiểu thì lưu lượng tối thiểu sẽ được sử dụng với nhiệt độ ra.

b Nhiệt độ ra thay đổi phải được tính bằng nội suy từ $T_{designh}$ và nhiệt độ, nhiệt độ này là gần nhất với T_{oi} .

c Nhiệt độ ra thay đổi phải được tính bằng nội suy giữa nhiệt độ trên và dưới. Các nhiệt độ này là gần nhất với nhiệt độ đầy tải.

d Nếu nhiệt độ ra thay đổi là thấp hơn dải nhiệt độ vận hành của bơm nhiệt thì nhiệt độ tối thiểu được xem xét.

7 Thử sưởi

7.1 Thử năng suất sưởi

Năng suất sưởi của bơm nhiệt được xác định bằng phương pháp đo trực tiếp ở bộ trao đổi nhiệt nước hoặc nước muối, bằng cách xác định lưu lượng thể tích của chất tải nhiệt và nhiệt độ vào và ra cũng như phải tính đến nhiệt dung riêng và khối lượng riêng của chất tải nhiệt.

Khi vận hành ổn định, năng suất sưởi được xác định theo công thức (2) sau:

$$P_H = q \times \rho \times C_p \times \Delta t \quad (2)$$

Trong đó:

P_H là năng suất sưởi, đơn vị là watt;

q là lưu lượng thể tích, đơn vị mét khối trên giây;

ρ là khối lượng riêng, được đo ở vị trí lưu lượng kế, tính bằng kilogam trên mét khối;

C_p là nhiệt dung riêng, được đo ở vị trí lưu lượng kế, ở áp suất không đổi, đơn vị là jun trên kilogam và kelvin;

Δt là hiệu nhiệt độ vào và ra, đơn vị là kelvin.

TCVN 13855:2023

CHÚ THÍCH 1: Lưu lượng khối lượng có thể xác định trực tiếp thay vì tích số ($q \times \rho$).

CHÚ THÍCH 2: Hiệu entanpy ΔH có thể xác định trực tiếp thay vì tích số ($C_p \times \Delta t$).

7.2 Hiệu chỉnh năng suất sưởi

7.2.1 Quy định chung

Năng suất phải bao gồm sự hiệu chỉnh do tỏa nhiệt của quạt và bơm trong nhà và / hoặc ngoài nhà, mà quạt và bơm này được tích hợp (lắp liền) vào thiết bị hoặc không, như sau.

7.2.2 Hiệu chỉnh năng suất của quạt đối với bơm nhiệt không nối ống gió

Đối với bơm nhiệt không có ống gió theo thiết kế, tức là không được phép có bất kỳ hiệu áp ngoài nào, và được trang bị quạt tích hợp trong máy thì không cần hiệu chỉnh năng suất do tỏa nhiệt từ quạt.

7.2.3 Hiệu chỉnh năng suất do quạt dàn trong phòng đối với bơm nhiệt có ống gió

7.2.3.1 Bơm nhiệt có quạt tích hợp

Nếu quạt của dàn trong nhà là một bộ phận tích hợp của dàn thì hiệu chỉnh công suất đầu vào của quạt được tính theo công thức (7) (xem 7.2.5.3.1) sẽ được trừ khỏi năng suất sưởi đo được.

7.2.3.2 Bơm nhiệt có quạt không tích hợp

Nếu quạt của dàn trong nhà không phải là một bộ phận tích hợp của dàn thì hiệu chỉnh công suất đầu vào của quạt được tính theo công thức (8) (xem 7.2.5.3.2) sẽ được cộng thêm vào năng suất sưởi đo được.

7.2.4 Hiệu chỉnh năng suất do bơm chất lỏng trong phòng

7.2.4.1 Bơm nhiệt có bơm chất lỏng tích hợp

Nếu bơm chất lỏng là một bộ phận tích hợp của bơm nhiệt thì hiệu chỉnh năng suất đầu vào của quạt được xác định theo 7.2.4.3 hoặc 7.2.4.4 sẽ được trừ khỏi năng suất sưởi đo được.

7.2.4.2 Bơm nhiệt có bơm chất lỏng không tích hợp

Nếu bơm chất lỏng là một bộ phận không tích hợp của bơm nhiệt thì hiệu chỉnh năng suất đầu vào của quạt được xác định theo 7.2.4.5 sẽ được cộng thêm vào năng suất sưởi đo được.

7.2.4.3 Hiệu chỉnh năng suất cho bơm (khuấy) tích hợp tuần hoàn không nắp bit

Nếu bơm nhiệt được trang bị với bơm khuấy tuần hoàn không nắp bit, thì hiệu chỉnh năng suất được tính theo công thức (3):

$$(q \times \Delta p_e) \times [(1 - \eta)/\eta] \quad (3)$$

Trong đó:

η là hiệu suất chung (tổng) của bơm tính theo Phụ lục B;

Δp_e là hiệu áp suất tĩnh ngoài đo được sẵn có, đơn vị là pascal;

q là lưu lượng lỏng đo được, đơn vị là mét khối trên giây.

7.2.4.4 Hiệu chỉnh năng suất cho bơm tích hợp mô tơ khô

Nếu bơm nhiệt được trang bị với bơm có mô tơ khô, thì hiệu chỉnh năng suất được tính theo công thức (4):

$$(q \times \Delta p_e) \times [(IE - \eta)/\eta] \quad (4)$$

Trong đó:

η là hiệu suất chung của bơm tính theo Phụ lục B;

Δp_e là hiệu áp suất tĩnh ngoài đo được sẵn có, đơn vị là pascal;

q là lưu lượng lỏng đo được, đơn vị là mét khối trên giây;

IE là mức hiệu suất của mô tơ.

7.2.4.5 Hiệu chỉnh năng suất cho bơm chất lỏng không tích hợp

Nếu công suất thủy lực đo được theo Phụ lục B ≤ 300 W, bơm chất lỏng được coi là dạng bơm khuấy tuần hoàn không nắp bít. Hiệu chỉnh năng suất được tính theo công thức (5):

$$[q \times (-\Delta p_e)] \times [(1 - \eta)/\eta] \quad (5)$$

Trong đó:

η là hiệu suất chung của bơm tính theo Phụ lục B;

Δp_e là hiệu áp suất tĩnh ngoài đo được sẵn có, đơn vị là pascal;

q là lưu lượng lỏng đo được, đơn vị là mét khối trên giây.

Nếu công suất thủy lực đo được theo Phụ lục C > 300 W, bơm chất lỏng được coi là dạng bơm có mô tơ khô. Hiệu chỉnh năng suất được tính theo công thức (6):

$$[q \times (-\Delta p_e)] \times [(IE - \eta)/\eta] \quad (6)$$

Trong đó:

η là hiệu suất chung của bơm tính theo Phụ lục B;

Δp_e là hiệu áp suất tĩnh ngoài đo được sẵn có, đơn vị là pascal;

q là lưu lượng lỏng đo được, đơn vị là mét khối trên giây;

IE là mức hiệu suất của mô tơ.

7.2.5 Công suất hiệu dụng đầu vào

7.2.5.1 Quy định chung

Công suất hữu ích đầu vào phải bao gồm sự hiệu chỉnh do công suất của quạt và bơm trong nhà và/hoặc ngoài trời, mà quạt và bơm này đã được tích hợp vào thiết bị hoặc không, như sau.

7.2.5.2 Hiệu chỉnh công suất vào của quạt cho bơm nhiệt không nối ống gió

Đối với bơm nhiệt không ống gió theo thiết kế, tức là không được phép có bất kỳ hiệu áp ngoài nào, và được trang bị quạt tích hợp trong máy, công suất do quạt hấp thụ sẽ bao gồm trong hiệu suất do bơm nhiệt hấp thụ.

7.2.5.3 Hiệu chỉnh công suất vào của quạt cho bơm nhiệt có nối ống gió

7.2.5.3.1 Hiệu chỉnh công suất vào của quạt tích hợp

Nếu là quạt tích hợp của bơm nhiệt, thì chỉ một phần công suất vào của mô tơ quạt sẽ được bao gồm trong công suất hiệu dụng do bơm nhiệt hấp thụ. Phần phải trừ đi từ công suất tổng do bơm nhiệt hấp thụ được tính theo công thức (7).

$$(q \times \Delta p_e) / \eta \quad (7)$$

Trong đó:

η bằng 0,3 theo quy ước;

Δp_e là hiệu áp suất tĩnh ngoài đo được sẵn có, đơn vị là pascal;

q là lưu lượng không khí danh định, đơn vị là mét khối trên giây.

7.2.5.3.2 Hiệu chỉnh công suất vào của quạt không tích hợp

Nếu bơm nhiệt không có quạt đi kèm, thì công suất đầu vào tỷ lệ thuận mà nó sẽ được bao gồm trong công suất hiệu dụng của bơm nhiệt hấp thụ bởi bơm nhiệt sẽ được tính theo công thức (8).

$$[(q \times (-\Delta p_i))] / \eta \quad (8)$$

Trong đó:

η bằng 0,3 theo quy ước;

Δp_i là hiệu áp suất tĩnh trong đo được sẵn có, đơn vị là pascal;

q là lưu lượng không khí danh định, đơn vị là mét khối trên giây.

7.2.5.4 Hiệu chỉnh công suất vào của bơm chất lỏng

7.2.5.4.1 Hiệu chỉnh công suất vào của bơm chất lỏng tích hợp

Khi bơm chất lỏng là tích hợp trong bơm nhiệt, nó sẽ được kết nối để hoạt động. Khi bơm chất lỏng được nhà chế tạo cung cấp rời, nó sẽ được kết nối để hoạt động theo chỉ dẫn của nhà chế tạo thì vẫn được coi như bơm chất lỏng tích hợp của bơm nhiệt.

Đối với bơm chất lỏng tích hợp, chỉ một phần công suất vào mô tơ bơm được bao gồm trong công suất hiệu dụng do bơm nhiệt hấp thụ. Phần công suất trừ ra khỏi công suất tổng phải tính theo công thức (9):

$$(q \times \Delta p_e) / \eta \quad (9)$$

Trong đó:

η là hiệu suất của bơm tính theo Phụ lục B;

Δp_e là hiệu áp suất tĩnh ngoài đo được sẵn có, đơn vị là pascal;

q là lưu lượng lỏng đo được, đơn vị là mét khối trên giây.

Trong trường hợp bơm chất lỏng không thể cung cấp bất kỳ hiệu áp ngoài nào, thì hiệu chỉnh đó không ứng dụng, nhưng hiệu chỉnh đó được thực hiện theo 7.5.2.3.2.

7.2.5.4.2 Hiệu chỉnh công suất vào của bơm chất lỏng không tích hợp

Nếu bơm chất lỏng không được cung cấp cùng bơm nhiệt, thì công suất vào theo tỷ lệ thuận sẽ được bao gồm trong công suất hiệu dụng mà bơm nhiệt hấp thụ, sẽ được tính theo công thức (10):

$$[q \times (-\Delta p_i)] / \eta \quad (10)$$

Trong đó:

η là hiệu suất của bơm tính theo Phụ lục B;

Δp_i là hiệu áp suất tĩnh trong đo được sẵn có, đơn vị là pascal;

q là lưu lượng lỏng đo được, đơn vị là mét khối trên giây.

7.3 Quy trình thử

7.3.1 Quy định chung

Quy trình thử bao gồm ba giai đoạn: giai đoạn điều hòa sơ bộ, giai đoạn cân bằng và giai đoạn thu thập dữ liệu. Thời gian của giai đoạn thu thập dữ liệu khác nhau phụ thuộc vào sự hoạt động của bơm nhiệt có đạt được trạng thái ổn định hay trạng thái chuyển tiếp. Quy trình thử năng suất sưởi chi tiết được giới thiệu trong Phụ lục A.

7.3.2 Giai đoạn điều hòa sơ bộ

Các trang thiết bị tái điều hòa của phòng thử và bơm nhiệt cần thử sẽ được vận hành cho đến khi đạt được dung sai thử cho trong Bảng 2 tối thiểu là 10 min. Một chu kỳ xả băng có thể kết thúc một giai đoạn điều hòa sơ bộ. Nếu chu kỳ xả băng kết thúc một giai đoạn điều hòa sơ bộ, thì bơm nhiệt cần phải vận hành ở chế độ sưởi tối thiểu là 10 min sau khi chu kỳ xả băng kết thúc.

Khuyến nghị rằng quá trình điều hòa sơ bộ kết thúc với chu kỳ xả băng tự động hoặc bằng tay khi thử ở bất kỳ điều kiện non tải nào đối với không khí ngoài trời được nêu trong Bảng 6, Bảng 7 và Bảng 8.

7.3.3 Giai đoạn cân bằng

Giai đoạn cân bằng đầy đủ kéo dài trong 1 h. Ngoại trừ như được quy định trong phép thử ở trạng thái chuyển tiếp, bơm nhiệt phải vận hành trong khi đáp ứng các dung sai cho trong Bảng 2.

7.3.4 Giai đoạn thu thập dữ liệu

Giai đoạn thu thập dữ liệu tiếp tục ngay sau giai đoạn cân bằng. Dữ liệu sẽ được thu thập như đã chỉ

TCVN 13855:2023

định cho các phương pháp thử.

Một công tơ mét tích hợp (watt-giờ) hoặc một hệ thống đo đặc sẽ được dùng để đo đặc năng lượng điện cấp cho thiết bị. Trong suốt chu kỳ xả băng và cho 10 min đầu tiên sau khi kết thúc xả băng, công tơ mét hoặc hệ thống đo đặc phải có tốc độ đo tối thiểu là mỗi 10 s.

7.4 Tính năng suất sưởi

7.4.1 Thử năng suất ở trạng thái ổn định

Một năng suất sưởi trung bình sẽ được xác định từ một tập hợp các năng suất sưởi

7.4.2 Thử năng suất ở trạng thái chuyển tiếp

Đối với bơm nhiệt mà một hoặc nhiều chu kỳ hoàn chỉnh xảy ra trong khoảng thời gian thu thập dữ liệu, thì phải áp dụng các điều sau đây. Năng suất sưởi trung bình được xác định bằng cách sử dụng năng suất tích hợp và thời gian trôi qua tương ứng với tổng số các chu kỳ hoàn chỉnh đã xảy ra trong suốt khoảng thời gian thu thập dữ liệu. Đối với thiết bị mà không có chu kỳ hoàn chỉnh xảy ra trong khoảng thời gian thu thập dữ liệu, thì phải áp dụng các điều sau đây. Năng suất sưởi trung bình phải được xác định bằng cách sử dụng năng suất tích hợp và thời gian trôi qua tương ứng với tổng khoảng thời gian thu thập dữ liệu.

7.5 Tính công suất hiệu dụng đầu vào

7.5.1 Thử ở trạng thái ổn định

Công suất điện đầu vào trung bình phải được xác định từ công suất điện tích hợp trong cùng một khoảng thời gian thu thập dữ liệu so với công suất được sử dụng để tính toán năng suất sưởi.

7.5.2 Thử ở trạng thái chuyển tiếp

Công suất điện đầu vào trung bình phải được xác định trên cơ sở của công suất điện tích hợp và thời gian tương ứng với tổng số các chu kỳ hoàn chỉnh suốt trong khoảng thời gian thu thập dữ liệu so với công suất được sử dụng để tính toán năng suất sưởi.

Đối với thiết bị mà không có chu kỳ hoàn chỉnh xảy ra suốt thời gian thu thập dữ liệu, các điều sau đây sẽ được áp dụng.

Một công suất điện vào trung bình sẽ được xác định dựa trên cơ sở công suất điện tích hợp và thời gian tương ứng với cùng thời gian thu thập dữ liệu như nhau mà nó được sử dụng cho tính toán năng suất sưởi.

7.6 Xác định hệ số suy giảm Cd

Sự suy giảm do hiệu ứng cân bằng áp suất khi bơm nhiệt tái khởi động có thể được coi là không đáng kể và bỏ qua.

Tác động duy nhất làm ảnh hưởng đến COP khi chu trình vẫn nối với nguồn điện vào còn máy nén lại đang tắt.

Công suất điện vào trong trạng thái máy nén của bơm nhiệt tắt được đo trong 5 min sau khi máy nén đã tắt được 10 min kể từ lúc phép thử non tải kết thúc, dùng dữ liệu này để xác định hệ số suy giảm. Máy nén sẽ phải tắt khi giảm dần điểm đặt trong chế độ sưởi.

CHÚ THÍCH: Việc thay đổi điểm đặt có thể thực hiện bằng cách thay đổi đường cong sưởi hoặc thay đổi điểm đặt nhiệt độ trong nhà.

Hệ số suy giảm (C_d) được xác định cho mỗi tỷ số non tải bằng công thức (11):

$$C_d = 1 - \frac{P_{\text{Coff}}}{P_{\text{Con}}} \quad (11)$$

Trong đó

P_{Coff} là công suất vào hiệu dụng trong suốt trạng thái máy nén tắt;

P_{Con} là công suất vào hiệu dụng đo được trong quá trình thử non tải tương ứng.

Để có thể đo được một công suất vào, nó là nhất quán với định nghĩa của công suất vào hiệu dụng, nếu bơm chất lỏng hoặc quạt là tích hợp của bơm nhiệt và trong vận hành ở trạng thái máy nén tắt, áp suất tĩnh hiện thời cũng sẽ được đo và công suất tổng vào khi máy nén tắt cũng sẽ được hiệu chỉnh từ công suất vào của bơm chất lỏng hoặc quạt để cung cấp áp suất tĩnh hiện thời đó, như mô tả trong Điều 6. Trong trường hợp nhận được giá trị lớn hơn giá trị đo của công suất điện vào trong trạng thái máy nén tắt, thì công suất điện vào trong trạng thái máy nén tắt sẽ là bằng 0.

Nếu bơm chất lỏng và quạt là không tích hợp trong bơm nhiệt, công suất điện khi máy nén tắt sẽ được hiệu chỉnh từ một phần công suất của bơm hoặc quạt, phần công suất ấy là cần thiết để vượt qua hiệu áp suất tĩnh được mô tả trong Điều 6, để đo công suất vào của bơm và quạt, điều đó cũng nhất quán với công suất hiệu dụng vào. Để xác định xem máy bơm chất lỏng hoặc quạt có đang hoạt động hay không, tín hiệu điều khiển phải được đo. Nếu tín hiệu điều khiển không có sẵn, thì coi như bơm chất lỏng và quạt đang vận hành.

7.7 Phương pháp đo công suất điện vào ở các chế độ bộ điều nhiệt tắt, chế độ chờ, chế độ sưởi dầu và chế độ tắt

7.7.1 Độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo lớn nhất của công suất cho các chế độ bộ điều nhiệt tắt, chế độ chờ, chế độ sưởi dầu và chế độ tắt là như sau:

- 0,3 W cho đến 10 W;
- 3% cho công suất lớn hơn 10 W.

7.7.2 Đo công suất điện vào ở chế độ bộ điều nhiệt tắt

Sau khi bơm nhiệt chạy được 30 min ở điều kiện thử "D", điểm đặt của bộ điều nhiệt giảm xuống cho đến khi máy nén dừng. Công suất vào trung bình theo thời gian sẽ được đo trong một khoảng thời gian

là 60 min bắt đầu từ 10 min sau khi máy nén dừng.

Trong trường hợp bơm nhiệt không được điều khiển bằng cảm biến trong nhà mà bằng đường cong sưởi liên quan đến nhiệt độ ngoài nhà, thì sự gia tăng nhiệt độ ngoài nhà phải được mô phỏng. Có thể thực hiện điều đó bằng cách tăng nhiệt độ cục bộ xung quanh cảm biến nhiệt độ ngoài nhà, nghĩa là cho nó vào một chậu nước hoặc thay thế nó bằng một điện trở. Nhiệt độ ngoài nhà mô phỏng sẽ được tăng lên cho đến khi máy nén dừng.

Để đo công suất vào phù hợp với định nghĩa của công suất hiệu dụng vào, nếu bơm chất lỏng và quạt là tích hợp trong bơm nhiệt và đang vận hành ở chế độ bộ điều nhiệt tắt, áp suất tĩnh hiện thời cũng sẽ được đo và công suất hiệu dụng vào tổng khi bộ điều nhiệt tắt sẽ được hiệu chỉnh từ công suất vào của bơm chất lỏng và quạt để cung cấp áp suất tĩnh hiện thời, như mô tả ở Điều 6. Trường hợp sự hiệu chỉnh thu được một giá trị lớn hơn giá trị đo của công suất điện vào ở chế độ bộ điều nhiệt tắt, thì công suất điện vào ở chế độ bộ điều nhiệt tắt tính là bằng 0.

Nếu bơm chất lỏng và quạt không tích hợp trong bơm nhiệt công suất vào khi bộ điều nhiệt tắt sẽ được hiệu chỉnh từ một phần công suất vào của bơm chất lỏng và quạt, điều đó là cần thiết để vượt qua hiệu áp suất tĩnh, như mô tả ở Điều 6. Để xác định xem máy bơm chất lỏng hoặc quạt có đang hoạt động hay không, tín hiệu điều khiển phải được đo. Nếu tín hiệu điều khiển không có sẵn, thì coi như bơm chất lỏng và quạt đang vận hành.

7.7.3 Đo công suất điện vào ở chế độ chờ

Sau khi chạy được 30 min ở điều kiện thử "D", bơm nhiệt sẽ dừng do thiết bị điều khiển. Sau 10 min, năng lượng tiêu thụ thừa được đo suốt trong 10 min tiếp theo và được giả định là tiêu thụ ở chế độ chờ. Công suất vào ở chế độ chờ là tỷ số của tiêu thụ năng lượng đo được và thời gian kéo dài của phép thử.

Trong trường hợp không thể dừng được bơm nhiệt bằng bất kỳ thiết bị điều khiển nào, công suất vào ở chế độ chờ được tính bằng công suất ở chế độ bộ điều nhiệt tắt.

7.7.4 Đo công suất điện vào ở chế độ sưởi dầu

Sau khi bơm nhiệt chạy được 30 min ở điều kiện thử "D", bơm nhiệt sẽ dừng do thiết bị điều khiển, và tiêu thụ năng lượng sẽ được đo cho 8 h bắt đầu từ 10 min sau khi máy nén dừng. Công suất vào của chế độ sưởi dầu là tỷ lệ của tiêu thụ năng lượng đo được trên thời gian kéo dài phép đo.

Xác định công suất vận hành sưởi dầu bằng cách lấy công suất đo được này trừ đi công suất chờ.

7.7.5 Đo công suất điện vào ở chế độ tắt

Tiếp theo phép thử chế độ chờ, bơm nhiệt sẽ được chuyển sang chế độ tắt trong khi vẫn cắm điện. Sau 10 min, công suất thừa được đo suốt thời gian 10 min tiếp theo và giá trị trung bình qua khoảng thời gian đó được coi là công suất vào ở chế độ tắt.

Trong trường hợp không có công tắc tắt trên bơm nhiệt (ví dụ trên cụm dàn trong nhà của máy hai

cum), thì công suất của chế độ tắt lấy bằng công suất chế độ chờ. Trường hợp không có khả năng đặt bơm nhiệt vào chế độ tắt hoặc chờ, thì công suất chế độ tắt lấy bằng công suất chế độ bộ điều nhiệt tắt.

8 Phương pháp tính hiệu suất theo mùa (SCOP)

8.1 Công thức chung để tính SCOP

SCOP được định nghĩa là nhu cầu sưởi tham chiếu hàng năm Q_H chia cho tiêu thụ năng lượng hàng năm cho sưởi Q_{HE} theo công thức (12):

$$SCOP = Q_H / Q_{HE} \quad (12)$$

Trong đó

Q_H là nhu cầu sưởi tham chiếu hàng năm, đơn vị là kWh;

Q_{HE} là tiêu thụ năng lượng hàng năm cho sưởi, đơn vị là kWh.

Một bộ bin giờ cho mỗi điều kiện thiết kế được cho trong Phụ lục C và có thể sử dụng để tính SCOP. Bất kỳ một bin giờ có sẵn nào cũng có thể sử dụng.

Các Phụ lục D và E là các phụ lục tham khảo cung cấp các ví dụ tính SCOP cho một bơm nhiệt có năng suất cố định và vô cấp tương ứng.

8.2 Tính nhu cầu sưởi hàng năm tham chiếu, Q_H

Nhu cầu sưởi tham chiếu hàng năm Q_H , đơn vị là kWh được tính theo công thức (13):

$$Q_H = P_{designh} \times H_{HE} \quad (13)$$

Trong đó

$P_{designh}$ là tải sưởi thiết kế của bơm nhiệt phù hợp với công bố của nhà chế tạo, đơn vị là kW;

H_{HE} là số giờ ở chế độ hoạt động tương đương, đơn vị là h. Số giờ cho H_{HE} được cho trong Phụ lục C hoặc số giờ bất kể nào cũng có thể được sử dụng.

8.3 Tính tiêu thụ điện hàng năm, Q_{HE}

Tiêu thụ năng lượng sưởi hàng năm Q_{HE} , đơn vị kWh, bao gồm tiêu thụ năng lượng cho chế độ hoạt động, chế độ tắt bộ điều nhiệt, chế độ chờ, chế độ tắt và chế độ sưởi dầu dựa trên cơ sở công thức (14).

Tiêu thụ năng lượng ở chế độ hoạt động bắt nguồn từ phép tính $SCOP_{on}$; xem 8.4 về cách xác định $SCOP_{on}$.

$$Q_{HE} = Q_H / SCOP_{on} + H_{TO} \times P_{TO} + H_{SB} \times P_{SB} + H_{CK} \times P_{CK} + H_{OFF} \times P_{OFF} \quad (14)$$

Trong đó

Q_H là nhu cầu sưởi hàng năm, đơn vị là kWh;

H_{TO} , H_{SB} , H_{CK} , H_{OFF} là số giờ mà bơm nhiệt được coi là làm việc ở chế độ tắt bộ điều nhiệt,

chế độ chờ, chế độ sưởi dầu và chế độ tắt, đơn vị là h.

P_{TO} , P_{SB} , P_{CK} , P_{OFF} là công suất vào ở chế độ tắt bộ điều nhiệt, chế độ chờ, chế độ sưởi dầu và chế độ tắt, đơn vị là;

$SCOP_{on}$ là hiệu suất mùa sưởi ở chế độ hoạt động, đơn vị là kW, xem 8.4.

Số giờ cho H_{TO} , H_{SB} , H_{CK} , H_{OFF} được cho ở Phụ lục C, nhưng bất kỳ số giờ nào cũng có thể ứng dụng.

8.4 Tính $SCOP_{on}$ và $SCOP_{net}$

$SCOP_{on}$ và $SCOP_{net}$ được xác định theo công thức (15) và (16).

Đối với các bơm nhiệt có thanh sưởi bổ sung thực tế hoặc giả thiết:

$$SCOP_{on} = \frac{\sum_{j=1}^n h_j [P_h(T_j)]}{\sum_{j=1}^n h_j \left[\frac{P_h(T_j) - elbu(T_j)}{COP_{bin}(T_j)} + elbu(T_j) \right]} \quad (15)$$

$$SCOP_{net} = \frac{\sum_{j=1}^n h_j [P_h(T_j) - elbu(T_j)]}{\sum_{j=1}^n h_j \left[\frac{P_h(T_j) - elbu(T_j)}{COP_{bin}(T_j)} \right]} \quad (16)$$

Trong đó

T_j là bin nhiệt độ;

J là số bin

n là tổng số bin

$P_h(T_j)$ là tải sưởi của tòa nhà cho nhiệt độ tương ứng T_j , đơn vị kW;

h_j là số của bin giờ xuất hiện ở nhiệt độ tương ứng T_j ;

$COP_{bin}(T_j)$ là giá trị COP của bơm nhiệt đối với nhiệt độ tương ứng T_j ;

$elbu(T_j)$ là năng suất yêu cầu của thanh sưởi bổ sung đối với nhiệt độ tương ứng T_j .

T_j và h_j cho trong Phụ lục C có thể dùng cho mục đích tính toán.

Nhu cầu sưởi $p_h(T_j)$ có thể xác định bằng cách nhân tải nhiệt thiết kế ($P_{designh}$) với tỷ số non tải cho mỗi bin tương ứng. Tỷ số non tải $pl(T_j)$ này được tính theo công thức (17):

$$pl(T_j) = (T_j - 16)/(T_{designh} - 16) \quad (17)$$

Trong đó

j là số bin;

T_j là bin nhiệt độ;

$T_{designh}$ là nhiệt độ thiết kế cho sưởi.

Các giá trị COP_{bin} và năng suất ở mỗi bin được xác định qua nội suy của các giá trị COP_{bin} và năng suất ở các điều kiện non tải A, B, C, D, E, F và G nơi áp dụng. Nội suy của COP_{bin} và năng suất được thực hiện giữa hai điều kiện non tải gần nhất (như đã nhắc tới ở Bảng 6, 7 và 8).

Các giá trị COP_{bin} và năng suất cho mỗi điều kiện non tải trên D được ngoại suy từ giá trị COP_{bin} và năng suất ở điều kiện non tải C và D.

Nếu năng suất của bơm nhiệt là nhỏ hơn giá trị $p_h(T_j)$, thì cần có hiệu chỉnh cho năng suất bị thiếu với một thanh sưởi điện bổ sung có $COP = 1$.

Dưới TOL (giới hạn vận hành) bơm nhiệt sẽ không chạy. Năng suất của bơm nhiệt ở nhiệt độ ngoài nhà thấp hơn TOL là 0 kW và cần cần có hiệu chỉnh cho năng suất bị thiếu với một thanh sưởi điện bổ sung có $COP = 1$.

8.5 Quy trình tính toán để xác định các giá trị COP_{bin} ở điều kiện non tải A đến G

8.5.1 Quy định chung

Ở điều kiện non tải A đến G, khi ứng dụng, có thể có hai khả năng:

- Nếu năng suất công bố của bơm nhiệt phù hợp với, hoặc thấp hơn nhu cầu sưởi yêu cầu, thì giá trị COP_d tương ứng của bơm nhiệt sẽ được sử dụng;
- Nếu năng suất công bố của bơm nhiệt cao hơn nhu cầu sưởi yêu cầu, thì chu trình bơm nhiệt phải bật-tắt. Điều đó có thể xảy ra với bơm nhiệt cố định, điều chỉnh theo bậc hoặc vô cấp. Trong trường hợp đó, một hệ số suy giảm (Cd) phải được sử dụng để tính giá trị COP_{bin} tương ứng. Phép tính có thể thực hiện theo công thức (19).

CR là tỷ số của tải sưởi trên năng suất công bố (Pdh) của bơm nhiệt ở cùng điều kiện nhiệt độ, tính theo công thức (18):

$$CR = pl(T_j) \times (P_{designh} / P_{dh}) \quad (18)$$

Trong đó

- $P_{designh}$ là tải sưởi thiết kế của tòa nhà mà bơm nhiệt phải phù hợp như với công bố của nhà chế tạo, đơn vị là kW;
- $pl(T_j)$ là tỷ số non tải như cho trong công thức (17);
- P_{dh} là năng suất công bố của bơm nhiệt ở cùng điều kiện nhiệt độ như cho điều kiện non tải A đến G nếu có.

CHÚ THÍCH: Nếu giá trị CR lớn hơn 1, thì CR lấy bằng 1.

8.5.2 Quy trình tính cho bơm nhiệt có năng suất cố định

Trong điều kiện non tải A đến G, nếu có, thì COP_{bin} được tính theo công thức (19):

$$\text{COP}_{\text{bin}} = \text{COP}_d \times \frac{\text{CR}}{\text{Cd} \times \text{CR} + (1 - \text{Cd})} \quad (19)$$

Trong đó

COP_d là COP tương ứng với năng suất công bố (Pdh) của bơm nhiệt ở cùng điều kiện nhiệt độ như điều kiện non tải A đến G, nếu có.

Cd là hệ số suy giảm;

CR là tỷ số năng suất.

Để xác định giá trị Cd, xem 7.6. Nếu Cd không được xác định bằng thử nghiệm, thì hệ số suy giảm mặc định là 0,9.

8.5.3 Quy trình tính cho bơm nhiệt có năng suất theo cấp và vô cấp

Xác định năng suất công bố và COP_d ở bước gần nhất hoặc điều chỉnh tăng dần năng suất của bơm nhiệt để đạt được tải sưởi yêu cầu.

Nếu bước đó đã đạt được tải sưởi yêu cầu sai lệch trong giới hạn $\pm 10\%$, (ví dụ từ 9,9 kW đến 8,1 kW cho tải nhiệt yêu cầu 9 kW), thì được giả định là:

- Đối với nhiệt độ trên hoặc bằng T_{bin} , là đã đạt được năng suất mục tiêu và COP đo được có thể sử dụng như COP_{bin} .
- Đối với nhiệt độ thấp hơn T_{bin} , không đạt được năng suất mục tiêu. Năng suất đo được và COP tương ứng sẽ được coi là năng suất công bố và COP_d .

Nếu bước đó không đạt được tải sưởi non tải yêu cầu trong giới hạn $\pm 10\%$, thì xác định năng suất và công suất hiệu dụng ở nhiệt độ non tải xác định đối với các bước ở hai bên của tải gia nhiệt yêu cầu. Công suất non tải ở non tải sưởi yêu cầu sẽ được xác định bằng nội suy tuyến tính giữa các kết quả từ hai bước đó. COP_d sẽ được tải sưởi non tải yêu cầu chia cho công suất non tải.

Nếu bước điều chỉnh nhỏ nhất của bơm nhiệt là lớn hơn 10% so với tải sưởi yêu cầu, thì COP_d ở tỷ số non tải yêu cầu được tính theo công thức (19) như là bơm nhiệt cố định.

9 Kết quả thử và báo cáo thử

9.1 Các dữ liệu

Các dữ liệu cần được ghi lại cho mỗi phép thử non tải được cho trong Bảng 9. Bảng này xác định những thông tin chung nhưng không có ý định giới hạn dữ liệu thu thập. Các dữ liệu này là các giá trị trung bình tính được từ giai đoạn thu thập dữ liệu, ngoại trừ việc thời gian đo.

Bảng 9 – Dữ liệu cần được ghi lại

Đại lượng đo	Đơn vị	Phương pháp entanpy nước không ống gió	Phương pháp entanpy nước có ống gió
Điều kiện môi trường			
Nhiệt độ không khí, khô	°C	x	x
Áp suất khí quyển	kPa	x	x
Đại lượng điện			
Điện áp	V	x	x
Dòng điện tổng	A	x	x
Công suất đầu vào tổng, P_T	W	x	x
Công suất hiệu dụng đầu vào tổng, P_E	W	x	x
Đại lượng nhiệt động			
a) Nước hoặc nước muối			
Nhiệt độ vào	°C	x	x
Nhiệt độ ra	°C	x	x
Lưu lượng thể tích	m ³ /s	x	x
Hiệu áp suất	kPa	x	x
b) Trao đổi nhiệt nguồn gió			
Không khí			
Nhiệt độ vào, khô	°C	x	x
Nhiệt độ vào, ướt	°C	x	x
Cho nối ống gió			
Hiệu áp suất tĩnh ngoài/ trong	Pa		x
Lưu lượng thể tích, q	m ³ /s		x
c) Máy nén			
Tốc độ vòng quay máy nén hồ	min ⁻¹	x	x
Công suất đầu vào mô tơ	W	x	x
d) Xả băng			
Thời gian xả băng	s	x	x
Chu kỳ làm việc có xả băng	min	x	x
Thời gian thu thập dữ liệu	min	x	x
Năng suất sưởi	W	x	x

9.2 Báo cáo thử

Báo cáo thử phải bao gồm ít nhất các nội dung sau:

- Ngày tháng;
- Đơn vị thử;
- Nơi thử;
- Phương pháp thử;

TCVN 13855:2023

- e) Giám sát viên thử;
- f) Ký hiệu đối tượng thử:
 - 1) Kiểu loại;
 - 2) Số seri;
 - 3) Tên nhà sản xuất;
- g) Loại môi chất lạnh;
- h) Khối lượng môi chất lạnh;
- i) Tính chất của các lưu chất.

10 Ghi nhãn

Mỗi bơm nhiệt phải có nhãn cố định bền lâu có thể đọc được một cách dễ dàng khi bơm nhiệt ở vị trí sử dụng, mang ít nhất thông tin được yêu cầu bởi các tiêu chuẩn an toàn. Nếu bơm nhiệt gồm nhiều cụm, thông tin phải được ghi trên từng cụm cùng với ký hiệu model của các cụm này.

Phụ lục A

(Quy định)

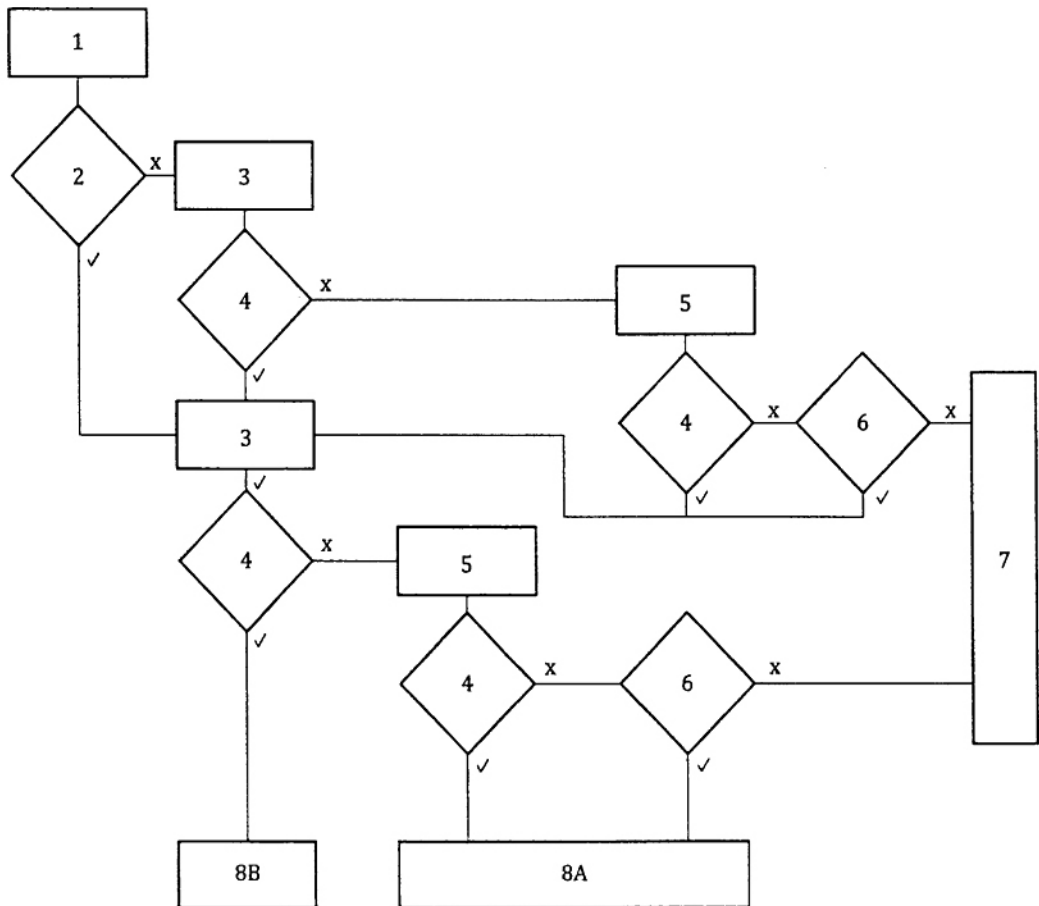
Quy trình thử năng suất sưởi cho trong 7.3

A.1 Quy định chung

Quy trình thử phải xác định xem thiết bị sẽ hoạt động ở điều kiện trạng thái ổn định hay ở chế độ chuyển tiếp do chu kỳ xả băng có thể xảy ra tùy thuộc vào điều kiện vận hành.

Quy trình được sử dụng cho cả phương pháp entanpy và phòng nhiệt lượng.

Quy trình thử được miêu tả bằng lưu đồ sau đây (xem Hình A.1). Các bước khác nhau của quy trình được giải thích bằng các điều khoản phụ sau. Các bước của sơ đồ phải ngay lập tức nối tiếp nhau.



Hình A.1 – Lưu đồ quy trình các bước

A.2 Bước 1: Điều hòa sơ bộ

Thiết bị điều hòa sơ bộ trong phòng thử nghiệm và bơm nhiệt đun nước được thử nghiệm phải khởi động và vận hành cho đến khi đạt được các dung sai cho trong Bảng 2 trong thời gian ít nhất là 10 min.

Khuyến nghị rằng việc điều hòa sơ bộ kết thúc bằng chu kỳ xả băng tự động hoặc thủ công khi thử nghiệm ở bất kỳ điều kiện xác định thông số nào đối với không khí ngoài nhà được nêu trong các Bảng 3, 4, 5, 6 và 7.

Đối với các bơm nhiệt đun nước có chu kỳ xả băng ở điều kiện xác định thông số tiêu chuẩn, tốc độ dòng nước phải được đặt tại thời điểm tương ứng, nhiệt độ nước đầu vào/đầu ra trung bình được đo trong khoảng thời gian 5 min bắt đầu từ 20 min sau khi kết thúc chu kỳ xả băng, được thực hiện bằng tay hoặc tự động.

A.3 Bước 2: Chu kỳ xả băng cưỡng bức

Khuyến nghị là kết thúc Bước 1 với một chu kỳ xả băng thực hiện bằng tay hoặc tự động, như vậy quy trình có thể tiếp tục mà không có ảnh hưởng hoặc ảnh hưởng rất nhỏ đến bơm nhiệt về cách thức đạt được các điều kiện vận hành.

Bước 2 kiểm tra xem khuyến nghị đã được tuân thủ hay chưa để quyết định bước tiếp theo của sơ đồ.

A.4 Bước 3: Chu kỳ cân bằng

Trong suốt chu kỳ cân bằng trong một giờ, bơm nhiệt đun nước phải vận hành, để đạt được dung sai thử nghiệm chỉ định trong Bảng 2, trừ phi nếu một chu kỳ xả băng xảy ra thì trong trường hợp này phải dung sai thử nghiệm theo Bảng 3.

CHÚ THÍCH: Nếu xả băng xảy ra trước khi kết thúc bước 3, thì không cần phải đợi hết toàn bộ thời gian của bước này. Phép thử có thể tiếp tục ngay với bước tiếp theo của lưu đồ.

A.5 Bước 4: Chu kỳ xả băng

Cần phải kiểm tra xem bơm nhiệt đã có chu kỳ xả băng ở bước trước đó chưa (Bước 3 hoặc Bước 4).

A.6 Bước 5: Thu thập dữ liệu

Dữ liệu phải được lấy mẫu ở các khoảng thời gian bằng nhau mỗi 30 s hoặc ngắn hơn, trừ phi trong các chu kỳ xả băng như chỉ định dưới đây, cho khoảng thời gian 70 min.

Trong các chu kỳ xả băng, cộng với 10 min đầu tiên sau khi kết thúc xả băng, dữ liệu được sử dụng để đánh giá năng suất sưởi tích hợp và công suất đầu vào tích hợp của bơm nhiệt đun nước phải lấy mẫu thường xuyên hơn, với các khoảng thời gian bằng nhau, mỗi 10 s hoặc ít hơn.

Khi sử dụng phương pháp entanpy không khí trong nhà, những dữ liệu được lấy mẫu thường xuyên hơn này bao gồm sự thay đổi nhiệt độ bầu khô bên trong nhà. Khi sử dụng phương pháp nhiệt lượng kế, các dữ liệu được lấy mẫu thường xuyên hơn này bao gồm tất cả các phép đo cần thiết để xác định năng suất bên trong nhà.

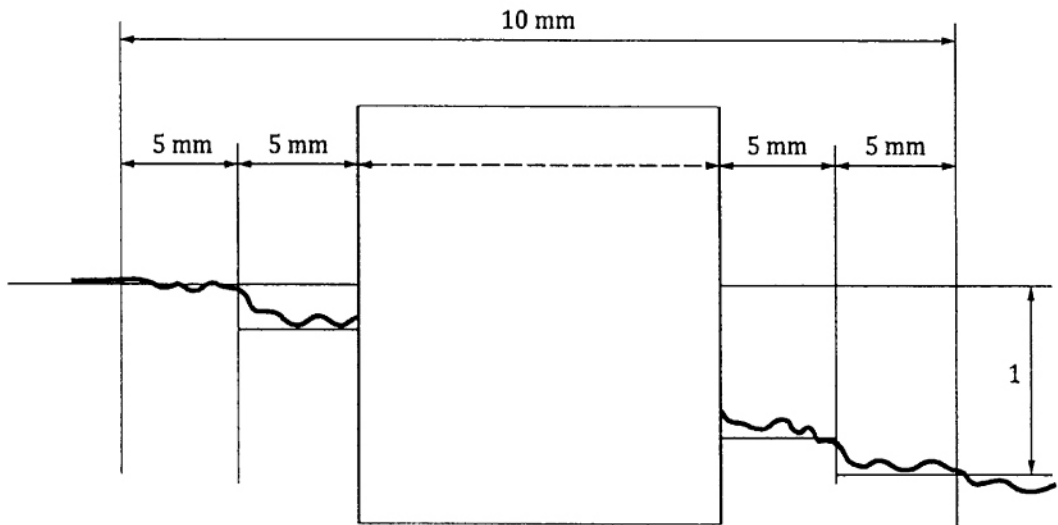
Đối với bình đun nước bơm nhiệt tự động tắt quạt trong nhà trong quá trình xả băng, đóng góp của nhiệt sưởi thực được phân phối và / hoặc sự thay đổi nhiệt độ bầu khô bên trong nhà phải được gán giá trị bằng 0 khi quạt trong nhà tắt, nếu sử dụng phương pháp entanpy không khí trong nhà. Nếu sử dụng phương pháp nhiệt lượng kế, việc tích hợp năng suất phải tiếp tục trong khi quạt trong nhà tắt.

Hiệu nhiệt độ vào và ra của chất tải nhiệt của dàn trao đổi nhiệt trong nhà phải được đo trong giai đoạn thu thập dữ liệu (Bước 5). Cho mỗi khoảng thời gian 5 min trong suốt giai đoạn thu thập dữ liệu, hiệu nhiệt độ trung bình phải được tính, $\Delta T_i(t)$.

Hiệu nhiệt độ trung bình trong 5 min đầu tiên của giai đoạn thu thập dữ liệu, $\Delta T_i(\tau=0)$ phải được lưu lại cho mục đích tính toán phần trăm thay đổi sau:

$$\% \Delta T = \frac{\Delta T_i(\tau=0) - \Delta T_i(\tau)}{\Delta T_i(\tau=0)} \quad (\text{A.1})$$

Hình A.2 sau đây minh họa sự tăng nhiệt độ trong Bước 5 và các tính $\% \Delta T$.



Hình A.2 - Thu thập dữ liệu

CHÚ THÍCH: Nếu xảy ra xả băng trước khi Bước 5 kết thúc, thì không cần phải đợi hết toàn bộ thời gian của bước này. Phép thử có thể tiếp tục ngay với bước tiếp theo của lưu đồ.

A.7 Bước 6: Biến thiên của $\% \Delta T$

Nếu lượng $\% \Delta T$ không vượt quá 2,5 % và các dung sai thử nghiệm quy định trong Bảng 2 được thỏa mãn trong khoảng thời gian thu thập dữ liệu (Bước 5), thì phép thử năng suất sưởi phải được chỉ định là thử nghiệm trạng thái ổn định (Bước 7).

Nếu ở bất kỳ thời điểm nào của Bước 5, lượng $\% \Delta T$ vượt quá 2,5 %, thì phép thử phải tiếp tục với

bước tiếp theo của lưu đồ.

A.8 Bước 7: Vận hành ở trạng thái ổn định

Thử nghiệm được coi là ở trạng thái ổn định và phải kết thúc sau khi thu thập dữ liệu (Bước 5) trong đó các dung sai thử nghiệm quy định trong Bảng 2 đã được đáp ứng.

Cho phép các dao động định kỳ của các đại lượng đo gây ra bởi hoạt động của các thiết bị điều chỉnh và điều khiển với điều kiện giá trị trung bình của các dao động đó không vượt quá độ sai lệch cho phép được liệt kê trong Bảng 2.

Dữ liệu từ 70 min thu thập dữ liệu được sử dụng để tính toán năng suất sưởi của thiết bị.

A.9 Bước 8: Vận hành chuyên tiếp

Thử nghiệm được coi là thử nghiệm chuyên tiếp khi có thể xảy ra các chu kỳ xả băng.

Chu kỳ xả băng bắt đầu khi hoạt động của thiết bị được hiệu chỉnh để điều chỉnh quá trình xả băng của dàn trao đổi nhiệt ngoài nhà.

CHÚ THÍCH 1: Dưới đây là một vài ví dụ về hiệu chỉnh vận hành để điều chỉnh xả băng của dàn ngoài nhà:

- Tín hiệu van 4 ngả biểu thị một thay đổi trạng thái.
- Hiệu nhiệt độ nước nhỏ hơn 0,2 K.
- Một hoặc nhiều máy nén dừng.

Một chu kỳ xả băng kết thúc khi sự vận hành của bơm nhiệt quay trở lại trạng thái ban đầu,

CHÚ THÍCH 2: Dưới đây là một vài ví dụ về hiệu chỉnh vận hành để xác định chu kỳ xả băng kết thúc:

- Tín hiệu van 4 ngả biểu thị một thay đổi trạng thái.
- Hiệu nhiệt độ nước lớn hơn 0,2 K.
- Một hoặc nhiều máy nén khởi động.

Như đã lưu ý trong Bảng 3, dung sai thử nghiệm được quy định cho hai khoảng thời gian phụ. Khoảng thời gian H bao gồm dữ liệu được thu thập trong mỗi khoảng thời gian sưởi, ngoại trừ 10 min đầu tiên sau khi kết thúc xả băng. Khoảng thời gian D bao gồm dữ liệu được thu thập trong mỗi chu kỳ xả băng cộng với 10 min đầu tiên của khoảng thời gian sưởi tiếp theo.

Tất cả dữ liệu thu thập được trong mỗi khoảng thời gian, H hoặc D, sẽ được sử dụng để đánh giá sự tuân thủ với dung sai thử nghiệm ở Bảng 3. Dữ liệu từ hai khoảng thời gian H trở lên hoặc hai khoảng thời gian D trở lên sẽ không được kết hợp và sau đó được sử dụng để đánh giá sự tuân thủ của Bảng 3. Việc tuân thủ dựa trên việc đánh giá dữ liệu từ mỗi khoảng thời gian riêng biệt.

A.10 Bước 8b

Trong bước 8b, dữ liệu phải được ghi lại cho đến khi 3 h trôi qua hoặc cho đến khi bơm nhiệt đun nước hoàn thành ba chu kỳ hoàn chỉnh trong khoảng thời gian này, tùy theo điều kiện nào xảy ra

trước, vì không xảy ra việc thu thập dữ liệu (Bước 5) sau giai đoạn cân bằng gần nhất (Bước 3). Trong bước 8a, phải đạt được dung sai thử nghiệm quy định trong Bảng 3 trong toàn bộ thời gian.

Chỉ dữ liệu từ các chu kỳ hoàn chỉnh xảy ra trong 3 h, được sử dụng để tính toán hiệu suất. Nếu không có chu kỳ hoàn chỉnh nào xảy ra trong 3 h, thì hiệu suất được tính từ dữ liệu trung bình trong 3 h.

Nếu trong khoảng thời gian 3 h trôi qua, bơm nhiệt đun nước đang thực hiện chu trình xả băng thì chu trình đó phải được hoàn thành trước khi kết thúc việc ghi dữ liệu. Một chu trình hoàn chỉnh bao gồm giai đoạn sưởi và giai đoạn xả băng; từ kết thúc xả băng đến kết thúc xả băng.

Đối với bơm nhiệt có nhiều mạch môi chất lạnh, dữ liệu được ghi lại và tính toán trong suốt khoảng thời gian 3 h bất kể trạng thái chu kỳ của mạch môi chất lạnh khác nhau nào.

Phụ lục B

(Quy định)

Xác định hiệu suất của bơm chất lỏng

B.1 Quy định chung

Phương pháp tính hiệu suất của bơm chất lỏng, dù cho bơm có phải là tích hợp hay không tích hợp của bơm nhiệt, là dựa trên quan hệ giữa hiệu suất của bơm và công suất thủy lực của nó.

B.2 Công suất thủy lực của bơm chất lỏng

B.2.1 Bơm chất lỏng là bộ phận tích hợp của bơm nhiệt

Nếu bơm là một bộ phận tích hợp của bơm nhiệt, công suất thủy lực của bơm, đơn vị là W, được xác định theo công thức:

$$P_{\text{hyd}} = q \times \Delta p_e \quad (\text{B.1})$$

Trong đó:

q là tốc độ lưu lượng lỏng đo được, đơn vị là mét khối trên giây;

Δp_e là hiệu áp suất tĩnh ngoài đo sẵn được, đơn vị là pascal.

B.2.2 Bơm chất lỏng không phải là bộ phận tích hợp của bơm nhiệt

Nếu bơm không phải một là bộ phận tích hợp của bơm nhiệt, công suất thủy lực của bơm, đơn vị là W, được xác định theo công thức:

$$P_{\text{hyd}} = q \times (-\Delta p_i) \quad (\text{B.2})$$

Trong đó:

q là tốc độ lưu lượng lỏng đo được, đơn vị là mét khối trên giây;

Δp_i là hiệu áp suất tĩnh trong đo sẵn được, đơn vị là pascal.

B.3 Hiệu suất của bơm tích hợp

B.3.1 Bơm khuấy tuần hoàn không nắp bít (glandless)

Đối với bơm khuấy tuần hoàn không nắp bít, thì tính toán hiệu suất chung η phải dựa trên Chỉ số hiệu suất năng lượng (EEI) và sử dụng công thức (B.3) sau đây:

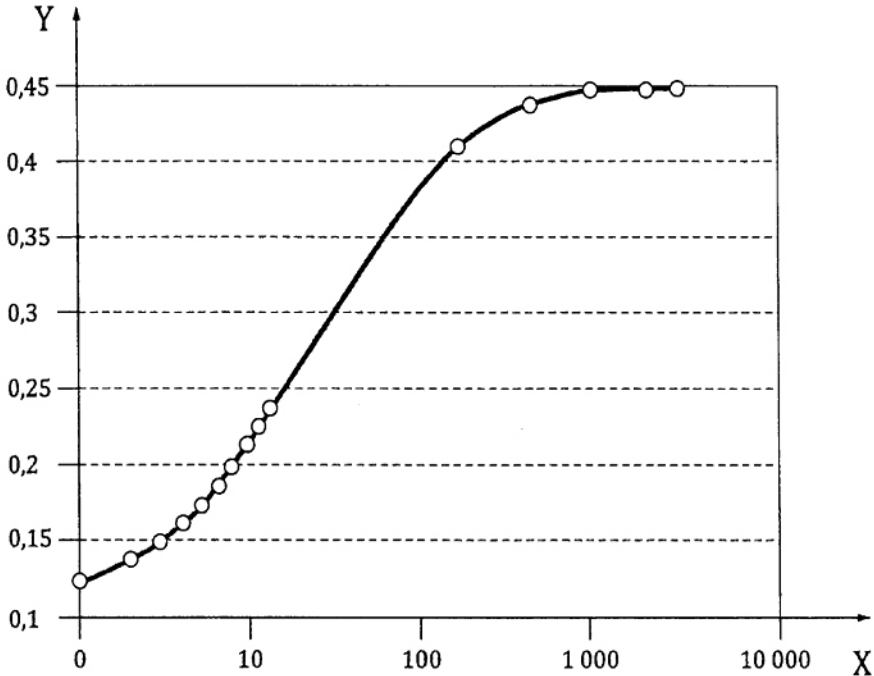
$$\eta = \frac{0,35844 \times P_{\text{hyd}}}{1,7 \times P_{\text{hyd}} + 17(1 - e^{-0,3 \times P_{\text{hyd}}})} \times \frac{C_{20}}{\text{EEI}} \quad (\text{B.3})$$

Trong đó

P_{hyd} là công suất thủy lực của bơm, đơn vị là W;

C_{20} là hệ số bám cặn bằng 0,49;

EEI là chỉ số hiệu suất năng lượng, bằng 0,23.



CHÚ DẪN:

X công suất thủy lực P_{hyd} (W) [$1 \text{ W} \leq P_{\text{hyd}} \leq 2\,500 \text{ W}$]

Y hiệu suất η (-) [$0,1250 \leq \eta \leq 0,4474$]

Hình B.1 – Sự phụ thuộc của hiệu suất bơm tuần hoàn không nắp bít vào công suất thủy lực

B.3.2 Bơm có mô tơ khô

Đối với bơm có mô tơ khô, thì tính toán hiệu suất chung η phải sử dụng công thức (B.4) hoặc công thức (B.5) cùng với công suất thủy lực của bơm.

a) Khi công suất thủy lực của bơm tính theo (B.1) nhỏ hơn hoặc bằng 500 W, thì hiệu suất của bơm tính theo công thức sau:

$$\eta = 0,0721 P_{\text{hyd}}^{0,3183} \quad (\text{B.4})$$

TCVN 13855:2023

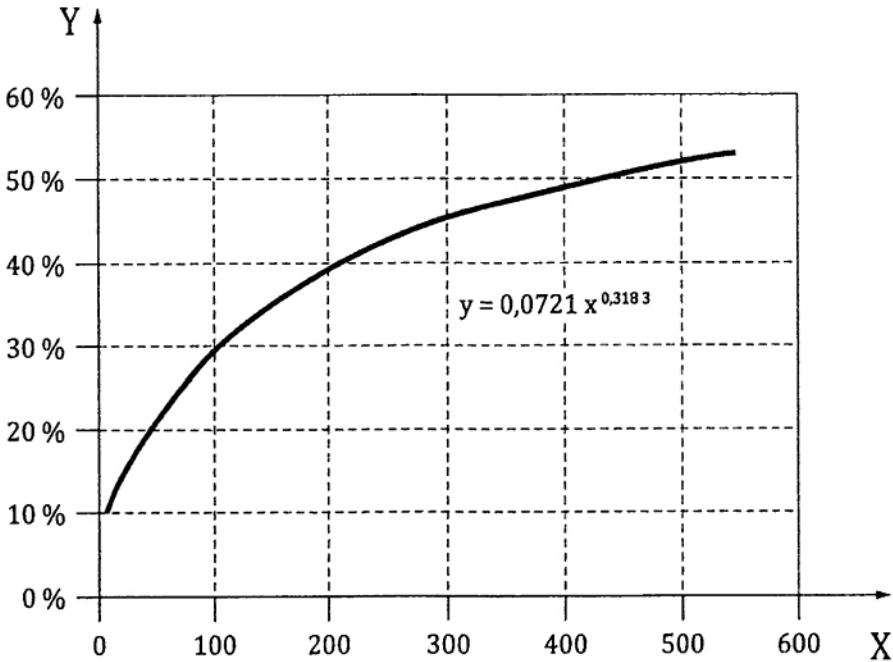
b) Khi công suất thủy lực của bơm tính theo (B.1) lớn hơn 500 W, thì hiệu suất của bơm tính theo công thức sau:

$$\eta = 0,0721 \ln(P_{hyd}) - 0,0403 \tag{B.5}$$

Trong đó

P_{hyd} là công suất thủy lực đo được của bơm, đơn vị là W;

Đồ thị của hiệu suất bơm phụ thuộc công suất thủy lực được cho dưới đây như một dạng thông tin:



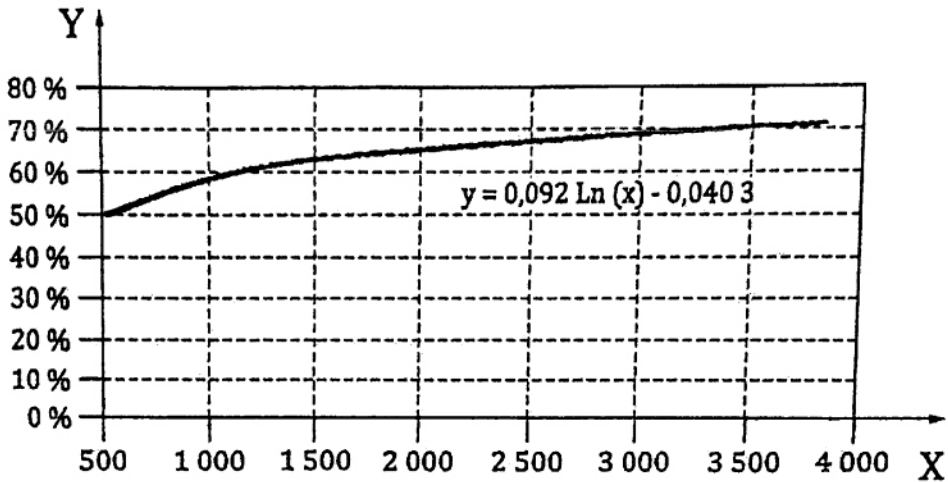
a) Hiệu suất của bơm khi công suất thủy lực của bơm nhỏ hơn hoặc bằng 500 W
(Nguồn: COSTIC)

CHÚ DẪN:

X công suất thủy lực P_{hyd}

Y hiệu suất η

Hình B.2 – Hiệu suất của bơm phụ thuộc vào công suất thủy lực



b) Hiệu suất của bơm khi công suất thủy lực của bơm lớn hơn 500 W
(ngoại suy từ đường cong COSTIC trên 1 kW)

Hình B.2 (kết thúc)

B.4 Hiệu suất của bơm không tích hợp

- Khi công suất của bơm chất lỏng tính theo (B.2) thấp hơn hoặc bằng 300 W thì hiệu suất của bơm được xác định theo công thức (B.3).
- Khi công suất của máy bơm chất lỏng tính theo (B.2) lớn hơn 300 W nhưng thấp hơn hoặc bằng 500 W thì hiệu suất của máy bơm được xác định theo công thức (B.4).
- Khi công suất của bơm chất lỏng tính theo (B.2) lớn hơn 500 W thì hiệu suất của bơm được xác định theo công thức (B.5).

Phụ lục C

(Tham khảo)

Ví dụ các bộ bin giờ và số giờ cho chế độ hoạt động,
chế độ bộ điều nhiệt tắt, chế độ chờ, chế độ tắt và chế độ sưởi dầu

Các bin sau đây giới thiệu ở Bảng C.1 có thể sử dụng cho tính toán xác định $SCOP$, $SCOP_{on}$, $SCOP_{net}$ như một tài liệu tham khảo. Nếu có sẵn bộ bin giờ khác, chúng cũng có thể được sử dụng.

Bảng C.1 - Số bin j , nhiệt độ ngoài nhà T_j đơn vị $^{\circ}C$ và số giờ mỗi bin h_j tương ứng với điều kiện thiết kế “trung bình”, “ấm hơn” và “lạnh hơn”

j #	T_j $^{\circ}C$	Ấm hơn h_{jw} h	Trung bình h_{jA} h	Lạnh hơn h_{jc} h
1 đến 8	- 30 đến - 23	0	0	0
9	-22	0	0	1
10	-21	0	0	6
11	-20	0	0	13
12	-19	0	0	17
13	-18	0	0	19
14	-17	0	0	26
15	-16	0	0	39
16	-15	0	0	41
17	-14	0	0	35
18	-13	0	0	52
19	-12	0	0	37
20	-11	0	0	41
21	-10	0	1	43
22	-9	0	25	54
23	-8	0	23	90
24	-7	0	24	125
25	-6	0	27	169
26	-5	0	68	198
27	-4	0	91	278
28	-3	0	89	306
29	-2	0	165	454
30	-1	0	173	385
31	0	0	240	490

Bảng C.1 (kết thúc)

j #	T _j °C	Ấm hơn h _w h	Trung bình h _{JA} h	Lạnh hơn h _{jc} h
32	1	0	280	533
33	2	3	320	380
34	3	22	357	228
35	4	63	356	261
36	5	63	303	279
37	6	175	330	229
38	7	162	326	269
39	8	259	348	233
40	9	360	335	230
41	10	428	315	243
42	11	430	215	191
43	12	503	169	146
44	13	444	151	150
45	14	384	105	97
46	15	294	74	61
Tổng		3590	4910	6446

Các giờ cho trong Bảng C.2 và C.3 sau đây có thể tham khảo dùng để tính SCOP.

Bảng C.2 - Số giờ của chế độ hoạt động, bộ điều nhiệt tắt, chờ và sưởi dầu

Chế độ	Chỉ sưởi			Có thể đảo chiều		
	"A" h	"W" h	"C" h	"A" h	"W" h	"C" h
Chế độ tắt (H _{OFF})	3672	4416	2208	0	0	0
Bộ điều nhiệt tắt (H _{TO})	178	754	106	178	754	106
Chờ (H _{SB})	0	0	0	0	0	0
Số giờ hoạt động sưởi tương đương (H _{HE})	2066	1336	2465	2066	1336	2465

Bảng - C.3 Số giờ dùng cho chế độ sưởi dầu

Chế độ	Chỉ sưởi			Có thể đảo chiều		
	"A" h	"W" h	"C" h	"A" h	"W" h	"C" h
Chế độ sưởi dầu (H _{CK})	3850	5170	2314	178	754	106

Phụ lục D

(Tham khảo)

**Tính SCOP cho bơm nhiệt có năng suất cố định dùng cho
ứng dụng ở nhiệt độ thấp – Ví dụ**

Phụ lục D cung cấp một ví dụ tính cho loại bơm nhiệt năng suất cố định với những dữ liệu cần thiết để tính SCOP (Bảng D.1), và các bảng tính cho $SCOP_{on}$ (Bảng D.2) cũng như $SCOP_{net}$ (Bảng D.3).

Hình D.1 minh họa vị trí của điều kiện thử non tải ở cả tải nhiệt và đường cong năng suất bơm nhiệt phụ thuộc vào nhiệt độ ngoài nhà. Khu vực vận hành của bơm nhiệt và thanh sườn dự phòng liên quan đến nhiệt độ biv cũng được chỉ ra.

- $P_{designh}$: 11,46 kW
- T_{biv} : -6 °C
- T_{ot} : -10 °C
- Điều kiện thiết kế: Trung bình

Từ Bảng 6, COP_{bin} có thể xác định cho mỗi tỷ số non tải và cho cụm dàn trong nhà và ngoài nhà.

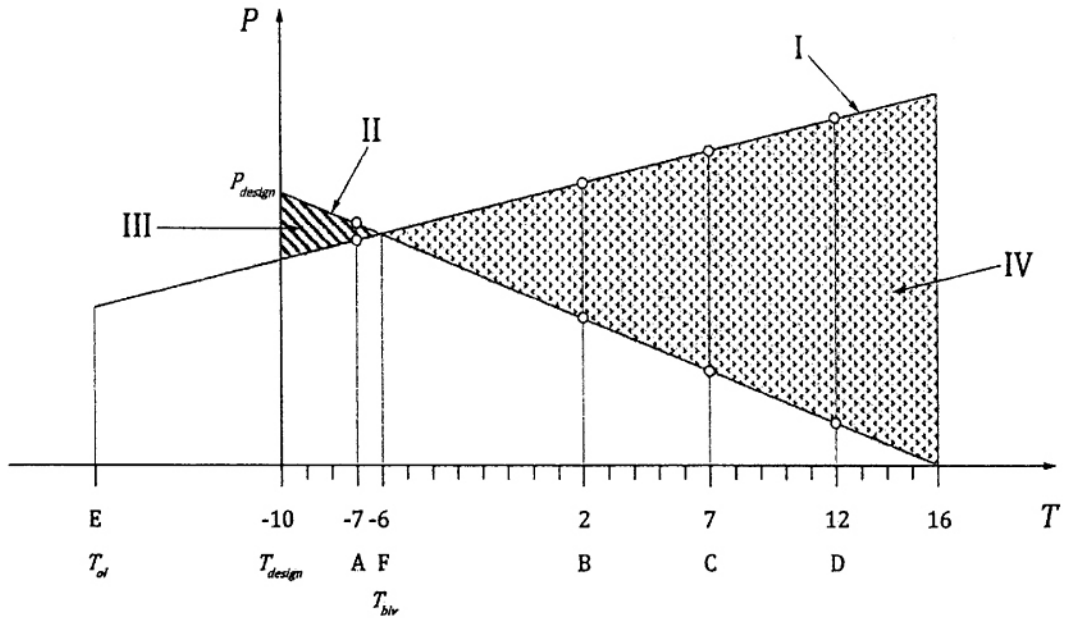
Bảng D.1 – Dữ liệu cho SCOP

	Cụm ngoài nhà	Cụm trong nhà	Tỷ số non tải %	Năng suất non tải kW	Năng suất đo được kW	COP ở năng suất đo được COP_d	C_d	CR ^a	COP ở non tải [Công thức (19)] COP_{bin}
	Nhiệt độ ngoài nhà °C	Nhiệt độ của nước (nước muối) ra thay đổi °C							
A	-7	34	88,5	10,14	9,55	3,26	0,9	1 ^b	3,26
B	2	30	53,8	6,17	11,17	4,00	0,9	0,55	3,70
C	7	27	34,6	3,97	12,66	4,91	0,9	0,31	4,03
D	12	24	15,4	1,76	14,3	5,5	0,9	0,12	3,21
T_{ot}	-10	35	100	11,46	7,8	2,6	0,9	1 ^b	2,6
T_{biv}	-6	33	84,6	9,7	9,7	3,3	0,9	1	3,3

^a CR = non tải chia cho năng suất đo được

^b Khi năng suất đo được nhỏ hơn non tải, giá trị CR được xem là bằng 1 và như vậy $COP_{bin}(T_i) = COP_d$.

Các số in đậm là để tính bin. Các giá trị tương ứng cho các bin khác được nội suy hoặc ngoại suy từ các giá trị trình bày trong Bảng D.1.



CHÚ DẪN:

T Nhiệt độ ngoài nhà, °C

P Năng suất tải, kW

I Đường năng suất công bố và các năng suất công bố ở điều kiện A, B, C và D

II Đường cong tải và năng suất non tải ở điều kiện A, B, C và D

III Thanh điện trở sưởi bổ sung

IV Chuyển đổi bật/tắt

T_{design} Nhiệt độ thiết kế tham chiếu

T_{biv} Nhiệt độ biv (nhiệt độ đầy tải)

Hình D.1 - Sơ đồ tổng quan của các điểm tính $SCOP_{on}$

Phụ lục E

(Tham khảo)

**Tính SCOP cho bơm nhiệt có năng suất vô cấp
dùng cho ứng dụng nhiệt độ thấp – Ví dụ**

Phụ lục E cung cấp một ví dụ tính cho loại bơm nhiệt năng suất điều chỉnh vô cấp với những dữ liệu cần thiết để tính SCOP (Bảng E.1), và các bảng tính cho $SCOP_{on}$ (Bảng E.2) cũng như $SCOP_{net}$ (Bảng E.3).

Hình E.1 minh họa vị trí của điều kiện thử non tải ở đường cong năng suất bơm nhiệt phụ thuộc vào nhiệt độ ngoài nhà. Khu vực vận hành của bơm nhiệt và thanh sườn dự phòng liên quan đến nhiệt độ biv cũng được chỉ ra.

- $P_{designh}$: 7 kW
- T_{biv} : -7 °C
- T_{ol} : -10 °C
- Điều kiện thiết kế: Trung bình

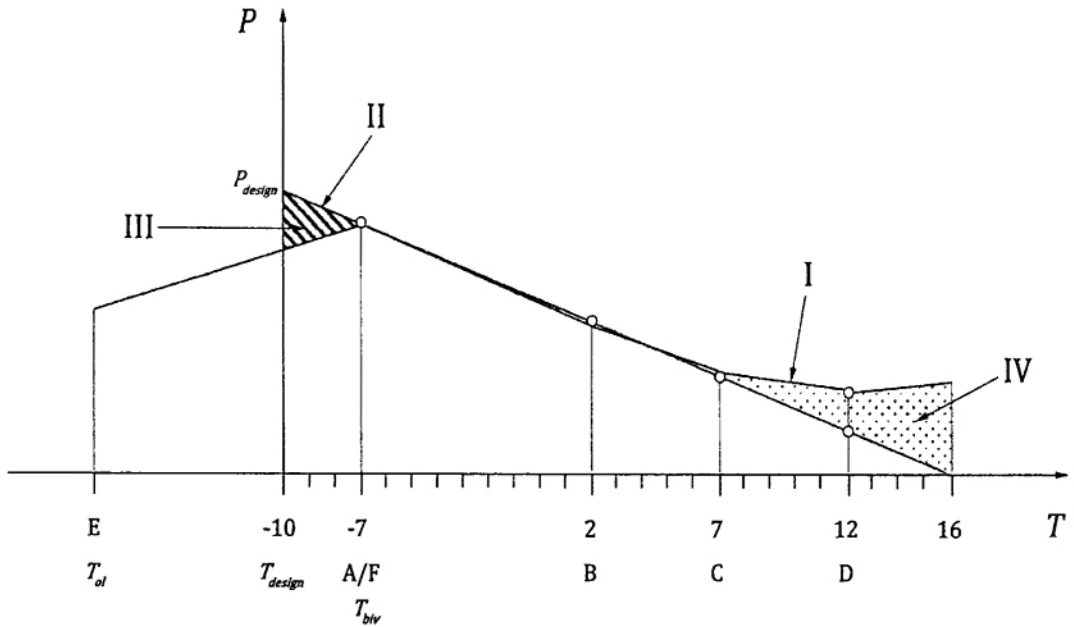
Từ Bảng 6, COP_{bin} có thể xác định cho mỗi tỷ số non tải và cho các điều kiện cụm dàn trong nhà và dàn ngoài nhà.

Bảng E.1 - Dữ liệu thử để tính SCOP

	Dàn ngoài nhà	Dàn trong nhà	Tỷ số non tải	Năng suất non tải	Năng suất đo được	COP ở năng suất đo được	Cd	CRa	COP ở non tải (Công thức (19)) COP_{bin}
	Nhiệt độ ngoài nhà	Nhiệt độ nước (nước muối) vô cấp ra							
	°C	°C							
A	-7	34	88,0	6,16	6,2	2,03	0,9	1	2,03
B	2	30	54,0	3,78	3,62	3,92	0,9	1	3,92
C	7	27	35,0	2,45	2,54	5,18	0,9	1	5,18
D	12	24	15,0	1,05	3,21	7,37	0,9	0,33	6,12
T_{ol}	-10	35	100	7,0	5,75	1,93	0,9	1 ^b	1,93
T_{biv}	-7	34	88,0	6,16	6,20	2,02	0,9	1	2,03

^a $CR = \text{non tải chia cho năng suất đo được}$
^b Khi năng suất đo được nhỏ hơn non tải, giá trị CR được coi là bằng 1 và như vậy $COP_{bin}(T_i)$ bằng COP_d .

Các số in đậm là để tính bin. Các giá trị tương ứng cho các bin khác được nội suy hoặc ngoại suy từ các giá trị trình bày trong Bảng E.1.



CHÚ DẪN:

- T Nhiệt độ ngoài nhà, °C
- P Năng suất/ Tải, kW
- I Đường năng suất công bố và các năng suất công bố ở điều kiện A, B, C và D
- II Đường cong tải và năng suất non tải ở điều kiện A, B, C và D
- III Thanh điện trở sưởi bổ sung
- IV Chuyển đổi bật/ tắt
- T_{design} Nhiệt độ thiết kế
- T_{biv} Nhiệt độ biv

Hình E.1 - Sơ đồ tổng quan của các điểm tính $SCOP_{on}$

Bảng E.2 - Tính bin cho SCOP_{on}

	Bin	Nhiệt độ ngoài nhà (khô)	Số giờ	Tải sưởi	Tải sưởi do bơm nhiệt đáp ứng	Năng suất thanh sưởi bổ sung	Tiêu thụ năng lượng hàng năm của thanh sưởi	COP _{bin} (T _j)	Nhu cầu sưởi hàng năm	Năng lượng tiêu thụ hàng năm + thanh sưởi ^a
	j	T _j °C	h _j h	P _h (T _j) kW	- kW	elbu(T _j) kW	h _j ×elbu(T _j) kWh	- -	h _j ×P _h (T _j) kWh	- kWh
E	21	-10	1	7	5,75	1,25	1,25	1,93	7	4
	22	-9	25	6,72	5,88	0,84	21	1,97	168	96
	23	-8	23	6,44	6,02	0,42	9,66	2	148	79
A	24	-7	24	6,16	6,16	0	0	2,03	148	73
F	25	-6	27	5,86	5,86	0	0	2,24	158	71
	26	-5	68	5,6	5,6	0	0	2,45	380	155
	27	-4	91	5,34	5,34	0	0	2,66	486	183
	28	-3	89	5,08	5,08	0	0	2,87	452	158
	29	-2	165	4,82	4,82	0	0	3,08	795	258
	30	-1	173	4,56	4,56	0	0	3,29	789	240
	31	0	240	4,3	4,3	0	0	3,5	1032	295
	32	1	280	4,04	4,04	0	0	3,71	1131	305
	33	2	320	3,78	3,78	0	0	3,92	1210	309
B	34	3	357	3,53	3,53	0	0	4,18	1260	301
	35	4	356	3,26	3,26	0	0	4,43	1161	262
	36	5	303	2,99	2,99	0	0	4,68	906	194
	37	6	330	2,72	2,72	0	0	4,93	898	182
C	38	7	326	2,45	2,45	0	0	5,18	799	154
	39	8	348	2,17	2,17	0	0	5,36	755	141
	40	9	335	1,89	1,89	0	0	5,55	633	114
	41	10	315	1,61	1,61	0	0	5,74	507	88
	42	11	215	1,33	1,33	0	0	5,93	286	48
D	43	12	169	1,05	1,05	0	0	6,12	177	29
	44	13	151	0,77	0,77	0	0	6,31	116	18
	45	14	105	0,49	0,49	0	0	6,5	51	8
	46	15	74	0,21	0,21	0	0	6,69	16	2
										3 767
									14 470	
										SCOP _{on} (Công thức 15)
										3,84

^a Năng lượng tiêu thụ hàng năm bao gồm cả thanh sưởi bổ sung được tính cho mỗi bin bằng cách nhân tỷ số nhu cầu nhiệt sưởi vào COP với số giờ của bin đó với thanh sưởi theo công thức (E.1):
 Công suất vào hàng năm với thanh sưởi = $h_j \times [(P_h(T_j) - elbu(T_j)) / COP_{bin}(T_j) + elbu(T_j)]$ (E.1)

