

**TCVN 12678-2:2020**

**IEC 60904-2:2015**

Xuất bản lần 1

**THIẾT BỊ QUANG ĐIỆN –  
PHẦN 2: YÊU CẦU ĐỐI VỚI  
THIẾT BỊ CHUẨN QUANG ĐIỆN**

*Photovoltaic devices –*

*Part 2: Requirements for photovoltaic reference devices*

**HÀ NỘI – 2020**

## Mục lục

Lời nói đầu .....	4
1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tài liệu viện dẫn.....	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	6
4 Chọn thiết bị chuẩn .....	9
5 Đo nhiệt độ .....	11
6 Đầu nối điện.....	11
7 Hiệu chuẩn.....	11
8 Báo cáo.....	12
9 Ghi nhãn .....	13
10 Bao gói.....	13
11 Bảo dưỡng các thiết bị chuẩn .....	14
12 Hiệu chuẩn thiết bị chuẩn thứ cấp theo tế bào chuẩn sơ cấp.....	15
13 Hiệu chuẩn thiết bị chuẩn làm việc theo thiết bị chuẩn thứ cấp .....	18
Thư mục tài liệu tham khảo.....	19

## Lời nói đầu

TCVN 12678-2:2020 hoàn toàn tương đương với IEC 60904-2:2015;

TCVN 12678-2:2020 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn Quốc gia TCVN/TC/E13  
Năng lượng tái tạo biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất  
lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 12678 (IEC 60904), Thiết bị quang điện, gồm các phần sau:

- TCVN 12678-1:2020 (IEC 60904-1:2006), Phần 1: Phép đo đặc tính dòng điện-điện áp quang điện
- TCVN 12678-1-1:2020 (IEC 60904-1-1:2017), Phần 1-1: Phép đo đặc tính dòng điện-điện áp quang điện của thiết bị quang điện nhiều lớp tiếp giáp
- TCVN 12678-2:2020 (IEC 60904-2:2015), Phần 2: Yêu cầu đối với thiết bị chuẩn quang điện
- TCVN 12678-3:2020 (IEC 60904-3:2019), Phần 3: Nguyên lý đo dùng cho thiết bị quang điện mặt đất với dữ liệu phổ bức xạ chuẩn
- TCVN 12678-4:2020 (IEC 60904-4:2019), Phần 4: Thiết bị chuẩn quang điện – Quy trình thiết lập liên kết chuẩn hiệu chuẩn
- TCVN 12678-5:2020 (IEC 60904-5:2011), Phần 5: Xác định nhiệt độ tương đương của tế bào của thiết bị quang điện bằng phương pháp điện áp hở mạch
- TCVN 12678-7:2020 (IEC 60904-7:2019), Phần 7: Tính toán hiệu chỉnh sự không phù hợp phổ đối với các phép đo của thiết bị quang điện
- TCVN 12678-8:2020 (IEC 60904-8:2014), Phần 8: Phép đo đáp ứng phổ của thiết bị quang điện
- TCVN 12678-8-1:2020 (IEC 60904-8-1:2017), Phần 8-1: Phép đo đáp ứng phổ của thiết bị quang điện nhiều lớp tiếp giáp
- TCVN 12678-9:2020 (IEC 60904-9:2007), Phần 9: Yêu cầu về tính năng của bộ mô phỏng mặt trời
- TCVN 12678-10:2020 (IEC 60904-10:2009), Phần 10: Phương pháp đo độ tuyến tính

## **Thiết bị quang điện –**

### **Phần 2: Yêu cầu đối với thiết bị chuẩn quang điện**

*Photovoltaic devices –*

*Part 2: Requirements for photovoltaic reference devices*

#### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này đưa ra các yêu cầu đối với việc phân loại, lựa chọn, bao đóng, ghi nhãn, hiệu chuẩn và bảo dưỡng các thiết bị chuẩn quang điện (PV).

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các thiết bị chuẩn quang điện được sử dụng để xác định tính năng về điện của các tế bào, mô đun và dàn quang điện dưới ánh sáng mặt trời tự nhiên và mô phỏng. Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các thiết bị chuẩn quang điện để sử dụng dưới ánh sáng mặt trời tập trung.

#### **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN 12678-1 (IEC 60904-1), *Thiết bị quang điện – Phần 1: Phép đo đặc tính dòng điện-điện áp quang điện*

TCVN 12678-3 (IEC 60904-3), *Thiết bị quang điện – Phần 3: Nguyên lý đo dùng cho thiết bị quang điện mặt đất với dữ liệu phổ bức xạ chuẩn*

TCVN 12678-4 (IEC 60904-4), *Thiết bị quang điện – Phần 4: Thiết bị chuẩn quang điện – Quy trình thiết lập liên kết chuẩn hiệu chuẩn*

TCVN 12678-5 (IEC 60904-5), *Thiết bị quang điện – Phần 5: Xác định nhiệt độ tương đương của tế bào của thiết bị quang điện bằng phương pháp điện áp hở mạch*

## TCVN 12678-2:2020

TCVN 12678-7 (IEC 60904-7), *Thiết bị quang điện – Phần 7: Tính toán hiệu chỉnh sự không phù hợp phổ đối với các phép đo của thiết bị quang điện*

TCVN 12678-8 (IEC 60904-8), *Thiết bị quang điện – Phần 8: Phép đo đáp ứng phổ của thiết bị quang điện*

TCVN 12678-9 (IEC 60904-9), *Thiết bị quang điện – Phần 9: Yêu cầu về tính năng của bộ mô phỏng mặt trời*

TCVN 12678-10 (IEC 60904-10), *Thiết bị quang điện – Phần 10: Phương pháp đo độ tuyến tính*

IEC 60891, *Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics* (Quy trình hiệu chỉnh các đặc tính I-V đo được theo nhiệt độ và bức xạ)

IEC TS 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols* (Hệ thống năng lượng quang điện mặt trời – Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu)

## 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong IEC TS 61836 và thuật ngữ và định nghĩa dưới đây.

### 3.1

**Liên kết chuẩn hiệu chuẩn** (calibration traceability)

Liên kết chuẩn như định nghĩa trong TCVN 12678-4 (IEC 60904-4).

CHÚ THÍCH: Các thiết bị chuẩn quang điện được phân biệt bởi vị trí của chúng trong một chuỗi liên kết chuẩn hiệu chuẩn.

### 3.2

**Thiết bị chuẩn sơ cấp** (primary reference device)

Thiết bị chuẩn PV mà việc hiệu chuẩn dựa trên máy đo bức xạ hoặc bộ phát hiện tiêu chuẩn hoặc nguồn sáng tiêu chuẩn có thể truy nguyên theo đơn vị SI quy định tại TCVN 12678-4 (IEC 60904-4).

### 3.3

**Thiết bị chuẩn thứ cấp** (secondary reference device)

Thiết bị chuẩn quang điện được hiệu chuẩn trong ánh sáng mặt trời tự nhiên hoặc mô phỏng theo thiết bị chuẩn sơ cấp.

### 3.4

**Thiết bị chuẩn làm việc** (working reference device)

Thiết bị chuẩn quang điện được hiệu chuẩn trong ánh sáng mặt trời tự nhiên hoặc mô phỏng theo thiết bị chuẩn thứ cấp.

### 3.5

#### Thiết bị chuẩn (reference devices)

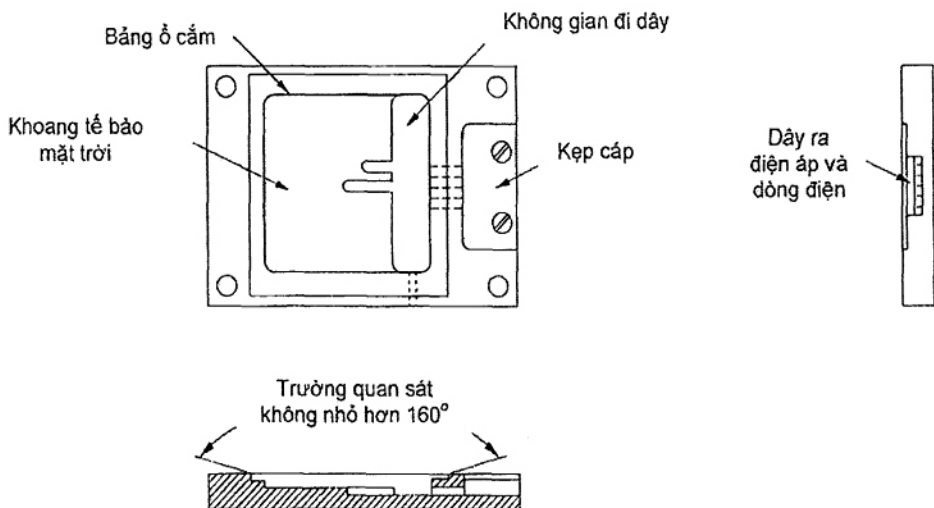
Thiết bị quang điện được hiệu chuẩn đặc biệt được sử dụng để đo cường độ bức xạ tự nhiên hoặc mô phỏng hoặc để đặt các mức bức xạ của bộ mô phỏng khi đo tính năng của các thiết bị quang điện khác.

### 3.6

#### Tế bào chuẩn (reference cell)

Tế bào quang điện đơn lẻ được sử dụng chủ yếu để lan truyền các giá trị hiệu chuẩn.

CHÚ THÍCH: Vì lý do thực tế, các tế bào như vậy có diện tích bề mặt nhỏ và thường được lắp lên một cơ cấu cố định để đảm bảo khả năng tái lập trong việc lắp, điều khiển nhiệt và đấu nối điện. Một mẫu điển hình được phác họa trên Hình 1.



Hình 1 – Gói tế bào đơn lẻ

#### 3.6.1

Tế bào chuẩn có vỏ bảo vệ nhưng không bao kín (reference cell with protective cover but without encapsulant)

Tế bào chuẩn quang điện tương tự 3.6, nhưng có vỏ bảo vệ.

## TCVN 12678-2:2020

CHÚ THÍCH: Sử dụng được khuyến nghị: làm thiết bị chuẩn sơ cấp, thứ cấp và làm việc trong phòng thí nghiệm, đặc biệt là khi đo tính năng của các thiết bị quang điện khác chỉ sử dụng bộ mô phỏng mặt trời hoặc ánh sáng mặt trời tự nhiên với chùm tia trực tiếp.

### 3.6.2

#### Tế bào chuẩn bao kín (encapsulated reference cell)

Tế bào chuẩn quang điện tương tự 3.6, nhưng được bao kín trong một cụm lắp ráp bảo vệ để chịu được phơi nhiễm ngoài trời ngắn hạn.

CHÚ THÍCH 1: Sử dụng được khuyến nghị: làm thiết bị chuẩn sơ cấp, thứ cấp và làm việc trong phòng thí nghiệm, đặc biệt là khi đo tính năng của các thiết bị quang điện khác dưới ánh sáng mặt trời tự nhiên.

CHÚ THÍCH 2: Nếu hệ thống bao kín đã được chứng minh là chịu được phơi nhiễm ngoài trời ngắn hạn thì áp dụng các mức thử nghiệm theo bộ TCVN 6781 (IEC 61215), các tế bào chuẩn như vậy cũng có thể thích hợp để được sử dụng làm thiết bị theo dõi khi đánh giá dài hạn dần quang điện hoạt động.

### 3.7

#### Thiết bị chuẩn nhiều tế bào (multi-cell reference devices)

Thiết bị quang điện bao gồm nhiều tế bào quang điện.

CHÚ THÍCH: Sử dụng được khuyến nghị: vì thành phần khuếch tán của ánh sáng mặt trời tự nhiên và tỷ lệ ánh sáng mặt trời mô phỏng không bình thường tương tác với chất bao kín và tấm phía sau của mô-đun và ảnh hưởng đến lượng bức xạ mà một tế bào cụ thể nhận được, khuyến cáo rằng các thiết bị chuẩn được sử dụng để đo các cụm lắp ráp các mô-đun và dần được bao kín trong một gói nhiều tế bào, phù hợp với các tính chất cơ học và quang học của mẫu thử nghiệm (mô-đun, cụm lắp ráp các mô-đun, dần) để đáp ứng với các biến thể trong phân bố hình học của bức xạ tới giống như mẫu thử nghiệm.

### 3.8

#### Tế bào chuẩn đơn trong gói nhiều tế bào (single reference cell in a multi-cell package)

Tế bào quang điện đơn được gắn trong một gói trong đó khung, hệ thống bao gói, hình dạng, kích thước và khoảng cách của các tế bào xung quanh nó giống như trong mô-đun cần thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Các tế bào xung quanh có thể là thật hoặc giả, có cùng đặc tính quang.

### 3.9

#### Mô-đun chuẩn (reference module)

Mô-đun quang điện gồm bao gói của các tế bào quang điện đầu nối nối tiếp và/hoặc song song.

CHÚ THÍCH: Sử dụng được khuyến nghị: để đo các mô-đun khác để đạt được sự tương ứng về kích thước, kết cấu cơ, đặc tính quang và mạch điện của mô-đun chuẩn và mô-đun thử nghiệm, để giảm thiểu sự khác biệt do mô phỏng không đồng nhất, phản xạ bên trong hoặc phân bố nhiệt độ.

## 3.10

Điện trở sun tích hợp (built-in shunt resistors)

Điện trở được nối giữa các đầu nối ra của thiết bị quang điện.

CHÚ THÍCH: Điện trở rẽ mạch đầu ra của thiết bị quang điện cung cấp điện áp đầu ra cần đo và tránh các phương tiện do người dùng cung cấp để thiết lập tình trạng ngắn mạch.

## 4 Chọn thiết bị chuẩn

### 4.1 Yêu cầu chung

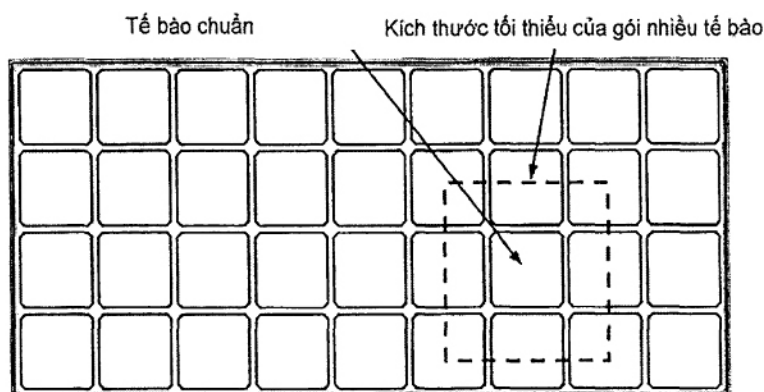
Tùy thuộc vào mục đích sử dụng, các thiết bị chuẩn cần phải đáp ứng các yêu cầu khác nhau về khả năng đáp ứng phổ, kết cấu cơ, đặc tính quang, kích thước và mạch điện. Đáp ứng phổ của thiết bị chuẩn, ví dụ được xác định bằng sự truyền dẫn của vỏ bảo vệ bất kỳ phía trước thiết bị chuẩn và đáp ứng phổ của chính thiết bị chuẩn. Do đó đáp ứng phổ tổng thể có thể được thích ứng bằng cách sử dụng bộ lọc thích hợp hoặc bổ sung cho vỏ bảo vệ.

Một thiết bị chuẩn phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- đặc tính quang điện phải ổn định theo yêu cầu tại Điều 11;
- tín hiệu đầu ra của thiết bị chuẩn phải thay đổi tuyến tính theo cường độ bức xạ, như được xác định trong TCVN 12678-10 (IEC 60904-10) trên toàn bộ dải quan tâm.

### 4.2 Yêu cầu bổ sung đối với tế bào chuẩn đơn trong gói nhiều tế bào

Đường nét đứt trên Hình 2 chỉ ra kích thước tối thiểu chấp nhận được của gói nhiều tế bào.



Hình 2 – Tế bào chuẩn đơn trong gói nhiều tế bào

### 4.3 Yêu cầu bổ sung cho các môđun chuẩn

Yêu cầu bổ sung áp dụng cho các môđun chuẩn:



## a) Đốt rẽ nhánh:

– các môđun chuẩn chung, được sử dụng để đo một dãy các kiểu và kết cấu hình học của môđun, không nên chứa đốt rẽ nhánh. Việc có hoặc không có đốt rẽ nhánh phải được lưu ý và xem xét cùng với các điều kiện đo, đặc biệt là sự không đồng nhất về không gian của bức xạ trên môđun trong quá trình đo;

– đối với các môđun chuẩn, được thiết kế phù hợp với môđun cần thử nghiệm thì số lượng, kiểu và đầu nối của đốt rẽ nhánh (nếu có) phải phù hợp với các môđun cần thử nghiệm.

b) Nếu môđun chuẩn được làm từ các tế bào rời rạc, thì chúng phải phù hợp như dưới đây, tùy thuộc vào sử dụng dự kiến của môđun chuẩn:

– nếu chỉ sử dụng dòng điện ngắn mạch của môđun chuẩn thì dòng ngắn mạch của các tế bào riêng lẻ phải phù hợp trong phạm vi  $\pm 1\%$ ;

– nếu các tham số khác (ví dụ như công suất lớn nhất) được sử dụng thêm hoặc riêng thì cả dòng điện ngắn mạch và hệ số điền đầy của các tế bào riêng lẻ phải phù hợp trong phạm vi  $\pm 1\%$ .

Sự phù hợp của các tế bào riêng lẻ là trách nhiệm của nhà chế tạo môđun chuẩn, lưu ý rằng sự phù hợp cũng có thể bị ảnh hưởng bởi bao gói hoặc ghép. Sự phù hợp của tế bào không cần được kiểm tra bởi phòng thử nghiệm hiệu chuẩn. Tuy nhiên, nếu các đường cong I-V của môđun chuẩn biểu thị đáp ứng không nhất quán (tức là ghi các bước được ghi chú trong đường cong I-V), thì đường cong I-V cần được đo dưới ánh sáng được biết là đồng nhất (ví dụ ánh sáng mặt trời tự nhiên) để xác định xem có bằng chứng nào cho thấy các tế bào trong môđun là phù hợp trong phạm vi 1 %. Nếu môđun thể hiện bằng chứng  $> 1\%$  không phù hợp giữa các tế bào thì không được sử dụng môđun đó làm môđun chuẩn.

#### 4.4 Yêu cầu đối với điện trở sun tích hợp

Điện trở phải được chọn để đảm bảo rằng thiết bị chuẩn hoạt động đủ gần với điều kiện ngắn mạch, đáp ứng yêu cầu:

$$I_{SC} \times R_{T,AL} < 0,03 \times V_{OC}$$

trong đó:

$R_{T,AL}$  là điện trở sun;

$I_{SC}$  là dòng điện ngắn mạch của thiết bị chuẩn ở điều kiện chuẩn;

$V_{OC}$  là điện áp mạch hở ở điều kiện chuẩn.

Nếu một tế bào chuẩn được nối sun không đáp ứng yêu cầu ở công thức (1), thì nó chỉ được sử dụng ở các bức xạ ( $\pm 5\%$ ) và nhiệt độ ( $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) mà tại đó nó được hiệu chuẩn.

Độ ổn định dài hạn của các điện trở này cũng phải đáp ứng các yêu cầu về độ ổn định của thiết bị chuẩn. Giá trị hiệu chuẩn của các thiết bị chuẩn này phải được đo như điện áp rơi trên điện trở sun và được công bố kích thước [V] ở điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (xem Điều 7). Hệ số nhiệt độ của điện trở sun tích hợp là một phần của hệ số nhiệt độ của giá trị hiệu chuẩn của thiết bị chuẩn. Vì độ không đảm bảo trong hiệu chuẩn có thể phụ thuộc nhiều vào độ ổn định của điện trở sun và hệ số nhiệt độ, các giá trị tương ứng phải được cung cấp cùng với bảng dữ liệu tế bào chuẩn.

Nếu một tế bào chuẩn nổi sun được sử dụng cho các phép đo ở cường độ bức xạ thấp, thì một tế bào chuyên dụng có thể được chế tạo với sự hạn chế của công thức (1), trong đó dòng điện ngắn mạch được xem xét ở cường độ bức xạ thấp mong muốn thay vì ở STC. Ngoài ra, một tế bào nổi sun có thể có điện trở sun lớn hơn, nhưng yêu cầu hiệu chuẩn riêng rẽ cho từng cường độ bức xạ và nhiệt độ mà nó được sử dụng.

Khuyến cáo rằng điện trở sun là một điện trở 4 dây tháo ra được để cho phép kiểm tra định kỳ sự ổn định của thiết bị chuẩn bằng cách tạo một đường cong I-V theo TCVN 12678-1 (IEC 60904-1).

Công thức (1) có nghĩa là điện áp đầu ra đo được của một tế bào chuẩn nổi sun phải nhỏ hơn 3 % điện áp mạch hở của nó. Đối với tinh thể silic điển hình, nó tương đương với đầu ra khoảng 20 mV.

## 5 Đo nhiệt độ

Phải có phương tiện để xác định nhiệt độ tế bào chuẩn hoặc môđun chuẩn, nhiệt độ tế bào tương đương (ECT), theo TCVN 12678-5 (IEC 60904-5). Độ không đảm bảo đo yêu cầu cho các phép đo nhiệt độ phải nhỏ hơn  $\pm 2,0$  °C cho tất cả các thiết bị chuẩn. Độ chính xác tối thiểu là  $\pm 1,0$  °C cho cảm biến nhiệt độ được đề xuất để đạt được độ không đảm bảo này trong phép đo nhiệt độ.

## 6 Đầu nối điện

Các đầu nối điện đến các tế bào chuẩn phải là hệ thống tiếp xúc bốn dây (đầu dò Kelvin). Phải cẩn thận để tránh các sai số do sụt điện áp dọc theo các thanh tiếp xúc của tế bào và đi dây của gói.

Các đầu nối điện đến môđun chuẩn phải được thiết kế để đáp ứng các yêu cầu của TCVN 12678-1 (IEC 60904-1).

## 7 Hiệu chuẩn

Từng thiết bị chuẩn phải được hiệu chuẩn theo giá trị hiệu chuẩn của nó ở các điều kiện chuẩn mong muốn, thông thường là điều kiện thử nghiệm tiêu chuẩn (STC) ( $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , nhiệt độ thiết bị 25 °C với phân bố phổ bức xạ chuẩn như được xác định trong TCVN 12678-3 (IEC 60904-3)).

## TCVN 12678-2:2020

Các phương pháp hiệu chuẩn các thiết bị chuẩn sơ cấp có trong TCVN 12678-4 (IEC 60904-4). Phương pháp hiệu chuẩn các thiết bị chuẩn thứ cấp được mô tả ở Điều 12. Việc hiệu chuẩn các thiết bị chuẩn làm việc được xác định ở Điều 13.

Đáp ứng phổ ở các điều kiện dòng điện ngắn mạch của từng thiết bị chuẩn phải được đo theo TCVN 12678-8 (IEC 60904-8). Nếu đối với các môđun chuẩn mà không thể được đo trực tiếp, thì phải được suy ra từ các phép đo được thực hiện trên các tế bào quang điện bao kín đại diện.

Hệ số nhiệt độ của từng thiết bị chuẩn phải được đo theo IEC 60891.

## 8 Báo cáo

Mỗi lần hiệu chuẩn thiết bị chuẩn, các thông tin dưới đây phải được ghi trên tờ dữ liệu:

- Số nhận dạng
- Kiểu (tế bào chuẩn sơ cấp; thiết bị chuẩn thứ cấp, thiết bị chuẩn làm việc)
- Nhà chế tạo tế bào
- Loại vật liệu
- Kiểu gói
- Kiểu và kích thước của (các) tế bào
- Sơ đồ mạch điện, cụ thể là tất cả các bộ nối
- Tổ chức hiệu chuẩn
- Địa điểm và ngày hiệu chuẩn
- Phương pháp hiệu chuẩn (tham chiếu đến tiêu chuẩn)
- Đặc tính của máy đo bức xạ hoặc bóng đèn tiêu chuẩn (nếu áp dụng)
- Nhận dạng tế bào chuẩn sơ cấp (nếu áp dụng)
- Đặc tính của bộ mô phỏng (nếu áp dụng)
- Loại cảm biến nhiệt độ (nếu áp dụng)
- Đáp ứng phổ
- Hệ số nhiệt độ của giá trị hiệu chuẩn
- Giá trị hiệu chuẩn ở điều kiện chuẩn
- Điều kiện chuẩn
- Độ không đảm bảo ước tính

- Điện trở danh nghĩa của điện trở sun và hệ số nhiệt độ (nếu áp dụng)
- Giá trị hiệu chỉnh sự không phù hợp được sử dụng trong phép đo hoặc ước tính độ không đảm bảo đo do sử dụng thiết bị chuẩn không phù hợp.

Đối với các tế bào chuẩn không có đầu nối điện cố định với tế bào, thông tin dưới đây phải được ghi trên tờ dữ liệu:

- Minh họa kiểu, hình dạng và vị trí của các tiếp xúc điện trong quá trình hiệu chuẩn.

Đối với các môđun chuẩn, thông tin dưới đây phải được ghi trên tờ dữ liệu:

- nhà chế tạo
- tên gọi kiểu
- số sê-ri
- công nghệ tế bào
- kết cấu và kích thước của môđun
- bố trí mạch điện
- có hoặc không có đốt rẽ nhánh và nếu có, số lượng và loại.

## 9 Ghi nhãn

Thiết bị chuẩn phải có số sê-ri rõ ràng, không thể xóa hoặc số nhận dạng để tham chiếu chéo đến tờ dữ liệu của nó.

## 10 Bao gói

### 10.1 Bao gói khuyến cáo để sử dụng trong ánh sáng mặt trời tự nhiên

Thiết bị chuẩn được sử dụng để đo trong ánh sáng mặt trời tự nhiên phải đáp ứng với các biến thể trong phân bố hình học của bức xạ tới theo cách giống như mẫu thử nghiệm (tế bào, các cụm lắp ráp các tế bào, môđun). Vì vỏ bao và các tấm phía sau đáp ứng với thành phần khuếch tán của ánh sáng mặt trời tự nhiên nên khuyến cáo rằng các tế bào chuẩn được sử dụng để đo các môđun được bao bọc trong một gói nhiều tế bào (xem Hình 2), mô phỏng các tham số quang lân cận của môđun.

Trong trường hợp này, khung, hệ thống bao gói, hình dạng và kích thước và khoảng cách của các tế bào xung quanh tế bào chuẩn phải giống như trong môđun cần thử nghiệm. Các tế bào xung quanh có thể là thật hoặc giả có cùng đặc tính quang. Đường nét đứt trên Hình 2 chỉ ra kích thước tối thiểu có thể chấp nhận được của gói nhiều tế bào cho thử nghiệm ngoài trời.

## 10.2 Bao gói khuyến cáo để sử dụng với bộ mô phỏng mặt trời

Ở một số bộ mô phỏng cho phép nhiều phản xạ ánh sáng đến và đi từ mẫu thử nghiệm, cường độ bức xạ trên mặt phẳng thử nghiệm có thể thay đổi phụ thuộc vào có hay không có mẫu thử nghiệm. Do đó, để đo chính xác cường độ bức xạ xuất hiện khi mẫu thử được đặt đúng vị trí, các thiết bị chuẩn được sử dụng trong các bộ mô phỏng phải được bao gói theo cách giống như mẫu thử nghiệm sao cho sự thay đổi cường độ bức xạ do nhiều phản xạ là giống nhau cho cả thiết bị chuẩn và mẫu thử nghiệm.

Các tế bào chuẩn được sử dụng để đo trong các bộ mô phỏng được thiết kế để giảm thiểu sai số bất kỳ từ ánh sáng đa phản xạ có thể được đóng gói đơn lẻ hoặc, nếu không dự kiến để sử dụng hàng ngày, được lắp ở trạng thái không đóng gói trên một khối được kiểm soát nhiệt độ.

Ngoài ra, có thể tuân theo các yêu cầu được đưa ra cho các tế bào chuẩn để sử dụng trong ánh sáng mặt trời tự nhiên.

## 10.3 Gói tế bào đơn

Nếu sử dụng gói tế bào đơn, thực hiện theo các khuyến cáo sau:

- a) Trường nhìn tối thiểu là  $160^\circ$ .
- b) Tất cả các bề mặt trong gói trong tầm nhìn của tế bào không phản chiếu, với độ hấp thụ ít nhất 0,95 trong dải đáp ứng bước sóng của tế bào.
- c) Vật liệu được sử dụng để liên kết tế bào với giá đỡ phải có khả năng chống suy giảm, cả về điện và quang. Đặc tính vật lý của nó cần duy trì ổn định trong toàn bộ thời gian sử dụng dự kiến.
- d) Nên sử dụng cửa sổ bảo vệ. Nếu được bao kín, không gian giữa cửa sổ và tế bào cần được lấp đầy bằng một vỏ bao ổn định. Cả cửa sổ bảo vệ và vỏ bọc cần trong suốt trong dải bước sóng trong đó thiết bị chuẩn PV có đáp ứng phổ khác không. Chỉ số khúc xạ của vỏ bọc phải tương tự (trong phạm vi 10 %) như của cửa sổ để giảm thiểu sai số do sự phản xạ bên trong của ánh sáng. Sự truyền qua, đồng nhất và bám dính của vỏ bọc không bị ảnh hưởng bất lợi bởi ánh sáng cực tím và nhiệt độ làm việc.
- e) Cửa sổ bảo vệ có thể bao gồm một bộ lọc để phù hợp với đáp ứng phổ của tế bào chuẩn so với mẫu thử, với điều kiện là các yêu cầu khác của d) được đáp ứng.

Hình 1 chỉ ra một ví dụ về gói tế bào đơn phù hợp. Các gói tế bào đơn phù hợp khác có thể có trong JIS C8910 hoặc Tỷ lệ về quang điện trên thế giới (xem thư mục tài liệu tham khảo).

## 11 Bảo dưỡng các thiết bị chuẩn

Thiết bị chuẩn cần được hiệu chuẩn lại hàng năm.

Cửa sổ của thiết bị chuẩn được đóng gói phải được giữ sạch và không có vết xước.

Các tế bào chuẩn không được che phải được bảo quản chống hư hại, nhiễm bẩn và suy giảm.

Thiết bị chuẩn cho thấy có khuyết tật bất kỳ có thể có ảnh hưởng bất lợi đến chức năng của nó thì không được sử dụng.

Giá trị hiệu chuẩn của thiết bị chuẩn có thể thay đổi một cách có hệ thống như là một hàm của thời gian đối với các lần hiệu chuẩn liên tiếp. Nếu giá trị hiệu chuẩn của thiết bị chuẩn thay đổi quá 1 % so với hiệu chuẩn trước đó hoặc quá 5 % so với hiệu chuẩn ban đầu thì không được sử dụng làm thiết bị chuẩn.

## 12 Hiệu chuẩn thiết bị chuẩn thứ cấp theo tế bào chuẩn sơ cấp

### 12.1 Yêu cầu chung

Điều này mô tả quy trình hiệu chuẩn thiết bị chuẩn thứ cấp trong ánh sáng mặt trời tự nhiên hoặc mô phỏng theo tế bào chuẩn sơ cấp mà việc hiệu chuẩn có thể truy nguyên tới các đơn vị SI theo TCVN 12678-4 (IEC 60904-4). Đáp ứng phổ không phù hợp giữa tế bào chuẩn sơ cấp và của thiết bị chuẩn thứ cấp dưới độ rọi được sử dụng để hiệu chuẩn phải được xác định theo TCVN 12678-7 (IEC 60904-7). Nếu hiệu chỉnh sự không phù hợp phổ nhỏ hơn 1 % thì có thể bỏ qua sự hiệu chỉnh không phù hợp này.

Quy trình này có thể được áp dụng bằng cách sử dụng cả ánh sáng mặt trời tự nhiên và mô phỏng theo các yêu cầu trong TCVN 12678-1 (IEC 60904-1) với các hạn chế dưới đây.

### 12.2 Ánh sáng mặt trời tự nhiên

Hiệu chuẩn trong ánh sáng mặt trời tự nhiên phải được thực hiện trong các điều kiện sau:

- Thời tiết trong, nắng với bức xạ khuếch tán không lớn hơn 20 % của tổng xạ.
- Không hình thành đám mây có thể quan sát.
- Tổng bức xạ (mặt trời + bầu trời + phản xạ mặt đất) không nhỏ hơn  $800 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , được đo bằng tế bào chuẩn sơ cấp.
- Khối lượng không khí giữa AM1 và AM2.
- Bức xạ đủ ổn định sao cho sự thay đổi tín hiệu đầu ra của tế bào chuẩn nhỏ hơn  $\pm 0,5 \%$  trong thời gian thực hiện phép đo.

### 12.3 Ánh sáng mặt trời mô phỏng

Ánh sáng mặt trời mô phỏng để hiệu chuẩn có thể là liên tục hoặc xung. Thông thường các tế bào chuẩn sơ cấp và các thiết bị chuẩn thứ cấp được đặt cạnh nhau và đo cùng một lúc. Trong trường hợp

## TCVN 12678-2:2020

này, máy pho phỏng phải là cấp AAA phù hợp với TCVN 12678-9 (IEC 60904-9) với yêu cầu bổ sung rằng độ không đồng đều của bức xạ nhỏ hơn  $\pm 1\%$  trong bề mặt bao gồm thiết bị cần hiệu chuẩn và thiết bị chuẩn sơ cấp. Yêu cầu của cấp A liên quan đến sự mất ổn định theo thời gian được xác định trong TCVN 12678-9 (IEC 60904-9) chỉ cần được đáp ứng cho sự mất ổn định ngắn hạn (STI) vì sự không ổn định dài hạn (LTI) không liên quan trong trường hợp này. Trong trường hợp thiết bị chuẩn sơ cấp và thứ cấp có cùng kích thước hoặc có kích thước tương tự nhau (tỷ lệ của các phạm vi hoạt động giữa 0,5 và 2,0), phải thực hiện phép đo bổ sung đối vị trí của chúng. Kết quả là hợp lệ nếu cả hai phép đo nằm trong độ không đảm bảo đo.

Nếu yêu cầu không thể đáp ứng độ không đồng nhất nhỏ hơn  $\pm 1\%$  để hiệu chuẩn các môđun chuẩn được tạo thành từ các tế bào nối tiếp thì phải cung cấp bộ mô phỏng cấp A đối với độ không đồng nhất không gian và phân tích độ không đảm bảo đo chi tiết có tính đến sự không phù hợp trong dòng điện ngắn mạch của các tế bào riêng rẽ.

Trong trường hợp đặc biệt, tế bào chuẩn sơ cấp và thiết bị chuẩn thứ cấp có cùng kích thước hoặc tương tự nhau (tỷ lệ của vùng hoạt động trong phạm vi từ 0,5 đến 2,0) và ánh sáng mặt trời mô phỏng liên tục ổn định, hai thiết bị có thể được đặt lần lượt vào cùng vị trí và được đo liên tiếp. Trong trường hợp này, bộ mô phỏng phải là cấp AAA theo TCVN 12678-9 (IEC 60904-9) với yêu cầu bổ sung rằng LTI của bức xạ nhỏ hơn  $\pm 1\%$ , trong đó LTI ứng với tổng khoảng thời gian cần thiết cho các phép đo. Bộ mô phỏng năng lượng mặt trời dạng xung cũng có thể thích hợp nếu độ lặp lại của từng xung tốt hơn 1%. Điều này phải được ghi lại bằng cách sử dụng một tế bào theo dõi thích hợp.

Trong mọi trường hợp, phân tích độ không đảm bảo đo chi tiết có tính đến cả độ không đồng nhất về không gian và thời gian của ánh sáng mặt trời mô phỏng cần được cung cấp, xem xét các chi tiết cụ thể của chiến lược đo đã chọn.

### 12.4 Quy trình thử nghiệm

12.4.1 Trước khi hiệu chuẩn ban đầu, đo đáp ứng phổ và hệ số nhiệt độ của dòng điện ngắn mạch của thiết bị chuẩn thứ cấp, sử dụng các quy trình được quy định tương ứng trong TCVN 12678-8 (IEC 60904-8) và IEC 60891. Bất kỳ khi nào phát hiện có sự thay đổi giá trị hiệu chuẩn ở các điều kiện chuẩn lớn hơn 2% đối với hiệu chuẩn ban đầu này, các phép đo về đáp ứng phổ và hệ số nhiệt phải được lặp lại.

12.4.2 Điều chỉnh giá lắp đặt sao cho các thiết bị vuông góc với nguồn sáng trong phạm vi  $\pm 5^\circ$ .

- Gắn tế bào chuẩn sơ cấp và thiết bị chuẩn thứ cấp trên cùng mặt phẳng trong phạm vi  $\pm 1^\circ$  và ở gần nhau trên cùng một giá lắp đặt (đối với phép đo đồng thời).
- Gắn tế bào chuẩn sơ cấp vào vị trí được chỉ định (đối với phép đo liên tiếp).

12.4.3 Kiểm soát nhiệt độ tế bào của cả tế bào chuẩn sơ cấp và thiết bị chuẩn thứ cấp ở  $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Trong trường hợp không thực hiện được việc đọc tín hiệu đầu ra thì phải hiệu chỉnh về  $25 ^\circ\text{C}$  theo IEC 60891.

12.4.4 Sự không phù hợp phổ phải được hiệu chỉnh theo TCVN 12678-7 (IEC 60904-7). Các phép đo thích hợp của bức xạ phổ phải được ghi lại.

12.4.5 Ghi lại số đọc đồng thời của tín hiệu đầu ra và nhiệt độ

- của tế bào chuẩn sơ cấp và thiết bị chuẩn thứ cấp (đối với phép đo đồng thời),
- của tế bào chuẩn sơ cấp (đối với phép đo liên tiếp).

12.4.6 Lặp lại bước 12.4.5 cho đến khi có được năm bộ số đọc liên tiếp trong đó:

- tỷ lệ tín hiệu đầu ra (hiệu chỉnh về  $25 ^\circ\text{C}$  và cho sự phù hợp phổ theo yêu cầu) không thay đổi quá  $\pm 0,5 \%$  (đối với phép đo đồng thời),
- các tín hiệu đầu ra đối với tế bào chuẩn sơ cấp (hiệu chỉnh về  $25 ^\circ\text{C}$  và cho sự không phù hợp phổ theo yêu cầu) không thay đổi quá  $\pm 0,5 \%$ ; sau đó tháo tế bào chuẩn sơ cấp và lắp thiết bị chuẩn thứ cấp ở cùng vị trí và lặp lại tương tự bước 12.4.5 với các ràng buộc tương tự như đối với các tế bào chuẩn sơ cấp (đối với phép đo liên tiếp).

12.4.7 Nếu tế bào chuẩn sơ cấp và thiết bị chuẩn thứ cấp có cùng kích thước hoặc có kích thước tương tự nhau (tỷ lệ của vùng hoạt động trong phạm vi từ 0,5 đến 2,0) và được đo đồng thời, đổi vị trí giữa tế bào chuẩn sơ cấp và thiết bị chuẩn thứ cấp và lặp lại các bước 12.4.5 và 12.4.6.

12.4.8 Khi hiệu chuẩn trong ánh sáng mặt trời tự nhiên, các bước 12.4.2 đến 12.4.6 phải được thực hiện ít nhất hai lần một ngày trong ít nhất ba ngày riêng rẽ.

12.4.9 Từ dữ liệu chấp nhận được, tính tỷ lệ:

Tín hiệu đầu ra của thiết bị chuẩn thứ cấp ở  $25 ^\circ\text{C}$

---

Tín hiệu đầu ra của tế bào chuẩn sơ cấp ở  $25 ^\circ\text{C}$

12.4.10 Nhân giá trị hiệu chuẩn của tế bào chuẩn sơ cấp với giá trị tính toán:

- giá trị trung bình của các tỷ số (đối với phép đo đồng thời);
- tỷ lệ trung bình của các tín hiệu đầu ra (đối với phép đo liên tiếp),

để thu được giá trị hiệu chuẩn của thiết bị chuẩn thứ cấp. Nếu các phép đo đã được thực hiện với các vị trí của tế bào chuẩn sơ cấp và thiết bị chuẩn thứ cấp được trao đổi, tính giá trị hiệu chuẩn cho cả hai trường hợp. Các kết quả chỉ có giá trị nếu cả hai nằm trong phạm vi độ không đảm bảo đo. Cả hai giá trị phải được báo cáo và trung bình hình học của chúng phải được sử dụng làm giá trị hiệu chuẩn.



### 13 Hiệu chuẩn thiết bị chuẩn làm việc theo thiết bị chuẩn thứ cấp

Để hiệu chuẩn thiết bị chuẩn làm việc theo thiết bị chuẩn thứ cấp, có thể áp dụng quy trình trên, bỏ qua hiệu chỉnh sự không phù hợp phổ nếu thiết bị chuẩn thứ cấp và thiết bị chuẩn làm việc có cùng vật liệu và cấu trúc chung, nếu không thì áp dụng quy trình tương tự như mô tả trong Điều 12 .

## Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] JIS C8910, *Primary reference solar cells*
- [2] C.R. Osterwald, S. Anevsky, K. Bücher, A.K. Barua, P. Chaudhuri, J. Dubard, K. Emery, B. Hansen, D. King, J. Metzdorf, F. Nagamine, R. Shimokawa, Y.X. Wang, T. Witchen, W. Zaaiman, A. Zastrow, and J. Zhang, "*The World Photovoltaic Scale: An International Reference Cell Calibration Program*", *Progress in Photovoltaics Research and Applications*, vol. 7, pp. 287-297, 1999
- [3] TCVN 6781 (IEC 61215) (tất cả các phần), *Môđun quang điện (PV) mặt đất - Chất lượng thiết kế phê duyệt kiểu*
-