

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 13854-1:2023**

**ISO 19967-1:2019**

Xuất bản lần 1

**BƠM NHIỆT ĐUN NƯỚC –  
THỬ VÀ XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ TÍNH NĂNG –  
PHẦN 1: BƠM NHIỆT ĐUN NƯỚC ĐỂ CẤP NƯỚC NÓNG**

*Heat pump water heaters – Testing and rating for performance –*

*Part 1: Heat pump water heater for hot water supply*

HÀ NỘI – 2023

**Mục lục**

Lời nói đầu .....	5
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	7
4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt.....	10
5 Yêu cầu lắp đặt.....	12
6 Cài đặt và thử điều kiện thử.....	14
7 Thử tính năng và xác định năng lượng tiêu thụ.....	17
8 Kết quả thử và báo cáo thử .....	26
9 Ghi nhãn .....	29
Phụ lục A (Quy định) Biên dạng tải .....	30
Phụ lục B (Tham khảo) Xác định hệ số điều khiển thông minh SCF .....	33
Phụ lục C (Tham khảo) Dải nhiệt độ vận hành .....	40
Thư mục tài liệu tham khảo .....	42

## Lời nói đầu

TCVN 13854-1:2023 hoàn toàn tương đương với ISO 19967-1:2019.

TCVN 13854-1:2023 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.

Bộ TCVN 13854 (ISO 19967) *Bơm nhiệt đun nước – Thử và xác định thông số tính năng* gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 13854-1:2023 (ISO 19967-1:2019), *Phần 1: Bơm nhiệt đun nước để cấp nước nóng*;
- TCVN 13854-2:2023 (ISO 19967-2:2019), *Phần 2: Bơm nhiệt đun nước để sưởi*.

## **Bơm nhiệt đun nước – Thử và xác định thông số tính năng –**

### **Phần 1: Bơm nhiệt đun nước để cấp nước nóng**

*heat pump water heaters – Testing and rating for performance –*

*Part 1: Heat pump water heater for hot water supply*

#### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định điều kiện và quy trình thử để xác định các đặc tính về tính năng của bơm nhiệt đun nước nguồn gió để cấp nước nóng có máy nén chạy điện, có hoặc không có thanh điện trở bổ sung, kết nối với hoặc bao gồm chỉ một bình chứa nước nóng. Các bình chứa nước nóng, được kết nối nối tiếp hay song song và vận hành thủy lực như một bình chứa đơn, được coi là một bình chứa nước nóng. Trong trường hợp bơm nhiệt đun nước 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.

CHÚ THÍCH: Tiêu chuẩn này không áp dụng cho quy trình thử nghiệm đối với bơm nhiệt đun nước vận hành đồng thời để cấp nước nóng và sưởi phòng. "Vận hành đồng thời" nghĩa là cấp nước nóng và sưởi phòng xảy ra đồng thời hoặc có thể là xen kẽ.

#### **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**

**Bơm nhiệt đun nước để cấp nước nóng** (heat pump water heaters for hot water supply)

Bơm nhiệt đun nước nguồn gió có máy nén chạy điện, có hoặc không có thanh điện trở bổ sung và được kết nối với hoặc bao gồm một bình chứa nước nóng để cấp nước nóng sinh hoạt.

3.2

**Cấp nước nóng (hot water supply)**

Nước đã được đun nóng dùng cho sinh hoạt hoặc các mục đích tương tự.

3.3

**Thể tích chứa (storage volume)**

$V_m$

Thể tích nước nóng đã được đo đạc, có thể chứa được trong bình chứa.

3.4

**Không khí không gian không được sưởi (non heated space air)**

Nguồn nhiệt để bơm nhiệt hấp thu nhiệt bằng thiết bị trao đổi nhiệt không khí tiếp xúc trực tiếp với không khí phía trong không gian của một tòa nhà mà nó không được sưởi.

3.5

**Hiệu suất (hệ số hiệu quả) cấp nước nóng (coefficient of performance for hot water supply)**

$COP_{HW}$

Hiệu suất được xác định bằng cách sử dụng các biên dạng tải tham chiếu và bao gồm cả các tổn thất nhiệt của bình chứa.

3.6

**Nhiệt độ nước nóng tham chiếu (reference hot water temperature)**

$\theta'_{HW}$

Nhiệt độ được xác định là giá trị nhiệt độ trung bình của các trung bình cộng nhiệt độ trong một lần xả nước nóng, kết thúc xả khi nhiệt độ nước nóng dưới 40 °C.

3.7

**Thể tích nước hòa trộn ở 40 °C (volume of mixed water at 40 °C)**

$V_{40}$

Thể tích nước tại nhiệt độ 40 °C, có cùng nhiệt hàm (enthalpy) khi nước nóng được đưa lên 40 °C ở cửa xả của bơm nhiệt đun nước.

3.8

**Bơm nhiệt giờ thấp điểm (off-peak product)**

Bơm nhiệt đun nước được kích hoạt trong chu kỳ tối đa là 8 giờ liên tục từ 22:00 đến 07:00 của mẫu khai thác 24 h.

**3.9****Biên dạng tải (profile tải/biểu đồ tải) (load profile)**

Trình tự cho sẵn của quá trình tiêu thụ nước nóng.

CHÚ THÍCH: Xem Phụ lục A.

**3.10****Nước xả (tiêu thụ) (water draw-off)**

Kết hợp cho sẵn của lưu lượng dòng chảy hữu ích, nhiệt độ nước hữu ích, nhiệt hàm hữu ích và nhiệt độ mục tiêu.

**3.11****Lưu lượng nước hữu ích (useful water flow rate)**

$f(t)$

Lưu lượng nước tối thiểu cho mục đích xả nước của biên dạng tải.

**3.12****Nhiệt độ nước hữu ích (useful water temperature)**

$T_m$

Nhiệt độ nước tối thiểu cho mục đích xả nước của biên dạng tải. Nhiệt hàm được cấp cho nước nóng khi nhiệt độ bằng hoặc trên nhiệt độ nước hữu ích và lưu lượng nước bằng hoặc trên lưu lượng nước hữu ích.

**3.13****Nhiệt hàm hữu ích (useful energy content)**

$Q_{tap}$

Nhiệt hàm của nước nóng được cung cấp ở nhiệt độ bằng hoặc trên nhiệt độ nước hữu ích, và ở lưu lượng nước bằng hoặc trên lưu lượng nước hữu ích.

**3.14****Nhiệt độ mục tiêu (target temperature)**

$T_p$

Nhiệt độ nước tối thiểu đạt được khi lượng nước xả (nước tiêu thụ) được tính là giá trị trung bình của toàn bộ lượng nước tiêu thụ.

**3.15****Năng lượng tham chiếu của biên dạng tải (reference energy of the load profile)**

$Q_{ref}$

## TCVN 13854-1:2023

Tổng của nhiệt hàm hữu ích của nước xả trong một biên dạng tải nhất định.

### 3.16

**Điều khiển thông minh (smart control)**

Thiết bị tự động thích nghi quá trình đun nước với điều kiện tiêu dùng riêng biệt với mục đích giảm năng lượng tiêu thụ.

### 3.17

**Hệ số điều khiển thông minh (smart control factor)**

SCF

Hiệu quả đun nước gia tăng thu được nhờ điều khiển thông minh.

### 3.18

**Công suất vào ở chế độ chờ (standby power input)**

$P_{es}$

Tổng công suất vào của bơm nhiệt trong phép thử ở chế độ chờ, bao gồm cả công suất vào của bơm nhiệt bù vào tổn thất nhiệt của bình chứa và công suất vào của thiết bị phụ trợ.

### 3.19

**Hiệu suất của bơm nhiệt điều khiển thông minh (coefficient of performance of smart control product)**

$COP_{smart}$

Hiệu suất của bơm nhiệt có thể được thêm lợi ích từ điều khiển thông minh.

### 3.20

**Thể tích danh định (nominal volume)**

$V_n$

Thể tích nước được gán cho bình chứa bởi nhà sản xuất và được ghi trên bình.

### 3.21

**Dải hoạt động (operating range)**

Dải làm việc của bơm nhiệt đun nước theo quy định bởi nhà sản xuất.

## 4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
SCF	Hệ số điều khiển thông minh	—
$COP_{rw}$	Hiệu suất (hệ số hiệu quả) đối với một biên dạng tải đã cho	—
$COP_{smart}$	Hiệu suất (hệ số hiệu quả) của sản phẩm điều khiển thông minh	—
$C_p$	Nhiệt dung riêng của nước	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
$\Delta p_c$	Hiệu áp suất tĩnh ngoài đo được	Pa

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
$\Delta p_1$	Hiệu áp suất tĩnh trong đo được	Pa
$f$	Lưu lượng nước tối thiểu để nước nóng đóng góp vào năng lượng tham chiếu	l/min
$f_{max}$	Lưu lượng nước tối đa của biên dạng tải đang xem xét	l/min
$f_{max}(t)$	Lưu lượng nước nóng trong quá trình xả nước	l/min
$f(t)$	Lưu lượng nước hữu ích	l/min
$i$	Chỉ số xả nước	—
$m_{act}$	Chênh lệch của hai khối lượng (đầy/rỗng) của bình chứa nước nóng	kg
$\eta$	Hiệu suất của quạt là 0,3	—
$n_{tap}$	Số lần xả nước trong biên dạng tải	—
$P_{es}$	Công suất vào ở chế độ chờ	kW
$P_s$	Công suất tiêu thụ trung bình đo được cho các bơm nhiệt giờ thấp điểm	kW
$Q_{EL-LP}$	Nhiệt năng tính được, sinh ra từ thanh sưởi điện trong cả biên dạng tải	kWh
$Q_{EL-tap}$	Nhiệt năng tính được, sinh ra từ thanh sưởi điện để đạt được nhiệt độ khai thác	kWh
$Q_{HP-tap}$	Năng lượng hữu ích trong một lần xả nước	kWh
$Q_{LP}$	Nhiệt hàm hữu ích tổng trong toàn bộ biên dạng tải	kWh
$Q_{elec}^{smart}$	Tiêu thụ năng lượng hữu ích tổng trong giai đoạn thông minh của chu kỳ thông minh	kWh
$Q_{LP}^{smart}$	Nhiệt hàm hữu ích tổng trong giai đoạn thông minh của chu kỳ thông minh	kWh
$Q_{elec}^{ref}$	Tiêu thụ điện năng tổng trong giai đoạn tham chiếu của chu kỳ thông minh	kWh
$Q_{LP}^{ref}$	Nhiệt hàm hữu ích tổng trong giai đoạn tham chiếu của chu kỳ thông minh	kWh
$Q_{elec}^{WHL,C}$	Tiêu thụ điện năng tổng của chu kỳ điều khiển WHL	kWh
$Q_{ref}$	Năng lượng tham chiếu của biên dạng tải xem xét	kWh
$Q_{tap}$	Nhiệt hàm của nước nóng được cung cấp ở nhiệt độ bằng hoặc trên nhiệt độ nước hữu ích, và ở lưu lượng nước bằng hoặc trên lưu lượng nước hữu ích	kWh
$\rho(T)$	Khối lượng riêng của nước tại nhiệt độ T	kg/m <sup>3</sup>
$t_d$	Khoảng thời gian của giai đoạn thử	s
$t_{es}$	Khoảng thời gian của chu kỳ bật-tắt (on-off) cuối cùng của của bơm nhiệt	s
$t_h$	Thời gian đun (làm nóng) nước	s
$t_{AQ}$	Thời gian từ khi bắt đầu xả nước cho đến khi $\theta_{WH}$ giảm xuống dưới 40 °C	s
$t_{tap}$	Khoảng thời gian xả nước hữu ích	s
$t_{TTC}$	Khoảng thời gian/Thời gian biên dạng tải	h
$T_{DB}$	Nhiệt độ bầu khô	°C
$T_m$	Nhiệt độ nước hữu ích tại đó nước nóng bắt đầu cung cấp năng lượng vào năng lượng tham chiếu	°C
$T_p$	Nhiệt độ mục tiêu đạt được khi xả nước	°C
$T_{WB}$	Nhiệt độ bầu ướt	°C
$\theta_{WC}$	Nhiệt độ nước lạnh vào	°C
$\theta_{WC}(t)$	Nhiệt độ nước lạnh vào trong quá trình xả nước	°C
$\theta_{WH}$	Nhiệt độ nước nóng (xuất) ra	°C
$\theta_{WH}(t)$	Nhiệt độ nước nóng trong quá trình xả nước	°C
$\theta'_{WH}$	Nhiệt độ nước nóng tham chiếu	°C
$V_{air}$	Lưu lượng thể tích không khí danh định	m <sup>3</sup> /s
$V_{fluid}$	Lưu lượng thể tích lưu chất đo được	m <sup>3</sup> /s
$V_m$	Thể tích bình chứa nước nóng đo được	l
$V_{40}$	Thể tích hỗn hợp của nước hòa trộn ở nhiệt độ 40 °C	l
$V_n$	Thể tích nước được ấn định và ghi (đánh dấu) cho bình chứa bởi nhà sản xuất	l
$W_{en-HP}$	Tiêu thụ điện năng tổng trong khoảng thời gian thử $t_h$	kWh



Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
$W_{9h-M}$	Tiêu thụ điện năng đo được trong khoảng thời gian thử $t_h$	kWh
$W_{EL-COOF}$	Hiệu chỉnh do điện năng tiêu thụ của quạt/bơm chất lỏng	kWh
$W_{EL-LP}$	Tiêu thụ điện năng tổng trong toàn bộ biên dạng tải	kWh
$W_{EL-M-LP}$	Điện năng tổng vào đo được	kWh
$W_{EL-OFF}$	Tiêu thụ năng lượng tính toán được của bơm nhiệt giờ thấp điểm	kWh
$W_{9s-HP}$	Năng lượng tổng vào trong chu kỳ bật-tắt cuối cùng	kWh
$W_{9s-M}$	Tiêu thụ năng lượng đo được trong chu kỳ bật-tắt cuối cùng	kWh

## 5 Yêu cầu lắp đặt

### 5.1 Độ không đảm bảo đo của thiết bị thử

Thiết bị thử phải được thiết kế sao cho mọi yêu cầu hiệu chỉnh của các giá trị cài đặt, phải đáp ứng được tiêu chí ổn định và độ không đảm bảo đo theo tiêu chuẩn này.

Các hệ thống nước hoặc các hệ thống trao đổi nhiệt bằng chất lỏng khác phải không có khí cuốn theo vừa đủ để bảo đảm rằng kết quả đo được không bị ảnh hưởng đáng kể.

Nhiệt độ vào và ra của nước nóng cấp được đo tại tâm của dòng chảy và gần họng nước nhất có thể. Thời gian phản ứng của cảm biến nhiệt độ và khoảng thời gian lấy mẫu phải được chọn để duy trì độ không đảm bảo đo trong Bảng 1. Hệ thống có ống gió phải đủ kín gió để đảm bảo kết quả đo không bị ảnh hưởng lớn bởi sự trao đổi khí với vùng xung quanh.

Đối với bơm nhiệt điều khiển biến tần, việc cài đặt tần số phải được thực hiện đối với mỗi điều kiện xác định thông số. Nhà sản xuất phải cung cấp tài liệu thông tin, dữ liệu và hướng dẫn cần thiết để cài đặt được tần số yêu cầu. Nếu cần thiết phải có kỹ thuật viên lành nghề có kiến thức về phần mềm điều khiển để khởi động hệ thống, nhà sản xuất hoặc đại lý được chọn phải có mặt khi hệ thống được lắp đặt và chuẩn bị thử.

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

Bảng 1 – Độ không đảm bảo đo

Đại lượng đo	Đơn vị	Độ không đảm bảo đo
<b>Cấp nước nóng</b>		
Nhiệt độ	°C	0,15 K
Hiệu nhiệt độ	K	0,15 K
Thể tích	L	2 %
Lưu lượng thể tích	l/min	2 %
Nhiệt năng	kWh	5 %
<b>Không khí (nguồn nhiệt)</b>		
Nhiệt độ bầu khô	°C	0,2 K
Nhiệt độ bầu ướt	°C	0,4 K
Lưu lượng thể tích	m <sup>3</sup> /h	5 %
Chênh lệch áp suất tĩnh	Pa	5 Pa ( $\Delta P \leq 100$ Pa) 5 % ( $\Delta P \geq 100$ Pa)
<b>Đại lượng điện</b>		
Công suất	W	Nếu $\geq 10$ W, 1 % Nếu $< 10$ W, 0,1 W
Điện năng	kWh	1 %
Điện áp	V	0,5 %
Dòng điện	A	0,5 %
<b>Môi trường</b>		
Nhiệt độ môi trường trong nhà	°C	0,5 K

## 5.2 Phòng thử cho dàn ngoài nhà của bơm nhiệt đun nước nguồn gió

Kích thước của phòng thử phải được chọn sao cho tránh mọi cản trở dòng không khí ở miệng cửa vào và cửa ra của đối tượng thử. Dòng không khí đi qua phòng không được tạo ra bypass (dòng đi tắt) giữa hai miệng, và theo đó tốc độ của dòng không khí tại hai địa điểm phải không được quá 1,5 m/s khi đối tượng thử tắt.

Trừ khi có quy định khác bởi nhà sản xuất, miệng cửa gió vào và gió ra phải cách ít nhất là 1 m so với bề mặt của phòng thử; điều này cũng áp dụng đối với bất kỳ các ống gió đo nào.

## **TCVN 13854-1:2023**

Mọi bức xạ nhiệt trực tiếp (ví dụ bức xạ mặt trời) tác động đến dàn sưởi trong phòng thử, đến bơm nhiệt hoặc đến điểm đo nhiệt độ cần phải được phòng tránh.

### **5.3 Lắp đặt và kết nối của bơm nhiệt đun nước**

Bơm nhiệt đun nước phải được lắp đặt và kết nối để thử như nhà sản xuất khuyến nghị trong sổ tay lắp đặt và vận hành. Phụ kiện được cung cấp bởi tùy chọn (ví dụ: thanh sưởi) không bao gồm trong phép thử. Các điểm đo nhiệt độ và áp suất cần phải được bố trí sao cho để đạt được giá trị trung bình tiêu biểu.

### **5.4 Lắp đặt bơm nhiệt đun nước gồm nhiều cụm**

Trong trường hợp bơm nhiệt đun nước bao gồm nhiều cụm máy lạnh (bơm nhiệt kiểu tách) những điều kiện lắp đặt sau phải được tuân thủ cho phép thử:

- a) mỗi đường môi chất lạnh phải được lắp đặt tuân theo chỉ dẫn của nhà sản xuất; chiều dài của mỗi đường này phải nằm giữa 5 m đến 7,5 m;
- b) mỗi đường phải được lắp đặt sao cho chênh lệch độ cao không quá 2,5 m;
- c) cách nhiệt đường ống phải được áp dụng theo hướng dẫn của nhà sản xuất;
- d) trừ khi bị hạn chế bởi thiết kế, ít nhất một nửa các đường kết nối nhau phải được tiếp xúc với môi trường bên ngoài phòng, số đường còn lại tiếp xúc với điều kiện môi trường bên trong phòng.

Đối với hệ thống gián tiếp khi bơm nhiệt đun nước bị tách rời khỏi bình chứa, ống nước hoặc nước muối kết nối với bình chứa phải được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà sản xuất theo chiều dài tối đa công bố hoặc 5 m, lấy giá trị nào ngắn hơn. Hệ thống đường ống phải được cách nhiệt tốt và được làm ngắn nhất có thể với ít đoạn uốn nhất có thể.

## **6 Cài đặt và điều kiện thử**

### **6.1 Quy định cung**

Các điểm cài đặt cho dụng cụ điều khiển nội bộ của bơm nhiệt như bộ điều nhiệt, role áp suất hoặc van hòa trộn phải được thiết lập đúng theo giá trị hướng dẫn lắp đặt và vận hành. Nếu có nhiều điểm đặt hoặc một dải điểm đặt được cho, thì nhà sản xuất phải chỉ định một điểm để thực hiện phép thử.

Cài đặt của bộ điều nhiệt và cài đặt của thanh sưởi điện bổ sung phải được thực hiện theo hướng dẫn lắp đặt và vận hành và phải giữ cùng một vị trí trong khi đang thử. Nếu bơm nhiệt đun nước được trang bị van hòa trộn dành cho nước nóng, van đó phải được đặt theo khuyến nghị của nhà sản xuất trong quá trình thử.

### **6.2 Cài đặt bơm nhiệt không ống gió nguồn gió**

Đối với các bơm nhiệt không ống gió, các cài đặt hiệu chỉnh được, như cửa chớp gió hay tốc độ quạt phải được đặt theo như hướng dẫn cài đặt và vận hành. Nếu không có thông tin từ nhà sản xuất, chớp gió và tốc độ quạt phải được cài đặt sao cho đạt được lưu lượng gió tối đa.

### 6.3 Cài đặt hiệu áp suất tĩnh ngoài cho bơm nhiệt có ống gió nguồn gió

Lưu lượng thể tích và hiệu áp phải dựa trên không khí ở điều kiện tiêu chuẩn cùng với dàn trao đổi nhiệt khô. Nếu lưu lượng không khí được cho bởi nhà sản xuất mà không cho áp suất khí quyển, nhiệt độ và độ ẩm, thì nó được coi là cho ở điều kiện của không khí tiêu chuẩn.

Lưu lượng không khí được công bố trong hướng dẫn lắp đặt và vận hành phải được chuyển đổi thành điều kiện không khí tiêu chuẩn. Lưu lượng không khí phải được cài đặt khi chỉ có quạt đang vận hành.

Lưu lượng không khí định mức đã nêu trong hướng dẫn lắp đặt và vận hành phải được cài đặt và kết quả là áp suất tĩnh ngoài (ESP) được đo.

Nếu ESP nhỏ hơn 30 Pa, lưu lượng không khí được giảm để đạt tới giá trị tối thiểu này. Thiết bị dùng để cài đặt ESP phải được duy trì vị trí trong tất cả các phép thử.

Nếu hướng dẫn lắp đặt và vận hành đã nêu là chiều dài ống gió tối đa cho phép là 2 m cho cả ống gió ra và vào, thì bơm nhiệt phải được thử nghiệm với chiều dài ống gió và ESP được coi là bằng 0.

### 6.4 Điều kiện thử

#### 6.4.1 Điều kiện thử chung

Các phép thử phải được tiến hành ở điều kiện thử thích hợp quy định trong Bảng 3 và Bảng 4. Sai lệch cho phép không được vượt quá các giá trị trong Bảng 2. Ngoài ra, sai lệch lớn nhất cho phép của nhiệt năng cho biên dạng tải hoàn chỉnh phải nhỏ hơn 5 %.

## 6.4.2 Điều kiện thử bổ sung

Bảng 2 – Sai lệch cho phép cho các điều kiện thử khi bơm nhiệt đang hoạt động

Số đọc	Sai lệch của các 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 <sup>a</sup>	Khoảng D <sup>b</sup>	Khoảng S <sup>c</sup>	Khoảng H <sup>a</sup>	Khoảng D <sup>b</sup>	Khoảng S <sup>c</sup>
<b>Nhiệt độ không khí</b>						
Bầu khô <sup>d</sup>	± 0,6 K	± 1,5 K		± 1,0 K	± 5,0 K	± 2,5 K
- Bầu ướt	± 0,3 K	± 1,0 K		± 0,6 K	-	
- Lưu lượng thể tích	± 5 %			± 10 %		
- Hiệu áp suất tĩnh	-			± 10 %		
- Nhiệt độ xung quanh của bình chứa (nếu không được sử dụng như nguồn nhiệt)	± 1 K			± 2 K		
<b>Cấp nước nóng</b>						
- Nhiệt độ vào	± 1 K			± 1 K		
- Lưu lượng thể tích	± 5 % (≥ 10 l/min) ± 0,5 l/min (< 10 l/min)			± 10 % (≥ 10 l/min) ± 1,0 l/min (< 10 l/min)		
<b>Điện</b>						
Điện áp	± 3 %			± 3 %		
Tần số	± 2 %			± 2 %		
<sup>a</sup> Khoảng H áp dụng khi bơm nhiệt đun nước ở chế độ sưởi, ngoại trừ 10 min đầu tiên sau khi kết thúc chu kỳ xả băng và 10 min đầu tiên sau khi khởi động lại bơm nhiệt. <sup>b</sup> Khoảng D áp dụng trong chu kỳ xả băng và trong 10 min đầu tiên sau khi kết thúc chu kỳ xả băng khi bơm nhiệt đang vận hành ở chế độ sưởi. <sup>c</sup> Khoảng S áp dụng khi máy nén đã dừng và trong 10 min đầu tiên sau khi bộ điều nhiệt nước nóng đã kích hoạt bơm nhiệt làm việc lại. <sup>d</sup> Đối với bơm nhiệt có các bề mặt dàn trao đổi nhiệt ngoài nhà lớn hơn 5 m <sup>2</sup> , sai lệch của nhiệt độ bầu khô vào là gấp đôi.						

**Bảng 3 – Điều kiện thử áp dụng được cho mọi loại hệ thống**

Đại lượng đo được	Giá trị đặt
Điện áp nguồn	Điện áp định mức
Tần số nguồn	Tần số định mức
Lưu lượng không khí	Danh định, do nhà sản xuất đưa ra Khi chỉ có một dải được đưa ra, thì các phép thử được tiến hành ở giá trị lớn nhất và nhỏ nhất
Nhiệt độ nước lạnh vào (°C)	10
Lưu lượng nước nóng (l/min)	(Xem biên dạng tải ở Phụ lục A)

**Bảng 4 - Điều kiện thử cho các loại hệ thống cụ thể**

Loại nguồn nhiệt	Nhiệt độ nguồn nhiệt là không khí khô (ướt) °C	Dải nhiệt độ môi trường xung quanh bơm nhiệt °C	Nhiệt độ môi trường xung quanh bình chứa °C
Bơm nhiệt đun nước, nguồn không khí ngoài nhà (được đặt trong nhà)	7 (6)	Từ 15 đến 30	20
Bơm nhiệt đun nước, nguồn không khí ngoài nhà (được đặt ngoài nhà)	7 (6)	Nhiệt độ nguồn nhiệt	20
Không khí không gian không được sưởi	15 (12)	Nhiệt độ nguồn nhiệt	15
Khí thải	20 (12)	Từ 15 đến 30	20

## 7 Thử tính năng và xác định năng lượng tiêu thụ

### 7.1 Quy định chung

Phương pháp thử được định rõ trong mục này được thiết kế để xác định hiệu suất của bơm nhiệt đun nước để cấp nhiệt đun nước nóng. Bơm nhiệt phải được lắp đặt và hiệu chỉnh theo điều kiện trạng thái ban đầu và theo điều kiện trạng thái hiệu chỉnh như đã cho ở Điều 5 và 6.

### 7.2 Nguyên tắc cơ bản

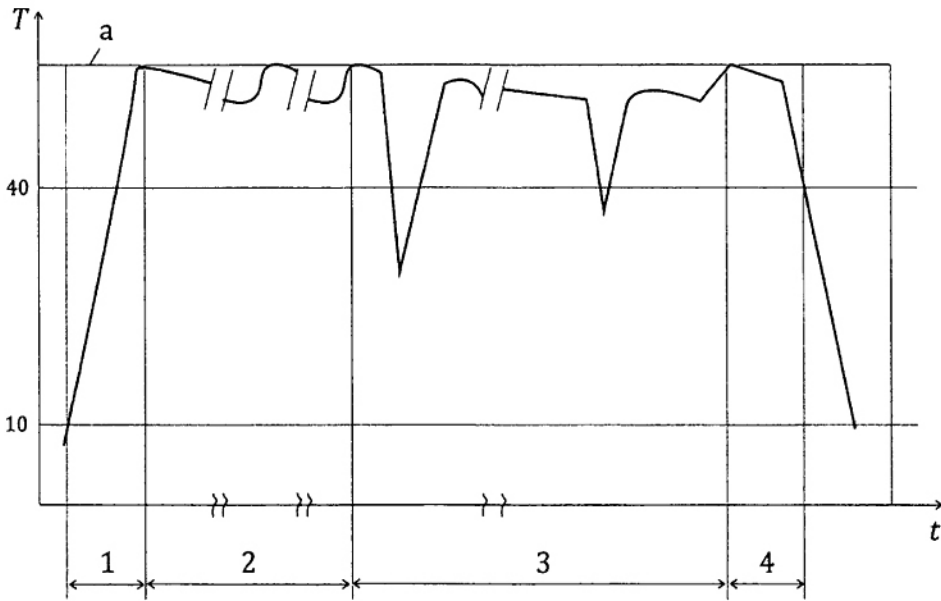
Thử nghiệm bao gồm 6 giai đoạn chính:

- [Giai đoạn A] Làm ổn định (xem 7.5);
- [Giai đoạn B] Đổ đầy và thể tích chứa (xem 7.6);
- [Giai đoạn C] Giai đoạn đổ đầy và đun (xem 7.7);

## TCVN 13854-1:2023

- [Giai đoạn D] Công suất vào ở chế độ chờ (xem 7.8);
- [Giai đoạn E] Xả nước nóng (để sử dụng) (xem 7.9);
- [Giai đoạn F] Nước hòa trộn ở 40 °C và nhiệt độ nước nóng tham chiếu (xem 7.10).

Sau khi chuẩn bị cho thử nghiệm (Giai đoạn A và B) giai đoạn thử nghiệm C đến F được thực hiện như giới thiệu trong Hình 1. Mỗi giai đoạn riêng lẻ có thể được thực hiện một cách độc lập nếu điều kiện bắt đầu là điều kiện kết thúc của giai đoạn trước đó.



### CHÚ DẪN:

- 1 [Giai đoạn C] Giai đoạn đổ đầy và đun (xem 7.7)
  - 2 [Giai đoạn D] Công suất vào ở chế độ chờ (xem 7.8)
  - 3 [Giai đoạn E] Xả nước (xem 7.9)
  - 4 [Giai đoạn F] Hòa trộn nước tại 40 °C và nhiệt độ nước nóng tham chiếu (xem 7.10)
- $T$  nhiệt độ  
 $t$  thời gian  
 $a$  điểm đặt nhiệt độ

**Hình 1 – Giai đoạn và trình tự thử nghiệm**

Tất cả các phép thử được tiến hành với điện áp danh định và tần số danh định như công bố trong các hướng dẫn lắp đặt và vận hành. Sau khi bắt đầu khởi động bơm nhiệt đun nước, nguồn điện cấp cấp được duy trì trong suốt khoảng thời gian thử còn lại.

Bất kỳ nguồn nhiệt bổ sung nào có thể tắt bởi người dùng phải được tắt trong khoảng thời gian thử, trừ khi được định sẵn bởi nhà sản xuất

### 7.3 Bơm nhiệt giờ thấp điểm

Đối với sản phẩm bơm nhiệt giờ thấp điểm, bơm nhiệt phải được lắp đặt và kết nối như trong hướng dẫn lắp đặt và vận hành. Mọi thông tin phù hợp để cài đặt khoảng thời gian mà bơm nhiệt không được phép tiếp điện trong khi bơm nhiệt vẫn được nối nguồn, được nêu ở hướng dẫn lắp đặt và vận hành, để tiến hành giai đoạn E của thử nghiệm xác định hiệu suất.

Đối với bơm nhiệt giờ thấp điểm, nguồn điện cho bơm nhiệt được tắt khi bắt đầu của giai đoạn E (biên dạng tải) và được kích hoạt lại 16 h sau.

Sau đó, lần tắt tiếp theo của máy nén bởi bộ điều nhiệt cảm biến nhiệt độ nước trong bình chứa phải được ghi nhận trong 8 h, nếu không thì bơm nhiệt không được coi là một bơm nhiệt giờ thấp điểm.

Với bơm nhiệt giờ thấp điểm, tiêu thụ công suất của các thiết bị ngoại vi phải được bao gồm trong tiêu thụ công suất ở giai đoạn E.

Nếu phép đo này chưa được thực hiện trong giai đoạn E, công suất tiêu thụ trung bình ( $P_s$ ) được xác định vào 20 min đầu tiên của giai đoạn chờ và được thêm vào công suất tiêu thụ đo được trong giai đoạn E.

Năng lượng tiêu thụ tương ứng được thêm vào giai đoạn E và phải được tính toán theo như công thức (1).

$$W_{EL-OFF} = 16 \cdot P_s \quad (1)$$

Trong đó

$W_{EL-OFF}$  là năng lượng tiêu thụ tính được của bơm nhiệt giờ thấp điểm, đơn vị kWh;

16 là thời gian tắt máy nén, đơn vị h;

$P_s$  là công suất tiêu thụ trung bình đo được khi máy nén tắt, đơn vị kW.

### 7.4 Hiệu chỉnh công suất vào

#### 7.4.1 Công suất vào của quạt cho bơm nhiệt có ống gió

Trong trường hợp, bơm nhiệt đun nước cho phép có hiệu áp suất tĩnh ngoài, thì chỉ một phần của công suất vào của động cơ quạt được tính vào công suất hiệu dụng vào của bơm nhiệt đun nước.

Nếu bơm nhiệt không có quạt được cung cấp kèm theo, thì tỷ lệ công suất vào phải được thêm vào công suất hiệu dụng của bơm nhiệt đun nước,  $W_{EL-Corr}$  đơn vị kWh, được tính theo công thức (2):

$$W_{EL-Corr} = \frac{1}{3600 \times 1000} \times \int_0^{t_1} \frac{V_{air}(t) \cdot \Delta p_i}{\eta} dt \quad (2)$$

Trong đó

$\eta$  là hiệu suất của quạt gió và quy ước bằng 0,3;



## TCVN 13854-1:2023

$\Delta p_i$  là hiệu áp suất tĩnh trong đo được, đơn vị Pa;

$V_{air}$  là lưu lượng không khí danh định, đơn vị  $m^3/s$ ;

$t_d$  là khoảng thời gian thử, đơn vị s.

Nếu một quạt gió là một bộ phận tích hợp của bơm nhiệt đun nước, thì chỉ một phần của công suất vào của động cơ quạt được bao gồm trong công suất hiệu dụng của bơm nhiệt đun nước. Phần sẽ bị loại khỏi công suất tổng của bơm nhiệt đun nước,  $W_{EL-Corr}$ , đơn vị kWh, được tính bằng công thức 3:

$$W_{EL-Corr} = \frac{1}{3600 \times 1000} \times \int_0^{t_d} \frac{V_{air}(t) \cdot \Delta p_e}{\eta} dt \quad (3)$$

Trong đó

$\eta$  là hiệu suất của quạt gió và quy ước bằng 0,3;

$\Delta p_e$  là hiệu áp suất tĩnh ngoài đã đo được, đơn vị Pa;

$V_{air}$  là lưu lượng không khí danh định, đơn vị  $m^3/s$ ;

$t_d$  là khoảng thời gian thử, đơn vị s.

### 7.5 Làm ổn định [giai đoạn A]

Bơm nhiệt được giữ ở điều kiện môi trường xung quanh cho đến khi tất cả các bộ phận của bơm nhiệt đạt tới điều kiện xung quanh  $\pm 2$  K (ít nhất là 24 h).

### 7.6 Đổ đầy và lưu chứa [giai đoạn B]

Cân bình chứa nước nóng rỗng; bao gồm cả khối lượng của vòi ống dẫn vào và/hoặc ra. Sau đó bình chứa nước nóng được đổ đầy nước như đã nêu trong hướng dẫn lắp đặt và vận hành ở áp suất nước lạnh. Nguồn nước sau đó bị cắt. Bình chứa nước nóng đã đầy phải được cân, bao gồm cả vòi. Sự chênh lệch giữa hai khối lượng ( $m_{act}$ ) phải được chuyển đổi thành thể tích (lít) theo công thức (4):

$$V_m = 1000 \times \frac{m_{act}}{\rho(T)} \quad (4)$$

Trong đó

$V_m$  là thể tích đo được của bình chứa nước nóng, tính bằng l;

$m_{act}$  là chênh lệch giữa hai khối lượng, tính bằng kg;

$\rho(T)$  là khối lượng riêng của nước, tính bằng  $kg/m^3$ .

Thể tích này phải được báo cáo bằng lít, được làm tròn đến một số thập phân. Đổ đầy và lưu chứa không được áp dụng với bơm nhiệt đun nước kết hợp thanh sưởi.

### 7.7 Giai đoạn đổ đầy và đun [giai đoạn C]

Bơm nhiệt được đổ đầy với nước lạnh, nước lạnh phải tuần hoàn trong bình chứa cho đến khi nhiệt độ ra bằng nhiệt độ vào nằm trong sai lệch cho phép ở Bảng 2. Thử nghiệm gồm có việc xác định khoảng thời gian đun cần thiết  $t_h$  để đun số lượng nước trong bình chứa từ trạng thái ban đầu cho đến khi lần đầu máy nén tắt bởi bộ điều nhiệt cảm biến nhiệt độ của nước trong bình chứa.

Trạng thái đầu tiên là ở nhiệt độ nước lạnh đang đến được xác định theo Bảng 3. Bơm nhiệt đun nước được bật. Thời gian đun nước,  $t_h$  và điện năng vào tương ứng,  $W_{ch-HP}$ , được đo từ khi bơm nhiệt đun nước được bật lên cho đến khi được tắt đi bởi bộ điều nhiệt nước nóng ở trong bình chứa, với tính toán đã được hiệu chỉnh theo 7.4, với thời gian thử  $t_d = t_h$ .

Năng lượng tiêu thụ được tính toán theo công thức (5):

$$W_{ch-HP} = W_{ch-M} - W_{EL-Corr} \quad (5)$$

Trong đó

$W_{ch-M}$  là điện năng tiêu thụ đo được trong khoảng thời gian thử  $t_h$ , đơn vị kWh;

$W_{EL-Corr}$  là hiệu chỉnh do tiêu thụ điện năng của quạt, đơn vị kWh;

$W_{ch-HP}$  là điện năng tiêu thụ tổng trong khoảng thời gian thử  $t_h$ , đơn vị kWh;

### 7.8 Công suất vào ở chế độ chờ [giai đoạn D]

Công suất vào ở chế độ chờ được xác định bởi việc đo công suất điện vào qua một số tích hợp của các chu trình bật-tắt của bơm nhiệt đun nước, khởi động bởi bộ điều nhiệt ở trong bình chứa, khi không có quá trình xả nước nóng nào được thực hiện.

Sau khi bộ điều nhiệt tắt bơm nhiệt sau giai đoạn đun nước, thì để hệ thống tiếp tục vận hành nhưng không có quá trình xả nước nóng nào qua một số chu kỳ đầy đủ hoặc qua một khoảng thời gian tối thiểu.

Thử nghiệm phải được tiến hành trong khoảng 48 giờ hoặc ít hơn nếu 6 chu trình bật-tắt đã xảy ra. Sau đó khoảng thời gian  $t_{es}$ , và năng lượng vào  $W_{es-HP}$ , đơn vị kWh, của chu trình bật-tắt cuối cùng được xác định bằng công thức (6).

$$W_{es-HP} = W_{es-M} - W_{EL-Corr} \quad (6)$$

Trong đó

$W_{es-M}$  là điện năng tiêu thụ đo được trong từ chu trình bật-tắt gần nhất, đơn vị kWh;

$W_{EL-Corr}$  là hiệu chỉnh do tiêu thụ điện của quạt, đơn vị kWh theo 7.4 với khoảng thời gian thử  $t_d = t_{es}$ ;

$W_{es-HP}$  là điện năng tiêu thụ tổng của chu trình bật tắt gần nhất, đơn vị kWh;

Công suất vào ở chế độ chờ,  $P_s$  đơn vị kW, được xác định theo công thức (7):

$$P_{es} = \frac{W_{es-HP}}{t_{es}} \cdot 3600 \quad (7)$$

Trong đó

$P_{es}$  là công suất vào ở chế độ chờ, đơn vị kW;

$W_{es-HP}$  là điện năng tiêu thụ tổng của chu trình bật tắt gần nhất, đơn vị kWh;

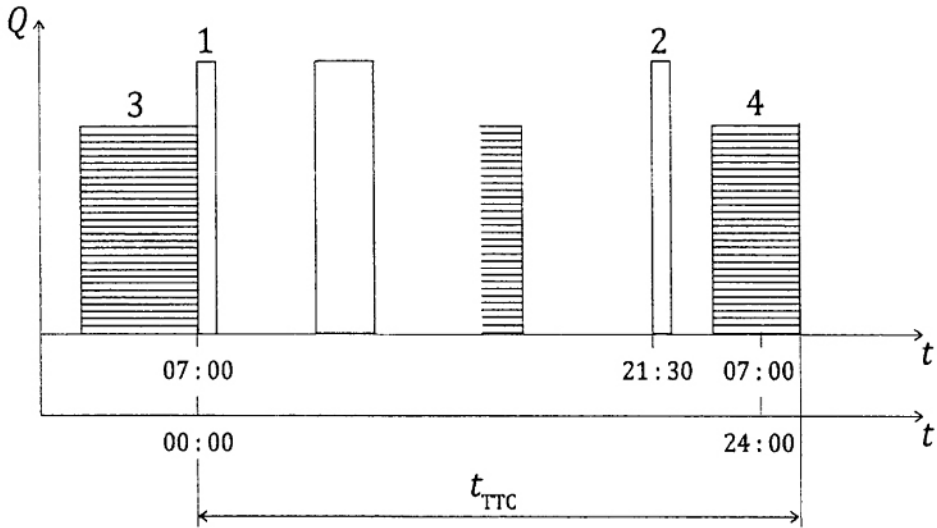
$t_{es}$  là khoảng thời gian của chu trình bật-tắt gần nhất của bơm nhiệt, đơn vị s.

## 7.9 Xả nước và tính COP [giai đoạn E]

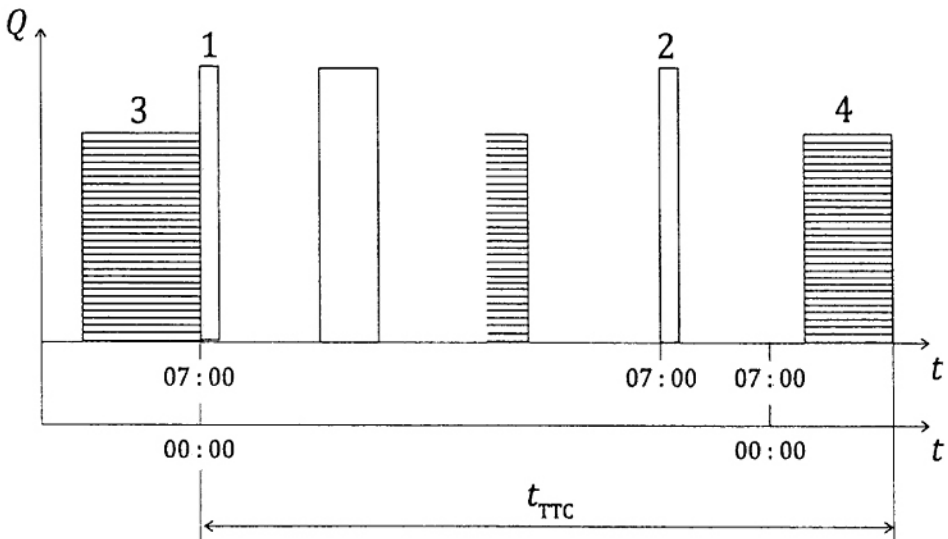
### 7.9.1 Xác định nhiệt hàm hữu ích

Có nhiều biên dạng tải khác nhau cho nhiều nhiệt hàm khác nhau theo Phụ lục A. Một biên dạng tải cụ thể phải được lựa chọn cho thử nghiệm từ Bảng A.1 và Bảng A.2. Từng lần xả nước riêng của biên dạng tải phải được hoàn thành; điều đó có nghĩa là van phải được đóng, và yêu cầu chờ ít nhất một phút trước khi xả nước.

Chu kỳ thử bắt đầu ngay sau lần tắt gần nhất của bơm nhiệt bởi bộ điều nhiệt nước nóng lắp đặt trong bình chứa. Chu kỳ thử kết thúc với lần tắt gần nhất của máy đun nước bằng bơm nhiệt, nếu thời gian biểu dạng tải (khoảng thời gian)  $t_{TC}$  ít nhất 24 h hoặc nhiều hơn [xem Hình 2a)]. Nếu bơm nhiệt đun nước không chạy sau khi 24 h đã trôi qua, kể từ khi bắt đầu chu trình thử, thì chu trình thử phải được kéo dài cho đến khi bơm nhiệt khởi động lại và dừng lại lần nữa [xem Hình 2b)].



a) Bơm nhiệt đun nước vẫn chạy khi kết thúc giai đoạn 24 h



b) Bơm nhiệt đun nước không chạy khi kết thúc giai đoạn 24 h

CHÚ DẪN:

- 1 lần xả nước đầu tiên của biên dạng tải
- 2 lần xả nước cuối cùng của biên dạng tải
- 3 giai đoạn chạy của bơm nhiệt ngay trước khi bắt đầu chu trình thử
- 4 giai đoạn chạy của bơm nhiệt sau lần xả nước cuối cùng (2)

Q năng lượng, kWh

t thời gian h:min

$t_{TTC}$  thời gian biên dạng tải/khoảng thời gian, h:min

Hình 2 - Minh họa cho một phép thử với một biên dạng tải khả thi

Năng lượng hữu ích trong một lần xả nước  $Q_{HP-tap}$  (kWh) được cho bởi công thức (8):

$$Q_{HP-tap} = \frac{1}{60 \cdot 1000 \cdot 3600} \int_0^{tap} C_p \cdot \rho(T) \cdot f_{(t)} \cdot [\theta_{WH}(t) - \theta_{WC}(t)] dt \quad (8)$$

Trong đó:

$\theta_{WH}(t) - \theta_{WC}(t)$  là hiệu nhiệt độ giữa nước nóng ở cửa ra và nước lạnh ở cửa vào của bình chứa nguồn cấp nước nóng, đơn vị K;

$f(t)$  là lưu lượng nước hiệu dụng, đơn vị l/min;

$t_{tap}$  là khoảng thời gian xả nước hiệu dụng, đơn vị s;

$C_p$  là nhiệt dung riêng của nước, đơn vị kJ/(kgK);

$\rho(T)$  là khối lượng nước nóng ở đồng hồ đo lưu lượng, đơn vị kg/m<sup>3</sup>.

Khi xả nước với nhiệt độ mục tiêu  $T_p$  là 55 °C, nhiệt độ này không phải lúc nào cũng có thể đạt được khi chỉ một mình bơm nhiệt hoạt động. Trong khi xả nước, giả sử rằng hiệu nhiệt độ bị thiếu để đạt tới  $T_p$  cần thiết, như vậy cần có thanh sưởi điện trở bổ sung.

Trong trường hợp đó, công thức sau được sử dụng:

$$Q_{EL-tap} = \frac{1}{60 \cdot 1000 \cdot 3600} \int_0^{tap} C_p \cdot \rho(T) \cdot f_{(t)} \cdot [\theta_{WH}(t) + (T_p - 10) - \theta_{WC}(t)] dt \quad (9)$$

Năng lượng khai thác tổng  $Q_{LP}$  của một biên dạng tải là:

$$Q_{EL-LP} = \sum_{i=1}^{n_{tap}} (Q_{EL-tap}) \quad (10)$$

$$Q_{LP} = \sum_{i=1}^{n_{tap}} (Q_{HP-tap} + Q_{EL-LP}) \quad (11)$$

Trong đó

$n_{tap}$  là số lần xả nước trong biên dạng tải;

$i$  là chỉ số mỗi lần xả nước

### 7.9.2 Xác định năng lượng tiêu thụ

Điện năng vào tổng đo được  $W_{EL-M-LP}$  (kWh) của bơm nhiệt trong giai đoạn đo của biên dạng tải  $t_{TTC}$  được hiệu chỉnh bởi năng lượng tiêu thụ sau để đạt được năng lượng tiêu thụ tổng  $W_{EL-LP}$ , sử dụng công thức (12):

- Hiệu chỉnh quạt,  $W_{EL-Corr}$  (kWh);
- Tổn thất nhiệt của bình chứa trong khoảng thời gian 24 h;

- Điện năng vào bổ sung,  $Q_{EL-LP}$  (kWh);
- Điện năng tiêu thụ của bơm nhiệt giờ thấp điểm, có thể áp dụng,  $W_{EL-OFF}$  (kWh).

$$W_{EL-LP} = W_{EL-M-LP} - W_{EL-COOL} + (24 - t_{TTC}) \cdot P_{cs} + Q_{EL-LP} + W_{EL-OFF} \quad (12)$$

Trong đó

$W_{EL-LP}$  là điện năng tiêu thụ tổng trong cả biên dạng tải (kWh).

$t_{TTC}$  là thời gian biên dạng tải (h)

$P_{cs}$  là công suất ở chế độ chờ (kW)

### 7.9.3 Hiệu suất (hệ số hiệu quả) ( $COP_{HW}$ )

Hệ số hiệu suất  $COP_{HW}$  cho cả biểu dạng tải được tính bằng:

$$COP_{HW} = \frac{Q_{LP}}{W_{EL-LP}} \quad (13)$$

Trong đó

$Q_{LP}$  là năng lượng hữu ích tổng trong cả biên dạng tải, đơn vị kWh;

$W_{EL-LP}$  là điện năng tiêu thụ tổng trong cả biên dạng tải đơn vị kWh.

### 7.10 Nhiệt độ nước nóng tham chiếu và thể tích nước hòa trộn tại 40 °C [giai đoạn F]

Thử nghiệm này được bắt đầu khi máy nén tắt ở cuối của giai đoạn đo đặc cuối cùng của biên dạng tải. Một quá trình xả nước nóng liên tục bắt đầu và tiếp tục đến khi nhiệt độ nước nóng  $\theta_{WH(t)}$  giảm xuống dưới 40 °C. Lưu lượng nước nóng  $f_{max}$ , phải được đặt ở lưu lượng tối đa của biên dạng tải được xem xét.

Một giá trị tham chiếu cho nhiệt độ nước nóng trong bình chứa được xác định bởi việc đo nhiệt độ nước ở cửa ra. Nhiệt độ trung bình trong lúc xả nước là nhiệt độ nước nóng tham chiếu  $\theta'_{WH}$  theo công thức (14):

$$\theta'_{WH} = \frac{1}{t_{40}} \int_0^{t_{40}} \theta_{WH}(t) dt \quad (14)$$

Trong đó

$\theta'_{WH}$  là nhiệt độ nước nóng tham chiếu, đơn vị °C;

$\theta_{WH(t)}$  là nhiệt độ nước nóng xả ra ngoài, đơn vị °C;

$t_{40}$  là thời gian kể từ khi bắt đầu xả nước đến khi  $\theta_{WH}$  nhỏ hơn 40 °C, đơn vị s.

Lượng nước hòa trộn tối đa tại 40 °C trong một lần xả nước phải được xác định, bằng cách tính năng

lượng nước nóng trong khi xả nước.

Lưu lượng nước nóng  $f_{\max}$  cùng với nhiệt độ nước lạnh vào  $\bar{\theta}_{\text{wH}}$  và nhiệt độ nước nóng ra  $\theta_{\text{wH}}$  được tính trong quá trình xả nước ít nhất mỗi 10 s. Khối lượng nước nóng tối đa  $V_{40}$  được tính như sau:

$$V_{40} = \frac{1}{(40 - 10) \cdot 60} \int_0^{t_{40}} f_{\max}(t) \cdot [\theta_{\text{wH}}(t) - \theta_{\text{wC}}(t)] dt \quad (15)$$

Với

$V_{40}$  là thể tích nước hòa trộn tại 40 °C, đơn vị l;

$\theta_{\text{wH}}(t) - \theta_{\text{wC}}(t)$  là hiệu nhiệt độ nước nóng ở cửa ra và nước lạnh ở cửa vào của bình chứa cấp nước nóng, đơn vị K;

$t_{40}$  là thời gian bắt đầu rút nước đến khi  $\theta_{\text{wH}}(t)$  nhỏ hơn 40 °C, đơn vị s;

$f_{\max}(t)$  là lưu lượng nước nóng khi đang rút nước, đơn vị l/min.

### 7.11 Bơm nhiệt điều khiển thông minh

Trong trường hợp bơm nhiệt được trang bị điều khiển thông minh, lợi ích của điều khiển thông minh có thể được tính vào hiệu suất của bơm nhiệt.  $COP_{\text{smart}}$  sau đó có thể được xác định theo Phụ lục B.

### 7.12 Dải nhiệt độ vận hành

Bơm nhiệt phải có khả năng vận hành trong giới hạn sử dụng định sẵn bởi nhà sản xuất. Xem Phụ lục C để có thông tin bổ sung.

## 8 Kết quả thử và báo cáo thử

### 8.1 Dữ liệu cần được ghi lại

Dữ liệu được ghi lại trong các phép thử của giai đoạn C đến F được cho trong Bảng 5. Bảng này xác định các thông tin chung cần thiết nhưng không giới hạn thông tin cần thu thập.

Với bơm nhiệt được trang bị điều khiển thông minh, dữ liệu bổ sung thêm cần được ghi từ phép thử chu kỳ thông minh được cho ở B.2. Với mỗi ngày của chu kỳ thông minh, dữ liệu của giai đoạn E cũng phải được ghi lại.

Bảng 5 – Dữ liệu cần được ghi lại

Đại lượng đo hoặc tính toán được	Đơn vị	Tất cả thử nghiệm	Giai đoạn đun nóng (Giai đoạn C)	Công suất vào ở chế độ chờ (Giai đoạn D)	Xả nước và tính toán COP <sub>HW</sub> (Giai đoạn E)	Nước hòa trộn và nhiệt độ tham chiếu (Giai đoạn F)
<b>Nguồn nhiệt</b>						
Nhiệt độ bầu khô không khí	°C	x				
Nhiệt độ bầu ướt không khí	°C	x				
Lưu lượng không khí	m <sup>3</sup> /h	x (chỉ với bơm nhiệt có ống gió)				
Áp suất tĩnh trong/ngoài	Pa	x (chỉ với bơm nhiệt có ống gió)				
<b>Cấp nước nóng</b>						
Nhiệt độ của nước lạnh vào	°C	$\theta_{wc}$				
Nhiệt độ nước nóng	°C				$T_m$	$\theta_{WH}$
Nhiệt độ mục tiêu	°C				$T_p$	
Lưu lượng nước nóng	l/min				$f$	$x f_{max}$
Khoảng thời gian	s		$t_h$	$t_{es}$	$t_{TTC}$	$t_{40}$
Số chu kỳ bật/tắt	-			x		
Biên dạng tải	-				x	
Năng lượng tham chiếu	kWh				$Q_{ref}$	
Năng lượng hữu ích của mỗi lần xả nước	kWh				$Q_{HP-ep}$	
Nhiệt hàm hữu ích tổng của biên dạng tải	-				$Q_{LP}$	
Hiệu suất (hệ số hiệu quả)	-				COP <sub>HW</sub>	
Thể tích nước khai thác	l					$V_{40}$
Nhiệt độ tham chiếu	°C					$\theta'_{WH}$
<b>Chu kỳ xả băng</b>						
Giai đoạn xả băng	s	x				
Chu kỳ vận hành với giai đoạn xả băng	s	x				



Bảng 5 (kết thúc)

Đại lượng đo hoặc tính toán được	Đơn vị	Tất cả thử nghiệm	Giai đoạn đun nóng (Giai đoạn C)	Công suất vào ở chế độ chờ (Giai đoạn D)	Xả nước và tính toán COP <sub>HW</sub> (Giai đoạn E)	Nước hòa trộn và nhiệt độ tham chiếu (Giai đoạn F)
<b>Các đại lượng khác</b>						
Áp suất khí quyển	Pa	x				
Nhiệt độ môi trường xung quanh	°C	x				
<b>Điện</b>						
Điện áp	V	x				
Tần số	Hz	x				
Công suất vào	kW			$P_{in}$		
Điện năng đo được	kWh		$W_{el-M}$	$W_{ca-M}$	$Q_{EL-csp}, Q_{EL-lp}, W_{EL-M-LP}$	
Hiệu chỉnh cho quạt	kWh		$W_{EL-corr}$	$W_{EL-corr}$	$W_{EL-corr}$	
Năng lượng tiêu thụ của bơm nhiệt giờ thấp điểm, nếu được áp dụng	kWh				$W_{EL-OFF}$	
Điện năng	kWh		$W_{el-HP}$	$W_{ca-HP}$	$W_{EL-LP}$	

## 8.2 Báo cáo thử

### 8.2.1 Thông tin chung

Báo cáo thử nghiệm ít nhất phải có những thông tin sau:

- ngày tháng;
- cơ sở thử nghiệm;
- nơi thử nghiệm;
- giám sát viên thử;
- tên đối tượng thử;
- số serial của nhà sản xuất của bơm nhiệt đun nước và bình chứa, nếu áp dụng được;
- các mô tả của bơm nhiệt đun nước và bình chứa bao gồm cả cài đặt của bộ điều nhiệt, tốc độ quạt;
- bơm nhiệt giờ thấp điểm (có/không);
- loại và khối lượng môi chất lạnh;

- j) số hiệu tiêu chuẩn này, TCVN 13854-1:2023 (ISO 19967-1:2019);
- k) bất kỳ sai lệch so với phương pháp thử nghiệm;
- l) dữ liệu thu được (xem 8.1);
- m) dữ liệu được ghi lại (Phụ lục B; khi áp dụng được);
- n) kết quả chính (xem 8.2.2);
- o) ngày tháng và chữ ký của người giám sát thử.

### 8.2.2 Kết quả chính

Kết quả chính phải được báo cáo theo Bảng 6.

**Bảng 6 – Trình bày kết quả chính**

Thứ tự	Kết quả	Ký hiệu	Đơn vị
1)	Biên dạng tải	-	-
2)	Cài đặt điều khiển, ví dụ, điểm đặt nhiệt độ của bộ điều nhiệt, chế độ làm việc	-	-
3)	Thời gian đun nóng	$t_h$	h:min
4)	Năng lượng vào khi đun	$W_{ch-HP}$	kWh
5)	Công suất vào ở chế độ chờ	$P_{es}$	W
6)	Nhiệt hàm hữu ích trong biên dạng tải	$Q_{LP}$	kWh
7)	Điện năng tiêu thụ tổng trong biên dạng tải	$W_{EL-LP}$	kWh
8)	Hiệu suất (hệ số hiệu quả)	$COP_{HW}$	-
9)	Nhiệt độ nước nóng tham chiếu	$\theta'_{WH}$	°C
10)	Thể tích lớn nhất của nước hòa trộn tại 40 °C	$V_{40}$	l
11)	Cài đặt điều khiển thông minh, ví dụ, điểm đặt nhiệt độ của bộ điều nhiệt, chế độ làm việc	-	-
12)	Với bơm nhiệt có điều khiển thông minh, Hệ số Điều Khiển Thông Minh	$SCF$	-
13)	Với bơm nhiệt có điều khiển thông minh, thứ tự của biên dạng tải của Ngày 1 đến Ngày 5	-	-
14)	Hiệu suất với điều khiển thông minh	$COP_{smart}$	-
15)	Thể tích bình chứa đo được, nếu áp dụng được	$V_m$	l

## 9 Ghi nhãn

Mỗi bơm nhiệt đun nước 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.

Thông tin thêm có thể được cung cấp; nếu các chi tiết về tính năng được cung cấp, các điều kiện thử của Bảng 3, Bảng 4 và Phụ lục A được yêu cầu.

**Phụ lục A**

(Quy định)

**Biên dạng tải**

Bảng A.1 và A.2 cung cấp biên dạng tải tham chiếu để xác định theo 7.2 giai đoạn E "Xả nước". Biên dạng tải tham chiếu trong Bảng A.1 là cho các nhiệt hàm khác nhau theo Bảng A.1, còn biên dạng tải tham chiếu trong Bảng A.2 là cho thể tích nước khác nhau để sử dụng. Đối với một phép thử, một biên dạng tải cụ thể phải được lựa chọn từ Bảng A.1 đến Bảng A.2.

**Bảng A.1 - Biên dạng tải từ S đến XL (nhiệt hàm)**

hh:mm		S (40 l)				M (100 l)				L (200 l)				XL (320 l)			
		Q <sub>tap</sub>	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>	Q <sub>tap</sub>	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>	Q <sub>tap</sub>	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>	Q <sub>tap</sub>	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>
		kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C
1	07:00	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
2	07:05					1,4	6	40		1,4	6	40					
3	07:15													1,82	6	40	
4	07:26													0,105	3	25	
5	07:30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25					
6	07:45									0,105	3	25		4,42	10	10	40
7	08:01					0,105	3	25						0,105	3	25	
8	08:05									3,605	10	10	40				
9	08:15					0,105	3	25						0,105	3	25	
10	08:25									0,105	3	25					
11	08:30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
12	08:45					0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
13	09:00					0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
14	09:30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
15	10:00													0,105	3	25	
16	10:30					0,105	3	10	40	0,105	3	10	40	0,105	3	25	40
17	11:00													0,105	3	25	
18	11:30	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
19	11:45	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
20	12:00																
21	12:30																
22	12:45	0,315	4	10	55	0,315	4	10	55	0,315	4	10	55	0,735	4	10	55
23	14:30					0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
24	15:00													0,105	3	25	
25	15:30					0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	
26	16:00													0,105	3	25	
27	16:30					0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25	

Bảng A.1 (kết thúc)

hh:mm		S (40 l)				M (100 l)				L (200 l)				XL (320 l)			
		Q <sub>tap</sub>	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>	Q <sub>tap</sub>	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>	Q <sub>tap</sub>	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>	Q <sub>tap</sub>	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>
		kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C	kWh	l/min	°C	°C
28	17:00													0,105	3		25
29	18:00	0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3		25
30	18:15	0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3		40
31	18:30					0,105	3	40		0,105	3	40		0,105	3		40
32	19:00					0,105	3	25		0,105	3	25		0,105	3		25
33	19:30																
34	20:00																
35	20:30	0,42	4	10	55	0,735	4	10	55	0,735	4	10	55	0,735	4	10	55
36	20:45																
37	20:46													4,42	10	10	40
38	21:00									3,605	10	10	40				
39	21:15					0,105	3	25						0,105	3	25	
40	21:30	0,525	5	45		1,4	6	40		0,105	3	25		4,42	10	10	40
41	21:35																
42	21:45																
43	Q <sub>ref</sub>	2,100				5,845				11,655				19,07			

Bảng A.2 - Biên dạng tải từ S đến XL (thể tích nước)

hh:mm		S (40 l)				M (100 l)				L (200 l)				XL (320 l)			
		Thể tích	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>	Thể tích	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>	Thể tích	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>	Thể tích	f	T <sub>m</sub>	T <sub>p</sub>
		l	l/min	°C	°C	l	l/min	°C	°C	l	l/min	°C	°C	l	l/min	°C	°C
1	0:00	7,6	3,8			56,8	6,4			56,8	6,4			102	11,4		
2	0:30					7,6	3,8			7,6	3,8			7,6	3,8		
3	0:40													3,8	3,8		
4	1:00	3,8	3,8			3,8	3,8										
5	1:05	1,9	3,8														
6	1:10	1,9	3,8														
7	1:15	1,9	3,8														
8	1:40									34,1	6,4			34,1	6,4		
9	8:00	3,8	3,8														
10	8:15	7,6	3,8														
11	9:00	5,7	3,8														
12	9:15	3,8	3,8														
13	10:30					22,7	6,4			34,1	6,4			56,8	11,4		
14	11:30					15,1	6,4			18,9	6,4			18,9	6,4		
15	12:00					3,8	3,8			3,8	3,8			3,8	3,8		
16	12:45					3,8	3,8			3,8	3,8			3,8	3,8		
17	12:50					3,8	3,8			3,8	3,8			3,8	3,8		
18	16:00									3,8	3,8			7,6	3,8		
19	16:15					7,6	3,8			7,6	3,8			7,6	3,8		
20	16:30													7,6	6,4		
21	16:45					7,6	6,4			7,6	6,4			7,6	6,4		
22	17:00					11,4	6,4			26,5	6,4			53,0	11,4		
23	Qref	38				114				208				318			

## Phụ lục B

(Tham khảo)

### Xác định hệ số điều khiển thông minh SCF

#### B.1 Quy định chung

Trường hợp có công bố điều khiển thông minh, cần phải tiến hành thử theo 7.1 và B.2.

#### B.2 Quy trình thử điều khiển thông minh

##### B.2.1 Quy trình đo

Quy trình thử điều khiển thông minh là dựa trên cơ sở của hai giai đoạn của phép thử: "giai đoạn tham chiếu" và "giai đoạn thông minh". Trong giai đoạn đầu "giai đoạn tham chiếu", điều khiển thông minh không ảnh hưởng tới quy trình sưởi ấm và bơm nhiệt sử dụng cài đặt nhiệt độ theo 7.1; trong giai đoạn thứ hai, "giai đoạn thông minh", nó sẽ tự động đạt được, bơm nhiệt làm việc để giảm tiêu thụ điện năng để đạt mục tiêu hiệu suất tối thiểu (nghĩa là hệ số điều khiển thông minh SCF) so với giai đoạn đầu của phép đo.

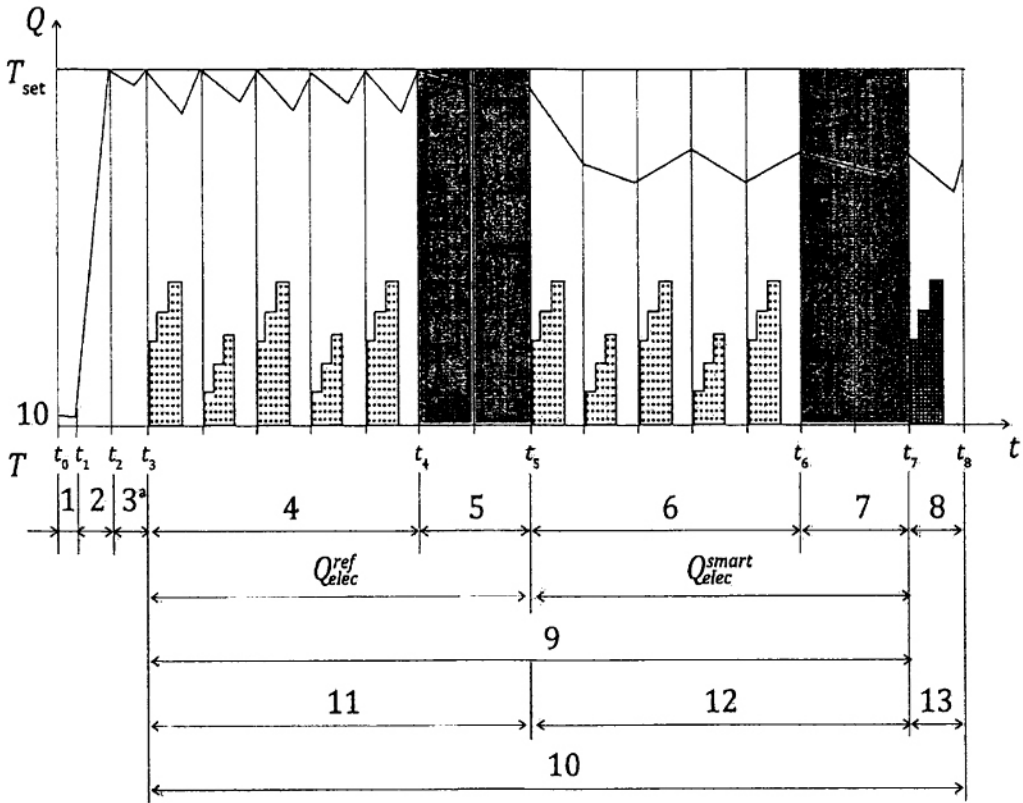
Trong suốt giai đoạn tham chiếu, điều khiển thông minh được kích hoạt để học nhưng tắt để hoạt động.

Trong suốt giai đoạn thông minh, điều khiển thông minh được kích hoạt và cho phép hoạt động tối ưu hóa, nghĩa là tiết kiệm năng lượng.

Trong cả hai giai đoạn, các biên dạng tải đã chọn phải được hoàn thành.

Giai đoạn thử tổng được gọi là CHU TRÌNH THÔNG MINH (SMART CYCLE).

Phép thử đầy đủ được thực hiện khi sử dụng bộ điều nhiệt của sản phẩm.



CHÚ DẪN:

- 1 Bước 0/1
- 2 Bước 2
- 3 Bước 3
- 4 Bước 4
- 5 Bước 5
- 6 Bước 6
- 7 Bước 7

- 8 Bước 8
- 9 Năng lượng đo được
- 10 Chu trình thông minh
- 11 Giai đoạn tham chiếu
- 12 Giai đoạn thông minh
- 13 Chu trình điều khiển WHL

T Nhiệt độ  
t Thời gian

$T_{set}$  Nhiệt độ đặt

$Q_{elec}^{ref}$  Tiêu thụ năng lượng điện tổng trong giai đoạn tham chiếu của chu trình thông minh

$Q_{elec}^{smart}$  Tiêu thụ năng lượng điện hữu ích trong giai đoạn thông minh của chu trình thông minh

a  $t \geq 12$  h



Nhiệt độ nước nóng



Ngày dùng nước nóng

Hình B.1 - Quy trình thử cho “Chu trình thông minh”

**B.2.2 Lắp đặt**

BƯỚC 0 của Hình B.1: Bơm nhiệt được lắp đặt theo cùng phương pháp giới thiệu ở Điều 5.

**B.2.3 Ổn định**

BƯỚC 1 của Hình B.1: Bơm nhiệt được ổn định theo cùng phương pháp giới thiệu ở 7.5.

**B.2.4 Cấp đầy và đun nước**

BƯỚC 2 của Hình B.1: Bơm nhiệt được cấp đầy nước lạnh vào bình chứa. Bước này là đun nóng toàn bộ khối lượng nước trong bình chứa từ trạng thái ban đầu đến thời điểm cài đặt mà bộ điều nhiệt ngắt máy nén do nước đã đạt nhiệt độ trong bình.

**B.2.5 Ổn định trước giai đoạn tham chiếu**

BƯỚC 3 của Hình B.1: Để bơm nhiệt vận hành mà không xả nước suốt ít nhất là 12 h. Giai đoạn này kết thúc – giai đoạn tiếp theo bắt đầu – tại điểm cắt của bộ điều nhiệt đầu tiên sau 12 h. Sau khi bộ điều nhiệt tắt bơm nhiệt theo bước trước đó, hệ thống vẫn hoạt động mà không xả nước. Bước này kết thúc tại điểm cắt của bộ điều nhiệt đầu tiên sau 12 h.

**B.2.6 Giai đoạn tham chiếu**

BƯỚC 4/5 của Hình B.1: Giai đoạn thử nghiệm này cho phép người tiêu dùng có hành vi học tập và đo lường mức tiêu thụ năng lượng với kích hoạt điều khiển thông minh.

BƯỚC 4/5 có thể kéo dài 7 hoặc 14 ngày (1 hoặc 2 tuần); nhà sản xuất sẽ quyết định sử dụng quy trình 1 tuần hoặc 2 tuần và bơm nhiệt phải được thử theo cách đó.

Năm ngày đầu tiên của thử nghiệm, về biên dạng tải, phải được phòng thí nghiệm chọn ngẫu nhiên giữa Biên dạng tải, được nhà sản xuất công bố cho sản phẩm (WHL, Water Heater Load), và ngay lập tức hạ thấp Biên dạng tải (WHL-1). Năm loại tải đun nước phải được xác định (ví dụ  $WHL = M \rightarrow MMMSS, SSM, MSMSM, \dots$ ). Trong trường hợp (không chắc) WHL là Biên dạng tải XXS nhỏ nhất, bơm nhiệt chỉ được sử dụng Biên dạng tải WHL (ví dụ XXS) để thử cho cả 5 ngày. Không được sử dụng vào ngày thứ 6 và 7. Một ví dụ được cho trong Bảng B.1.

**Bảng B.1 - Ví dụ một loạt các biên dạng tải**

Giai đoạn tham chiếu	Giai đoạn thông minh
Ngày 1: WHL	Lặp lại theo cùng một thứ tự
Ngày 2: WHL-1	
Ngày 3: WHL	
Ngày 4: WHL-1	
Ngày 5: WHL	
Ngày 6: không sử dụng	
Ngày 7: không sử dụng	
Ngày 6: không sử dụng	
Ngày 7: không sử dụng	



## TCVN 13854-1:2023

Nếu sử dụng thêm tuần thứ hai trong giai đoạn tham chiếu, thì phải có cùng thứ tự biên dạng tải giống như tuần trước đó.

Điều khiển thông minh có thể kích hoạt tự động hoặc bằng tay, theo hướng dẫn của nhà chế tạo, ở thời gian  $t_3$  (Hình B.1), và nó tồn tại từ  $t_3$  đến  $t_4$ . Đối với các Proflr tải lựa chọn, việc xả nước nóng phải được thực hiện tương ứng với các thông số kỹ thuật của mô hình khai thác 24 giờ thích hợp từ các bảng của Phụ lục A. Các mẫu khai thác bắt đầu ở  $t_3$  (7:00) theo các bảng của Phụ lục A. Giai đoạn khai thác kết thúc 24 h sau đó cho mỗi ngày.

Trong bước khai thác, các thông số kỹ thuật (công suất, nhiệt độ, v.v.) được xây dựng tương ứng với các thông số kỹ thuật trong Bảng 3 và Bảng 4. Trong quá trình xả nước nóng, tốc độ lấy mẫu khuyến dùng là khoảng 3 s hoặc ngắn hơn. Các giá trị ghi được phải là một bộ phận của báo cáo thử kỹ thuật.

Tiêu thụ điện qua mỗi 24 h thử,  $Q_{elec}^{ref}[i]$ , kWh, phải được đo và tiêu thụ điện tổng  $Q_{elec}^{ref}$  được tính toán cho "giai đoạn tham chiếu" theo công thức (B.1).

$$Q_{elec}^{ref} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{elec}^{ref}[i] \quad (B.1)$$

Trong đó

$n = 1$  là "giai đoạn tham chiếu" trên cơ sở 1 tuần;

$n = 2$  là "giai đoạn tham chiếu" trên cơ sở 2 tuần.

Nhiệt hàm hữu ích của từng biên dạng tải của giai đoạn tham chiếu  $Q_{LP}^{ref}[i]$ , [kWh], phải được xác định theo quy định ở 7.9.1. Nhiệt hàm hữu ích tổng của giai đoạn tham chiếu  $Q_{LP}^{ref}$  phải được tính theo công thức (B.2):

$$Q_{LP}^{ref} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{LP}^{ref}[i] \quad (B.2)$$

Trong đó

$n = 1$  là "giai đoạn tham chiếu" trên cơ sở 1 tuần;

$n = 2$  là "giai đoạn tham chiếu" trên cơ sở 2 tuần.

Bơm nhiệt loại "ngoài giờ cao điểm" phải được tiếp điện cho khoảng thời gian tối đa là tám giờ liên tục từ 22:00 h đến 7:00 h cho 24 h tiêu dùng như quy định trong các bảng của Phụ lục A.

Khoảng thời gian biên dạng tải là 24 giờ phải tuân theo, tức là mỗi khoảng thời gian 24 giờ, lúc 7:00 h quá trình xả được quy định trong các bảng của Phụ lục A bắt đầu mà không cần đợi bộ điều nhiệt tắt bơm nhiệt.

### B.2.7 Giai đoạn thông minh

BƯỚC 6/7 của Hình B.1: Ngay sau "giai đoạn tham chiếu", cần tiến hành thử ngay "giai đoạn thông

minh" trong một tuần, sử dụng lặp lại đúng trình tự biên dạng tải đã dùng trong "giai đoạn tham chiếu"; chức năng thông minh được kích hoạt. Tiêu thụ năng lượng trong suốt bước này cũng được đo như vậy và được so sánh với tiêu thụ năng lượng của "giai đoạn tham chiếu". Phần trăm tiết kiệm phải được gọi là "Hệ số điều khiển thông minh SCF".

Những kết quả chính của phép thử là tiêu thụ điện qua mỗi 24 h thử,  $Q_{elec}^{smart}[i]$ , kWh, và tiêu thụ điện tổng của "giai đoạn thông minh",  $Q_{elec}^{smart}$ , tính theo công thức (B.3):

$$Q_{elec}^{smart} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{elec}^{smart}[i] s \quad (B.3)$$

Trong đó

$n = 1$  là "giai đoạn tham chiếu" trên cơ sở 1 tuần;

$n = 2$  là "giai đoạn tham chiếu" trên cơ sở 2 tuần.

Nhiệt hàm hữu ích của từng biên dạng tải của giai đoạn tham chiếu  $Q_{LP}^{smart}[i]$ , [kWh], phải được xác định theo quy định ở 7.9.1. Nhiệt hàm hữu ích tổng của giai đoạn tham chiếu  $Q_{LP}^{smart}$  phải được tính theo công thức (B.4):

$$Q_{LP}^{smart} = \sum_{i=1}^{7n} Q_{LP}^{smart}[i] \quad (B.4)$$

Trong đó

$n = 1$  là "giai đoạn tham chiếu" trên cơ sở 1 tuần;

$n = 2$  là "giai đoạn tham chiếu" trên cơ sở 2 tuần.

Bơm nhiệt loại "ngoài giờ cao điểm" phải được tiếp điện cho khoảng thời gian tối đa là tám giờ liên tục từ 22:00 h đến 7:00 h cho 24 h tiêu dùng như quy định trong các bảng của Phụ lục A.

Khoảng thời gian biên dạng tải là 24 h phải tuân theo, tức là mỗi khoảng thời gian 24 h, lúc 7:00 quá trình xả được quy định trong các bảng của Phụ lục A bắt đầu mà không cần đợi bộ điều nhiệt tắt bơm nhiệt.

### B.2.8 Báo cáo "Hệ số điều khiển thông minh" (SCF)

Hiệu của kết quả đo  $Q_{LP}^{ref}$  và  $Q_{LP}^{smart}$  phải nhỏ hơn 2 %. SCF phải được tính theo công thức (B.5) sau đây:

$$SCF = \left( 1 - \frac{Q_{elec}^{smart}}{Q_{elec}^{ref}} \right) \quad (B.5)$$

Nếu giá trị SCF là lớn hơn hoặc bằng 0,07 và các yêu cầu của B.2.9 được đáp ứng, thì giá trị của smart sẽ là 1. Trong các trường hợp khác, giá trị của smart là bằng 0.

### B.2.9 Kiểm tra chu trình

BƯỚC 8 của Hình B.1: Ngay sau “giai đoạn thông minh”, một biên dạng tải 24 h bổ sung (tên gọi WHL chu trình kiểm tra) phải được tiến hành và yêu cầu phải được đáp ứng. Nếu yêu cầu không được đáp ứng thì lợi ích không thể được tính đến và giá trị của smart bằng 0 trong công thức (B.6). Trong bước này, bơm nhiệt được thử theo biên dạng tải của bơm nhiệt ở ngày đầu tiên (Ngày 1) của “giai đoạn tham chiếu”. Bơm nhiệt có khả năng đáp ứng các yêu cầu của biên dạng tải này.

### B.3 Tính COP<sub>smart</sub>

Hiệu suất COP<sub>HW</sub> xác định theo 7.9.3 cho biên dạng tải có thể được hiệu chỉnh cho lợi ích điều khiển thông minh nếu có, xác định COP<sub>smart</sub> khi sử dụng công thức (B.6):

$$COP_{smart} = \left( \frac{COP_{HW}}{1 - SCF \times smart} \right) \quad (B.6)$$

Trong đó

COP<sub>HW</sub> là hiệu suất cho biên dạng tải theo 7.9.3;

SCF là hệ số điều khiển thông minh xác định theo B.2.8;

smart là giá trị chỉ báo của sự tuân thủ điều khiển chỉ báo thông minh của bơm nhiệt xác định theo B.2.8 và B.2.9.

### B.4 Kết quả thử và báo cáo thử

#### B.4.1 Các dữ liệu bổ sung cần ghi lại

Đối với các bơm nhiệt có điều khiển thông minh, các dữ liệu bổ sung cần ghi lại từ phép thử điều khiển thông minh được cho trong Bảng B.2. Đối với mỗi ngày của chu trình thông minh, dữ liệu của giai đoạn E phải được ghi lại.

**Bảng B.2 - Các dữ liệu bổ sung cần ghi lại của phép thử điều khiển thông minh**

Các đại lượng đo hoặc tính được	Đơn vị	Chu trình thông minh	Giai đoạn tham chiếu	Giai đoạn thông minh	Điều khiển WHL
<b>Cấp nước nóng</b>					
Thứ tự biên dạng tải từ Ngày 1 đến Ngày 5			X	X	
Lượng nhiệt hữu ích tổng	kWh		$Q_{LP}^{ref}$	$Q_{LP}^{smart}$	
<b>Điện</b>					
Tiêu thụ điện tổng	kWh		$Q_{elec}^{ref}$	$Q_{elec}^{smart}$	$Q_{elec}^{WHL,C}$
Hệ số điều khiển thông minh	-	SCF			

**B.4.2 Các kết quả thử bổ sung**

Đối với các bơm nhiệt có điều khiển thông minh, các kết quả bổ sung phải được báo cáo theo Bảng B.3.

**Bảng B.3 - Trình bày các kết quả bổ sung**

Thứ tự	Kết quả	Ký hiệu	Đơn vị
1)	Các giá trị cài đặt của điều khiển thông minh, Ví dụ nhiệt độ đặt trên bộ điều nhiệt, chế độ làm việc	-	-
2)	Cho bơm nhiệt có điều khiển thông minh, Hệ số điều khiển thông minh	SCF	-
3)	Cho bơm nhiệt có điều khiển thông minh, thứ tự biên dạng tải từ Ngày 1 đến Ngày 5	-	-
4)	Hiệu suất có điều khiển thông minh	$COP_{smart}$	-

**Phụ lục C**

(Tham khảo)

**Dải nhiệt độ vận hành****C.1 Dải nhiệt độ vận hành**

Bơm nhiệt phải có khả năng vận hành trong một giới hạn nhiệt độ sử dụng do nhà chế tạo quy định. Quy trình này bao gồm hai giai đoạn gia nhiệt, giai đoạn thứ nhất tiến hành ở nhiệt độ tối thiểu của nguồn nhiệt, giai đoạn thứ hai ở nhiệt độ tối đa của nguồn nhiệt.

**Bảng C.1 - Điều kiện vận hành**

TT	Nhiệt độ nguồn nhiệt ở dàn sôi, °C	Nhiệt độ nước nóng cấp hoặc của chất tải nhiệt trung gian trong bình chứa, °C
Thứ lần 1	nhiệt độ tối thiểu của nguồn nhiệt	Nhiệt độ bắt đầu theo Bảng 3 Nhiệt độ nước nóng tối đa (điểm cài đặt ở bộ điều nhiệt) Nhiệt độ nước nóng trung bình (xả)
Thứ lần 2	nhiệt độ tối đa của nguồn nhiệt	Nhiệt độ bắt đầu tối thiểu Nhiệt độ nước nóng tối đa (điểm cài đặt ở bộ điều nhiệt) Nhiệt độ nước nóng trung bình (xả)

Nhiệt độ tối thiểu của nguồn nhiệt (giới hạn sử dụng dưới) ở cụm dàn ngoài nhà được cài đặt lúc bắt đầu phép thử và giữ không đổi suốt thời gian thử. Nhiệt độ tối đa của nước (giới hạn sử dụng trên) được cài đặt ở bộ điều nhiệt lúc bắt đầu phép thử và giữ không đổi suốt thời gian thử. Sai lệch cho phép của các giá trị được giới thiệu trong Bảng 2. Bình chứa được cấp đầy nước ở nhiệt độ nước lạnh vào giới thiệu trong Bảng 3. Sau đó bơm nhiệt sẽ bắt đầu khởi động để đun nước trong bình liên tục không bị tắt do các thiết bị bảo vệ tác động, đến nhiệt độ cao nhất có thể do nhà sản xuất công bố.

Giá trị cài đặt cao nhất cho nhiệt độ nước nóng được nêu trong sổ tay hướng dẫn lắp đặt và vận hành. Sai lệch giữa các giá trị riêng lẻ và giá trị đặt như sau:

- 0 và trừ hai lần sai lệch cho phép theo Bảng 2, cho nhiệt độ cao nhất;
- 0 và cộng hai lần sai lệch cho phép theo Bảng 2, cho nhiệt độ thấp nhất;

Độ không đảm bảo đo phải theo Bảng 1. Phép thử được tiến hành với cùng lưu lượng thể tích nguồn nhiệt giống như sử dụng cho phép đo biên dạng tải.

**Bảng C.2 - Xác định nhiệt độ bầu ướt liên quan đến nhiệt độ bầu khô**

Nhiệt độ bầu khô $T_{DB}$ °C	Nhiệt độ bầu ướt $T_{WB}$ °C
$T_{DB} < -10$	Không xác định
$-10 \leq T_{DB} \leq 12$	$T_{WB} = T_{DB} - 1$
$12 < T_{DB} \leq 20$	$T_{WB} = 0,34 \times T_{DB} + 6,95$
$T_{DB} > 20$	$T_{WB} = 0,86 \times T_{DB} - 3,50$

Ngay sau khi bơm nhiệt ngừng làm việc lần đầu tiên, 50 % thể tích nước trong bình phải được sử dụng và nhiệt độ nước phải được đo. Lưu lượng nước nóng cần được cài đặt tới lưu lượng lớn nhất theo biên dạng tải công bố. Giá trị trung bình của nhiệt độ nước nóng trong suốt thời gian xả là giới hạn trên cho sản xuất cấp nước nóng.

Sau đó quy trình lại được lập lại với nhiệt độ nguồn nhiệt cao nhất (giới hạn sử dụng trên). Các điều kiện môi trường trong khi thử được cho trong Bảng 4. Phép thử được đáp ứng khi quy trình thử hoàn tất dưới các điều kiện đã cho mà bơm nhiệt không bị tắt bởi các thiết bị tự động bảo vệ.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] TCVN 9439 (ISO 5801), *Quạt công nghiệp - Thử đặc tính khi sử dụng đường thông gió tiêu chuẩn*
  - [2] TCVN 8113-1 (ISO 5167-1), *Đo dòng lưu chất bằng các thiết bị chênh áp gắn vào các đường ống có tiết diện tròn chày đầy - Phần 1: Nguyên lý chung và yêu cầu*
  - [3] ISO 12759, *Fans – Efficiency classification for fans*
-