

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13916:2024

Xuất bản lần 1

**PIN HOÁN ĐỔI ĐƯỢC
DÙNG CHO MÔ TÔ ĐIỆN, XE MÁY ĐIỆN HAI BÁNH –
YÊU CẦU KỸ THUẬT VÀ PHƯƠNG PHÁP THỬ**

*Swappable battery of electric two wheel motorcycles, mopeds –
Technical requirements and testing methods*

HÀ NỘI – 2024

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt.....	6
4 Điều kiện thử nghiệm	8
5 Các yêu cầu chung đối với thử nghiệm	10
6 Yêu cầu kỹ thuật	12
7 Thử nghiệm tính năng	12
8 Thử nghiệm an toàn	15
Thư mục tài liệu tham khảo	26

Lời nói đầu

TCVN 13916:2024 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E16 *Hệ thống truyền năng lượng cho xe điện* 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.

Pin hoán đổi được dùng cho mô tô điện, xe máy điện hai bánh – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử

*Swappable battery for electric two wheel motorcycles, mopeds –
Technical requirements and testing methods*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử cho pin lithium ion hoán đổi được, có khối lượng dưới 12 kg, dùng cho mô tô điện và xe máy điện hai bánh (trong tiêu chuẩn này gọi chung là xe). Tiêu chuẩn này chỉ áp dụng cho pin lithium ion hoán đổi được, sử dụng cho các trạm hoán đổi pin.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các pin dùng cho mô tô điện, xe máy điện loại không hoán đổi được để sử dụng với các trạm hoán đổi pin.

CHÚ THÍCH: Acquy cũng có thể được hiểu là pin theo nghĩa của tiêu chuẩn này.

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 4255 (IEC 60529), *Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (mã IP)*

TCVN 7699-2-30 (IEC 60068-2-30), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-30: Thử nghiệm – Nóng ẩm, chu kỳ (chu kỳ 12 h + 12 h)*

TCVN 7699-2-47 (IEC 60068-2-47), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-47: Thử nghiệm – Lắp đặt mẫu để thử nghiệm rung, va chạm và lực động tương tự*

TCVN 7699-2-52 (IEC 60068-2-52), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-52: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Kb: Sương muối, chu kỳ (dung dịch natri clorua)*

TCVN 13755-1 (IEC 62840-1), *Hệ thống hoán đổi ắc quy xe điện – Phần 1: Yêu cầu chung và hướng dẫn*

ISO 13063-1:2022¹, *Electrically propelled mopeds and motorcycles – Safety specifications – Part 1: On-board rechargeable energy storage system (RESS) (Xe máy và mô tô điện – Đặc tính an toàn – Phần 1: Hệ thống lưu trữ điện năng loại có thể sạc lại được lắp trên xe)*

¹ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 12773:2020 hoàn toàn tương đương với ISO 13063:2012.

TCVN 13916:2024

ISO 16750-1, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 1: General (Phương tiện giao thông đường bộ - Điều kiện môi trường và thử nghiệm thiết bị điện và điện tử – Phần 1: Quy định chung)*

ISO 18243 with amendment 1:2020 ², *Electrically propelled mopeds and motorcycles — Test specifications and safety requirements for lithium-ion battery systems (Xe máy và mô tô điện – Đặc tính kỹ thuật thử nghiệm và yêu cầu về an toàn đối với hệ thống ắc quy lithi-ion)*

3 Thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt

Trong tiêu chuẩn này, sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1.1

Trạm hoán đổi pin (battery swap station)

Xem 3.4 của TCVN 13755-1 (IEC 62840-1).

3.1.2

Pin hoán đổi được (swappable battery)

Pin được cung cấp cùng với hệ thống quản lý pin và được sử dụng trong trạm hoán đổi pin. Việc hoán đổi pin được thực hiện bởi các thao tác bằng tay.

3.1.3

Dung lượng (capacity)

C

Tổng số ampe giờ có thể phóng từ pin đã sạc đầy trong các điều kiện quy định.

3.1.4

Dung lượng danh định (rated capacity)

Quy định kỹ thuật của nhà chế tạo về tổng số ampe giờ có thể phóng từ pin đã sạc đầy trong loạt các điều kiện thử nghiệm ví dụ như tốc độ phóng điện, nhiệt độ, điện áp ngưỡng phóng điện, v.v.

3.1.5

Nhiệt độ phòng (room temperature)

Nhiệt độ 25 °C ± 2 °C.

NGUỒN: Tham khảo 3.8 của ISO 18243.

3.1.6

Thiết bị cần thử nghiệm (device under test)

DUT

² Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 12774:2020 hoàn toàn tương đương với ISO 18243:2017.

Pin hoán đổi cần thử nghiệm.

3.1.7

Trạng thái sạc (state of charge)

SOC

Dung lượng sẵn có trong pin được thể hiện bằng phần trăm của dung lượng danh định.

3.1.8

Cấp điện áp A (voltage class A)

Phân loại của một linh kiện hoặc mạch điện có điện áp làm việc lớn nhất nhỏ hơn hoặc bằng 30 V xoay chiều hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 60 V một chiều.

NGUỒN: Tham khảo 3.13 của ISO 18243.

3.1.9

Cấp điện áp B (voltage class B)

Phân loại của một linh kiện hoặc mạch điện có điện áp làm việc lớn nhất lớn hơn 30 V xoay chiều và nhỏ hơn hoặc bằng 1 000 V xoay chiều hoặc lớn hơn 60 V một chiều và nhỏ hơn hoặc bằng 1 500 V một chiều.

NGUỒN: Tham khảo 3.14 của ISO 18243.

3.1.10

Điện áp làm việc lớn nhất (maximum working voltage)

Giá trị cao nhất của điện áp xoay chiều hiệu dụng hoặc điện áp một chiều có thể xuất hiện trong hệ thống điện trong các điều kiện hoạt động bình thường theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo, kể cả quá độ.

3.1.11

Điện áp danh nghĩa (nominal voltage)

Giá trị xấp xỉ thích hợp của điện áp, được sử dụng để định danh hoặc nhận biết một pin.

NGUỒN: Tham khảo 3.8 của TCVN 12241-3:2018 (IEC 62660-3:2016).

3.1.12

Điện áp ngưỡng phóng điện (discharge cut-off voltage)

Giá trị điện áp ngưỡng mà đến đó pin được ngắt kết nối với tải nhằm tránh rơi vào trạng thái phóng sâu làm giảm tuổi thọ của pin.

3.1.13

Ngắn mạch bên trong (internal short circuit)

Tiếp xúc điện không chủ ý giữa các điện cực âm và dương bên trong pin.

3.1.14

Nổ (explosion)

Hư hại xảy ra khi vật chứa pin, nếu có, vỡ đột ngột và các thành phần chính bị văng ra ngoài.

TCVN 13916:2024

3.1.15

Cháy (fire)

Phát khói ra khỏi pin hoặc khói pin.

3.1.16

Rò rỉ (leakage)

Thoát chất lỏng hoặc khí khỏi pin.

3.1.17

Nứt vỡ (rupture)

Hư hại về cơ của vỏ vật chứa của pin do nguyên nhân bên trong hoặc bên ngoài, tạo ra các khe hở nhưng không phụt ra vật liệu, kể cả khói ở chỗ nứt.

3.1.18

Thoát khí (venting)

Xả áp suất quá mức bên trong khỏi pin theo cách được thiết kế để tránh vỡ hoặc nổ.

3.2 Chữ viết tắt

BCU	Bộ điều khiển pin
C	Dung lượng pin
DUT	Thiết bị (pin hoán đổi) cần thử nghiệm
IP	Mã bảo vệ bằng vỏ ngoài
SOC	Trạng thái sạc

4 Điều kiện thử nghiệm

4.1 Quy định chung

Trong báo cáo thử nghiệm phải nêu chi tiết về thiết bị đo được sử dụng.

Pin có thể được cố định chắc chắn khi thử nghiệm nếu chấp nhận được theo mục đích thử nghiệm, nhằm tránh bị phồng lên. Việc cố định chắc chắn cần xem xét đến thiết kế của pin.

4.2 Thiết bị đo

4.2.1 Yêu cầu chung

Thiết bị đo được sử dụng xác định các giá trị điện áp, dòng điện và các đại lượng đo khác trong yêu cầu của các phép thử nghiệm phải được chọn lựa phù hợp về thang đo và độ chính xác theo quy định nêu trong 4.3.

Đối với thiết bị đo analog (chỉ thị kim), các số đọc của chỉ thị phải nằm trong khoảng một phần ba cuối thang đo.

Cho phép sử dụng thiết bị đo khác tương tự với điều kiện đảm bảo phạm vi đo và độ chính xác tương đương.

4.2.2 Đo điện áp

Điện trở của vôn mét (nội trở) phải tối thiểu là 1 MΩ.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 4.2.2 của TCVN 12241-1 (IEC 62660-1).

4.2.3 Đo dòng điện

Các ampe mét, điện trở shunt và dây dẫn sử dụng phải có độ chính xác 0,5 % hoặc tốt hơn.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 4.2.3 của TCVN 12241-1 (IEC 62660-1).

4.2.4 Đo nhiệt độ

Nhiệt độ pin phải được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo nhiệt độ bề mặt có thang đo và độ chính xác tương đương như quy định trong 4.3. Nhiệt độ cần được đo ở vị trí phản ánh sát nhất nhiệt độ của pin. Nhiệt độ có thể được đo ở các vị trí thích hợp khác nếu cần.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 4.2.4 của TCVN 12241-1 (IEC 62660-1).

4.2.5 Các phép đo khác

Các giá trị đại lượng đo khác kể cả dung lượng và công suất có thể được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo với điều kiện phù hợp với 4.3.

4.3 Dung sai

Độ chính xác tổng của các giá trị đo và điều khiển, so với các giá trị quy định hoặc giá trị thực tế phải nằm trong các dung sai sau:

- a) $\pm 1 \%$ đối với điện áp;
- b) $\pm 1 \%$ đối với dòng điện;
- c) $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ đối với nhiệt độ;
- d) $\pm 0,1 \%$ đối với thời gian;
- e) $\pm 0,1 \%$ đối với khối lượng;
- f) $\pm 0,5 \%$ đối với kích thước.

Các dung sai này bao gồm độ chính xác kết hợp của thiết bị đo, kỹ thuật đo được sử dụng, và tất cả các nguồn sai số khác bất kỳ trong thử nghiệm cụ thể.

4.4 Số lượng mẫu và trình tự thử nghiệm

Số lượng mẫu thử cho mỗi phép thử được quy định trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1 – Số lượng mẫu được sử dụng cho các thử nghiệm

Thử nghiệm	Điều	Số lượng mẫu ¹⁾
Dung lượng	7.2	1
Suy giảm dung lượng	7.3	1
Tuổi thọ chu kỳ	7.4	1
Rung	8.1	1
Xóc cơ khí	8.2	1
Rơi	8.3	1
Sốc nhiệt	8.4	1
Ngâm nước	8.5	1
Cháy	8.6	1
Quá nhiệt	8.7	1
Bảo vệ chống ngắn mạch	8.8	1
Bảo vệ quá sặc	8.9	1
Bảo vệ phóng điện quá mức	8.10	1
Động sương	8.11	1
Sương muối	8.12	1
Giắc nối	8.13	1
Bảo vệ bằng vỏ ngoài (IP)	8.14	1
¹⁾ Trình tự các thử nghiệm có thể thay đổi. Mẫu đã được sử dụng cho một thử nghiệm có thể được sử dụng cho thử nghiệm tiếp theo, nếu việc này không ảnh hưởng đến kết quả của thử nghiệm tiếp theo đó.		

5 Các yêu cầu chung đối với thử nghiệm

5.1 Cân bằng nhiệt

Nếu không có quy định khác, trước mỗi thử nghiệm, pin phải được ổn định ở nhiệt độ thử nghiệm trong tối thiểu 12 h. Thời gian này có thể được giảm xuống nếu đạt được ổn định nhiệt. Ổn định nhiệt được coi là đạt được nếu sau một khoảng thời gian 1 h, sự thay đổi nhiệt độ pin nhỏ hơn 1 °C.

Nếu không có quy định khác trong tiêu chuẩn này, các pin phải được thử nghiệm ở nhiệt độ phòng sử dụng phương pháp do nhà chế tạo công bố.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 4.4 của TCVN 12241-1 (IEC 62660-1).

5.2 Ổn định trước

Trước khi bắt đầu các thử nghiệm trong Điều 7 và Điều 8, pin phải được ổn định bởi quy trình như dưới đây. Các thử nghiệm này phải được thực hiện ở nhiệt độ phòng.

Quy trình ổn định pin gồm các bước sau:

- Phóng điện ở dòng $C/3$ hoặc ở giá trị dòng điện khác nếu được nhà chế tạo đề xuất hoặc đã được sử dụng trong thử nghiệm trước khi giao.
- Sạc điện phải được thực hiện theo khuyến cáo của nhà chế tạo.
- Chu kỳ phóng-sạc nêu trên được thực hiện 3 lần liên tiếp. Nếu có thoả thuận giữa nhà chế tạo và khách hàng, cho phép thực hiện 2 lần.

Khi kết thúc phóng điện, điện áp pin không được thấp hơn giá trị điện áp ngưỡng do nhà chế tạo khuyến cáo.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 6.1 của ISO 18243.

5.3 Chu kỳ chuẩn

Trước mỗi thử nghiệm được thực hiện trong Điều 7 và Điều 8, phải thực hiện chu kỳ chuẩn nhằm đảm bảo điều kiện ban đầu của pin là giống nhau.

Thời gian giữa thời điểm kết thúc chu kỳ chuẩn và thời điểm bắt đầu các thử nghiệm tính năng và an toàn không được quá 3 h. Nếu không, phải thực hiện lại thử nghiệm chu kỳ chuẩn.

Chu kỳ chuẩn bao gồm giai đoạn phóng điện chuẩn, theo sau là giai đoạn sạc điện chuẩn.

a) Phóng điện chuẩn

Phóng điện với dòng $C/3$ hoặc theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo, nếu có.

Điện áp ngưỡng phóng điện: Theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo.

Thời gian nghỉ sau phóng điện để đạt các điều kiện ổn định: 60 min.

b) Sạc điện chuẩn

Sạc điện với dòng $C/3$ hoặc theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo. Quy định kỹ thuật phải nêu tiêu chí kết thúc sạc điện và các giới hạn về thời gian của quy trình sạc tổng thể.

Trong trường hợp bất kỳ, quy trình sạc tổng thể phải được hoàn thành trong tối thiểu 8 h.

Thời gian nghỉ sau sạc điện để đạt các điều kiện ổn định: 60 min.

TCVN 13916:2024

CHÚ THÍCH: Tham khảo 6.2 của ISO 18243.

6 Yêu cầu kỹ thuật

6.1 Yêu cầu về tính năng

Pin phải đáp ứng các yêu cầu về tính năng bao gồm dung lượng, suy giảm dung lượng và tuổi thọ chu kỳ.

Kiểm tra sự phù hợp bằng các thử nghiệm quy định trong Điều 7.

6.2 Yêu cầu về an toàn

Pin phải đáp ứng các yêu cầu về an toàn bao gồm rung, xóc cơ khí, rơi, sốc nhiệt, ngâm nước, cháy, quá nhiệt, bảo vệ chống ngắn mạch, bảo vệ quá sạc, bảo vệ phóng điện quá mức, đóng sương, sương muối, độ bền giắc nối, bảo vệ bằng vỏ ngoài.

Kiểm tra sự phù hợp bằng các thử nghiệm quy định trong Điều 8.

Ngoài ra pin phải đáp ứng các yêu cầu về an toàn điện theo ISO 13063-1:2022.

6.3 Yêu cầu về kích thước

Nhà chế tạo phải công bố các kích thước bao ngoài của pin theo định dạng L x W x H (mm), trong đó L là chiều dài, W là chiều rộng và H là chiều cao.

7 Thử nghiệm tính năng

7.1 Quy định chung

Trong mỗi thử nghiệm, điện áp, dòng điện và nhiệt độ đều phải được ghi vào báo cáo.

Trước mỗi thử nghiệm, nhiệt độ của pin phải được ổn định ở nhiệt độ phòng theo 5.1, nếu không có quy định khác.

Nhiệt độ môi trường phải là nhiệt độ phòng nếu không có quy định khác.

7.2 Dung lượng

7.2.1 Mục đích

Thử nghiệm này đo dung lượng của pin theo A-h ở tốc độ phóng điện dòng không đổi C/3. Phóng điện được kết thúc ở điện áp ngưỡng phóng điện quy định của nhà chế tạo tùy thuộc vào tốc độ phóng điện.

7.2.2 Thử nghiệm

Thử nghiệm phải được thực hiện ở nhiệt độ phòng với dòng phóng điện C/3, 1C và 2C. Trình tự thử nghiệm phải theo Bảng 2.

Bảng 2 – Thử nghiệm dung lượng ở nhiệt độ phòng

Bước	Quy trình
1.1	Cân bằng nhiệt
1.2	Sạc điện chuẩn
1.3	Chu kỳ chuẩn
2.1	Phóng điện ở C/3
2.2	Sạc điện chuẩn
2.3	Phóng điện ở 1C
2.4	Sạc điện chuẩn
2.5	Phóng điện ở 2C
2.6	Sạc điện chuẩn
2.7	Phóng điện ở $I_{d\max}$ ^a
2.8	Sạc điện chuẩn
3.1	Chu kỳ chuẩn

^a $I_{d\max}$ là dòng phóng điện liên tục lớn nhất do nhà chế tạo quy định cho thử nghiệm dung lượng.

Tất cả các thử nghiệm phóng điện phải được kết thúc ở điện áp ngưỡng phóng điện do nhà chế tạo quy định.

Sau khi phóng điện, DUT phải được nghỉ ít nhất trong 30 min hoặc đạt được cân bằng nhiệt ở nhiệt độ môi trường yêu cầu hoặc phải chờ một khoảng thời gian cố định để cho phép cân bằng nhiệt trước khi bắt đầu bước tiếp theo trong trình tự thử.

7.2.3 Tiêu chí chấp nhận

Nếu dung lượng C/3 thu được trong quá trình thử theo 7.2.2, bước 2.1 có giá trị sai khác trên 5 % so với thông số C/3 của nhà chế tạo thì dung lượng C/3 đo được này phải được sử dụng làm dung lượng danh định và phải là giá trị cơ bản cho tất cả các yêu cầu về dòng phóng điện tiếp theo, tức là giá trị C trong mỗi phép tính dòng phóng điện nC phải dựa trên dung lượng C/3 đo được.

Các dữ liệu sau đây phải được ghi vào báo cáo:

- dòng điện, điện áp, nhiệt độ DUT và nhiệt độ môi trường xung quanh theo thời gian trong mỗi lần thử phóng điện và sạc điện chuẩn kế tiếp;
- dung lượng phóng điện tính theo A-h, điện năng tính theo Wh và công suất trung bình tính theo W ở mỗi lần thử phóng điện;

TCVN 13916:2024

- năng lượng phóng điện tính theo Wh là hàm của SOC tại mỗi lần thử phóng điện (tính theo % dung lượng danh định);
- điện áp kết thúc phóng điện của tất cả các điểm đo điện áp pin có thể có cho tất cả các thử nghiệm phóng điện đã được thực hiện; và
- dung lượng danh định $C/3$ xác định được, được lấy làm giá trị cơ bản cho tất cả các yêu cầu về dòng phóng điện sau này.

7.3 Suy giảm dung lượng SOC

Suy giảm dung lượng SOC có thể xảy ra khi pin không được sử dụng trong thời gian dài hoặc trong quá trình lưu kho.

Nhà chế tạo phải công bố giá trị này.

Phương pháp xác định giá trị suy giảm dung lượng SOC phải theo 7.4 và 7.5 trong ISO 18243 hoặc phương pháp quy định bởi nhà chế tạo nếu cho kết quả tương đương.

7.4 Tuổi thọ chu kỳ

7.4.1 Mục đích

Ngoài các yếu tố lão hóa khác (ví dụ: thời gian, nhiệt độ), năng lượng đi qua pin có ảnh hưởng đáng kể đến tuổi thọ của chúng.

Để chọn một biên dạng cho việc lão hóa có liên quan đến năng lượng đi qua pin, các điều kiện thực tế trong khi lái xe phải được xem xét. Để có được dữ liệu đáng tin cậy và có ý nghĩa khi dự đoán tuổi thọ làm việc, điều quan trọng là nhà chế tạo và khách hàng phải nhất trí về dữ liệu cơ bản trong biên dạng thử nghiệm.

Mặt khác, pin không được cho chịu ứng suất quá mức. Do đó, bắt buộc phải có giám sát hệ thống pin, cũng như cần có một số giai đoạn nghỉ nhất định để thiết lập trạng thái cân bằng.

7.4.2 Thử nghiệm

Trình tự thử tuổi thọ chu kỳ được mô tả trong Bảng 3.

Bảng 3 – Thử nghiệm tuổi thọ chu kỳ ở nhiệt độ phòng

Bước	Quy trình
1	Cân bằng nhiệt
2	Sạc điện chuẩn
3	Chu kỳ chuẩn
4	Phóng điện với dòng điện C/3 cho đến khi điện áp đạt đến giới hạn điện áp phóng điện do nhà chế tạo xác định
5	Sạc điện với dòng điện C/3 đến trạng thái sạc đầy
6	Lặp lại bước 4 đến 5 cho đến khi dung lượng phóng điện đạt 80 % ^a
7	Cân bằng nhiệt
8	Sạc điện chuẩn
9	Chu kỳ chuẩn
^a Nếu số lượng chu kỳ phóng-sạc ở bước 4-5 đạt đến 1 200 chu kỳ mà dung lượng phóng điện tại bước 6 vẫn lớn hơn 80 % thì dừng thử nghiệm. Khi đó, pin được coi là đạt.	

7.4.3 Tiêu chí chấp nhận

Số lượng chu kỳ phóng-sạc lớn hơn hoặc bằng 1 200 chu kỳ.

Các dữ liệu sau đây phải được ghi vào báo cáo:

- dung lượng C/3 ban đầu ở nhiệt độ phòng; và
- dung lượng 1C theo thời gian chu kỳ.

8 Thử nghiệm an toàn

8.1 Rung

8.1.1 Mục đích

Thử nghiệm này được thực hiện để mô phỏng rung đối với các pin có thể xảy ra trong vận hành bình thường của xe.

8.1.2 Thử nghiệm

DUT phải được lắp trên băng thử theo các yêu cầu nêu trong TCVN 7699-2-47 (IEC 60068-2-47).

Thử rung phải thực hiện với dạng sóng hình sin có dải quét logarit từ 7 Hz đến 200 Hz và trở lại 7 Hz trong 15 min. Chu kỳ này phải được lặp lại 12 lần trong thời gian tổng là 3 h cho mỗi trong ba vị trí lắp đặt vuông góc nhau của DUT. Một trong các hướng rung phải vuông góc với mặt đầu cực.

TCVN 13916:2024

Quá trình quét tần số logarit đối với DUT như sau: bắt đầu từ 7 Hz, duy trì gia tốc đỉnh $1 g_n$ cho đến khi đạt được 18 Hz. Biên độ sau đó được duy trì ở mức 0,8 mm (tổng chuyển dịch là 1,6 mm) và tần số được tăng lên cho đến khi gia tốc cực đại đạt $8 g_n$ (xấp xỉ 50 Hz). Gia tốc đỉnh $8 g_n$ sau đó được duy trì cho đến khi tần số được tăng lên 200 Hz.

Sau khi thử rung, dung lượng DUT phải được đánh giá bằng cách thực hiện hai chu kỳ chuẩn theo 5.2.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.1 của ISO 18243.

8.1.3 Tiêu chí chấp nhận

Trong quá trình thử nghiệm và trong khoảng thời gian quan sát 1 h sau thử nghiệm, pin không được có dấu vết rò rỉ hoặc nứt vỡ vỏ bình, cháy hoặc nổ. Ngoài ra, đối với DUT cấp điện áp B phải duy trì điện trở cách điện ít nhất $100 \Omega/V$.

8.2 Xóc cơ khí

8.2.1 Mục đích

Thử nghiệm này được thực hiện để mô phỏng xóc cơ khí đối với các pin có thể xảy ra trong vận hành bình thường của xe.

8.2.2 Thử nghiệm

Điều chỉnh SOC đến trạng thái được sạc đầy trước khi bắt đầu thử nghiệm xóc cơ khí.

DUT phải được cố định chắc chắn vào máy thử bằng gá lắp cứng đỡ tất cả các bề mặt lắp của từng pin thử. DUT phải chịu xóc nửa hình sin có gia tốc đỉnh $150 g_n$ và thời gian xung 6 ms. DUT phải chịu ba lần xóc theo hướng dương, sau đó là ba lần xóc theo hướng âm ở mỗi trong ba vị trí lắp đặt vuông góc lẫn nhau của pin với tổng số 18 lần xóc.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.2 của ISO 18243.

8.2.3 Tiêu chí chấp nhận

Trong quá trình thử và trong khoảng thời gian 1 h quan sát sau thử nghiệm, pin không được có dấu vết rò rỉ hoặc nứt vỡ vỏ hộp, cháy hoặc nổ. Ngoài ra, DUT cấp điện áp B phải duy trì điện trở cách điện ít nhất $100 \Omega/V$.

8.3 Rơi

8.3.1 Mục đích

Thử nghiệm này được thực hiện để mô phỏng tải trọng va đập cơ học có thể xảy ra khi rơi ngoài ý muốn trong quá trình lắp đặt, hoán đổi hoặc vận chuyển pin.

8.3.2 Thử nghiệm

8.3.2.1 Rơi từ độ cao 1 m

Điều chỉnh SOC đến trạng thái được sạc đầy trước khi bắt đầu thử rơi.

Thả rơi tự do DUT từ độ cao 1 m xuống sàn bê tông, mỗi cạnh một lần.

Hoặc mỗi mẫu được thả rơi tự do từ độ cao 1 m lên bề mặt phẳng làm bằng bê tông ở vị trí có khả năng tạo ra kết quả bất lợi nhất. Mỗi mẫu phải được thả rơi ba lần.

8.3.2.2 Rơi từ độ cao 0,5 m

Phương pháp thử nghiệm như quy định trong 8.3.2.1, nhưng với độ cao rơi 0,5 m.

8.3.3 Tiêu chí chấp nhận

Trong quá trình thử nghiệm và quan sát sau thử nghiệm trong thời gian 6 h, pin không được có dấu vết rò rỉ, cháy hoặc nổ.

Ngoài ra, đối với thử nghiệm rơi từ độ cao 0,5 m, ngoài tiêu chí chấp nhận nêu trên, thực hiện các thử nghiệm IP65 và thử nghiệm chu kỳ chuẩn theo 5.2. Các chức năng của pin không bị ảnh hưởng.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.3 của ISO 18243 và JASO TP 21003.

8.4 Sốc nhiệt

8.4.1 Mục đích

Thử nghiệm này được thực hiện nhằm mô phỏng tải nhiệt mà pin có thể phải chịu trong quá trình vận hành của xe.

8.4.2 Thử nghiệm

Điều chỉnh SOC với tốc độ phóng điện 1C đến 80 % trước khi bắt đầu chu kỳ sốc nhiệt.

Với DUT ở 80 % SOC và ở nhiệt độ phòng, được chứa trong một không gian kín và với tất cả các cơ cấu điều khiển nhiệt bị làm mất hiệu lực, cho DUT thực hiện chu kỳ nhiệt với nhiệt độ môi trường trong khoảng từ 85 °C hoặc T_{max} ($T_{max} \geq 60$ °C), theo quy định giữa nhà chế tạo và khách hàng, xuống -30 °C (nhiệt độ môi trường phải được đo tại điểm gần với DUT). Thời gian để đạt đến mỗi nhiệt độ cực trị là 30 min hoặc ít hơn.

Nếu có thể, khi có tính đến các giới hạn của thiết bị và cân nhắc về an toàn, cho phép di chuyển DUT giữa hai buồng thử, mỗi buồng thử được chỉnh đặt ở nhiệt độ cao nhất và buồng thử còn lại được chỉnh đặt ở nhiệt độ thấp nhất của phạm vi nhiệt độ. DUT phải duy trì ở từng giá trị cực trị trong tối thiểu 1 h. Thực hiện tổng năm chu kỳ nhiệt.

TCVN 13916:2024

8.4.3 Tiêu chí chấp nhận

Trong thời gian thử và thời gian 1 h quan sát sau thử nghiệm, pin không được có dấu vết rò rỉ hoặc nứt vỡ vỏ chứa pin, cháy hoặc nổ. Ngoài ra, DUT cấp điện áp B phải duy trì điện trở cách điện ít nhất là 100 Ω/V .

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.4 của ISO 18243.

8.5 Ngâm nước

8.5.1 Mục đích

Thử nghiệm này được thực hiện nhằm mô phỏng ngâm nước có thể xảy ra khi xe bị ngập nước.

8.5.2 Thử nghiệm

DUT ở trạng thái sạc đầy, được đặt như trong làm việc bình thường vào dung dịch nước muối (hàm lượng NaCl 5 % theo khối lượng) ở nhiệt độ môi trường. Lượng nước muối phải đủ để ngâm chìm hoàn toàn DUT. Thời gian ngâm tối thiểu là 2 h hoặc cho đến khi các phản ứng bất kỳ nhìn thấy được kết thúc.

DUT có thể được đặt vào bể chứa nước hoặc có thể được đặt vào bể trống rồi sau đó nước được bơm vào cho đến khi DUT chìm hoàn toàn trong nước.

8.5.3 Tiêu chí chấp nhận

Trong quá trình thử nghiệm và trong khoảng thời gian quan sát 1 h sau thử nghiệm, pin phải không được có dấu vết cháy hoặc nổ.

CHÚ THÍCH 1: Nếu pin được ngâm trong nước dẫn điện, các khí dễ cháy hoặc độc hại có thể được tạo ra.

CHÚ THÍCH 2: Tham khảo 8.5 của ISO 18243.

8.6 Cháy

8.6.1 Mục đích

Mô phỏng tải nhiệt có thể xảy ra khi cháy xe.

8.6.2 Thử nghiệm

Ngon lửa thử nghiệm phải tạo ra bằng cách đốt nhiên liệu bán sẵn trên thị trường dùng cho động cơ đốt trong (sau đây gọi là "nhiên liệu") đựng trong một cái khay. Lượng nhiên liệu đổ vào khay phải đủ để cho phép ngọn lửa, trong điều kiện cháy tự do, duy trì trong suốt quy trình thử, tức là ít nhất phải đạt 25 l/m².

Nên đổ nước vào khay để đảm bảo mặt đáy của khay là nằm ngang. Kích thước khay phải được chọn để đảm bảo rằng các mặt bên của DUT đều chịu ngọn lửa. Do đó khay phải rộng hơn hình chiếu của DUT ít nhất 20 cm, nhưng không quá 50 cm. Vách khay không được nhô cao quá 8 cm so với mức nhiên liệu tại thời điểm bắt đầu thử.

Khay chứa nhiên liệu phải để bên dưới DUT theo cách sao cho khoảng cách giữa mức nhiên liệu trong khay và đáy DUT tương ứng với chiều cao thiết kế của DUT ở phía trên mặt đường trong trạng thái không tải của xe hoặc nếu chiều cao này không được quy định thì để ở khoảng cách xấp xỉ 50 cm hoặc theo thỏa thuận giữa khách hàng và nhà chế tạo.

Pha A: Gia nhiệt trước

Nhiên liệu trong khay phải được mồi cháy ở khoảng cách ít nhất 3 m so với DUT. Sau 60 s gia nhiệt trước, khay phải được đặt bên dưới DUT bằng cách di chuyển đồ gá đỡ DUT hoặc di chuyển khay.

Pha B: Trực tiếp chịu ngọn lửa

Cho DUT chịu ngọn lửa tạo ra bằng cách cho nhiên liệu cháy tự do, như quy định ở trên, trong 130 s.

Pha C: Kết thúc thử nghiệm

Đưa khay đang cháy về vị trí ban đầu (pha A). Không được dập lửa cho DUT. Phải quan sát DUT cho đến khi nhiệt độ bề mặt của DUT giảm về nhiệt độ môi trường hoặc trong thời gian để nguội ít nhất là 3 h.

8.6.3 Tiêu chí chấp nhận

Trong quá trình thử nghiệm và trong thời gian quan sát sau thử nghiệm, không được có bằng chứng về nổ trên DUT.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.6 của ISO 18243.

8.7 Quá nhiệt

8.7.1 Mục đích

Thử nghiệm đáp ứng về an toàn của pin trong điều kiện quá nhiệt. Xác nhận chức năng của các biện pháp bảo vệ chống quá nhiệt bên trong, nếu có.

8.7.2 Thử nghiệm

DUT phải được đặt trong lò đối lưu hoặc tủ khí hậu. Nhiệt độ của DUT phải được đặt đến 50°C, cao hơn 10°C so với nhiệt độ cao nhất để thử tính năng (40°C). Thời gian nghỉ là 2 h hoặc cho đến khi đạt được cân bằng nhiệt. Nếu pin có thiết bị làm mát chủ động thì phải làm mát hiệu lực của thiết bị làm mát này, nếu có thể.

Thực hiện phóng điện và sau đó là sạc điện với dòng điện lớn nhất theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo.

Lặp lại chu kỳ phóng điện và sạc điện cho đến khi có sự can thiệp của biện pháp bảo vệ quá nhiệt hoặc ở trạng thái cân bằng nhiệt của DUT. Nhiệt độ của DUT phải được theo dõi bằng các thiết bị đo được nhà chế tạo tích hợp trong DUT.

CHÚ THÍCH: Ngắt tải điện được coi là biện pháp bảo vệ hiệu quả.

TCVN 13916:2024

8.7.3 Tiêu chí chấp nhận

Không được có bất kỳ bằng chứng nào về rò rỉ, nứt vỡ, cháy hoặc nổ trên DUT.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.7 của ISO 18243.

8.8 Bảo vệ chống ngắn mạch

8.8.1 Mục đích

Mục đích của thử nghiệm bảo vệ chống ngắn mạch là kiểm tra chức năng của thiết bị bảo vệ quá dòng.

Thiết bị này phải ngắt dòng ngắn mạch để ngăn DUT khỏi các sự cố nghiêm trọng liên quan khác do dòng ngắn mạch gây ra.

8.8.2 Thử nghiệm

DUT phải ở nhiệt độ phòng, được sạc đầy và trong điều kiện hoạt động bình thường (các công tắc cơ chính được đóng lại, pin được điều khiển bởi bộ điều khiển pin (BCU)). Sử dụng một dây dẫn điện kích thước thích hợp, điện trở 20^{+0}_{-10} mΩ để tạo ngắn mạch trong thời gian ít hơn 1 s, ngắn mạch được duy trì 10 min hoặc cho đến khi một điều kiện khác xảy ra ngăn cản việc hoàn thành thử nghiệm (ví dụ một bộ phận bị nóng chảy). Thử nghiệm phải được thực hiện với các thiết bị bảo vệ ngắn mạch tích hợp, thụ động và không thụ động, đang hoạt động.

Sau khi cho DUT chịu ngắn mạch như mô tả ở trên, quan sát DUT liên tục trong 2 h.

Tất cả các chức năng của DUT phải được thực hiện đầy đủ như thiết kế trong quá trình thử. Thiết bị bảo vệ quá dòng (ví dụ cầu chảy) phải cắt dòng điện ngắn mạch và/hoặc các công tắc cơ chính ngắt kết nối tự động.

Lấy mẫu dữ liệu, đặc biệt đối với điện áp và dòng điện DUT, phải được thực hiện với tốc độ lấy mẫu đủ, ví dụ 0,1 ms, để đánh giá được chức năng cắt dòng và dòng ngắn mạch đỉnh thực tế.

8.8.3 Tiêu chí chấp nhận

Trong quá trình thử nghiệm, pin không được có dấu vết rò rỉ, nứt vỡ, cháy hoặc nổ. Ngoài ra, DUT cấp điện áp B phải duy trì điện trở cách điện ít nhất 100 Ω/V.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.8 của ISO 18243.

8.9 Bảo vệ quá sạc

8.9.1 Mục đích

Thử nghiệm này được thực hiện để kiểm tra chức năng bảo vệ quá sạc của pin. Chức năng này phải ngắt dòng điện quá sạc để ngăn DUT khỏi các trường hợp nghiêm trọng gây ra do dòng điện quá sạc.

8.9.2 Thử nghiệm

DUT phải ở nhiệt độ phòng, được sạc đầy và trong điều kiện hoạt động bình thường với hệ thống làm mát hoạt động (các công tắc tơ chính được đóng lại, pin phải được điều khiển bởi BCU). Thử nghiệm phải được thực hiện với các thiết bị bảo vệ mạch thụ động, tích hợp, vẫn hoạt động. Điều khiển sạc chủ động phải bị ngắt kết nối hoặc làm mất hiệu lực.

- DUT phải được sạc với dòng không đổi theo thỏa thuận của nhà chế tạo và khách hàng. Dòng sạc không đổi khuyến cáo là 2C.
- Giới hạn trên của điện áp nguồn cần được chỉnh đặt không vượt quá 20 % điện áp lớn nhất của hệ thống pin.
- Việc sạc phải được tiếp tục cho đến khi DUT ngắt quá trình sạc bằng cách tự động ngắt bởi công tắc tơ chính hoặc thiết bị đóng cắt điện tử (ví dụ transistor trong thiết bị điện tử công suất).
- Thử nghiệm quá sạc phải dừng nếu mức SOC cao hơn 130 % hoặc các mức nhiệt độ của các cell cao hơn 55 °C. Giới hạn đối với các mức SOC và mức nhiệt độ của các cell để dừng thử nghiệm bảo vệ chống quá sạc có thể theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và khách hàng.

Việc thu thập/giám sát dữ liệu phải được tiếp tục trong 1 h sau khi dừng sạc.

Trong quá trình thử nghiệm, tất cả các chức năng của DUT phải được thực hiện đầy đủ như thiết kế.

Lấy mẫu dữ liệu, đặc biệt đối với điện áp và dòng điện DUT, phải được thực hiện với tốc độ lấy mẫu đủ, ví dụ 100 ms, để đánh giá chức năng cắt dòng điện.

Ngay sau khi kết thúc sạc, phải tiến hành chu kỳ chuẩn, nếu DUT không giới hạn việc này.

8.9.3 Tiêu chí chấp nhận

Bộ điều khiển pin (BCU) phải cắt dòng điện quá sạc bằng cách ngắt tự động bởi các công tắc tơ chính hoặc công tắc điện tử để ngăn DUT khỏi bị các tác động nghiêm trọng liên quan khác.

Trong quá trình thử nghiệm, hệ thống pin không được có dấu vết rò rỉ hoặc nứt vỡ vỏ, cháy hoặc nổ. Ngoài ra, DUT cấp điện áp B phải duy trì điện trở cách điện ít nhất 100 Ω/V.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.9 của ISO 18243.

8.10 Bảo vệ phóng điện quá mức

8.10.1 Mục đích

Thử nghiệm này được thực hiện để kiểm tra chức năng bảo vệ phóng điện quá mức. Thiết bị này phải cắt dòng phóng điện quá mức để ngăn DUT khỏi các trường hợp nghiêm trọng liên quan khác gây ra dòng quá phóng điện.

TCVN 13916:2024

8.10.2 Thử nghiệm

DUT phải ở nhiệt độ phòng, được sạc đầy và trong điều kiện hoạt động bình thường (các công tắc cơ chính được đóng lại, hệ thống pin được điều khiển bởi BCU). Thử nghiệm phải được thực hiện với các thiết bị bảo vệ mạch thụ động, tích hợp, vẫn hoạt động. Điều khiển phóng điện chủ động phải bị ngắt kết nối hoặc làm mất hiệu lực.

- Thực hiện phóng điện chuẩn. Nếu đạt đến các giới hạn phóng điện bình thường, việc phóng điện với dòng $C/3$ phải được tiếp tục.
- Việc phóng điện phải được tiếp tục cho đến khi DUT ngắt quá trình phóng điện tự động bởi các công tắc cơ chính hoặc công tắc điện tử (ví dụ transistor trong điện tử công suất).
- Thử nghiệm phóng điện phải được dừng bằng tay nếu đã đạt được 25 % mức điện áp danh nghĩa hoặc giới hạn thời gian là 30 min sau khi vượt qua giới hạn phóng điện bình thường của DUT. Các giá trị giới hạn về thời gian và điện áp để dừng thử nghiệm bảo vệ chống phóng điện quá mức có thể được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và khách hàng.

CHÚ THÍCH: Điện áp danh định do nhà chế tạo công bố là điện áp làm việc được khuyến dùng của hệ thống pin do họ sản xuất. Điện áp phụ thuộc vào hóa chất, số lượng pin và sự bố trí của các pin.

Việc thu thập/giám sát dữ liệu phải được tiếp tục trong 1 h sau khi ngừng phóng điện. Trong quá trình thử nghiệm, tất cả các chức năng của DUT phải được thực hiện đầy đủ như thiết kế.

Lấy mẫu dữ liệu, đặc biệt là ở giới hạn phóng điện bình thường và xa hơn đối với điện áp và dòng điện của DUT, phải được thực hiện với tốc độ lấy mẫu đủ, ví dụ 100 ms, để đánh giá chức năng cắt dòng điện.

Ngay sau khi kết thúc sạc, phải tiến hành chu kỳ chuẩn, nếu DUT không giới hạn việc này.

8.10.3 Tiêu chí chấp nhận

BCU phải ngắt dòng điện phóng điện quá mức bằng cách tự động ngắt công tắc cơ mạch chính hoặc công tắc điện tử để ngăn ngừa DUT khỏi các hiệu ứng nghiêm trọng liên quan thêm nữa.

Trong quá trình thử nghiệm, hệ thống pin không được có dấu vết rò rỉ hoặc nứt vỡ vỏ, cháy hoặc nổ. DUT cấp điện áp B phải duy trì được điện trở cách điện ít nhất 100 Ω/V .

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.10 của ISO 18243.

8.11 Động cơ

8.11.1 Mục đích

Thử nghiệm này mô phỏng việc sử dụng pin trong môi trường có độ ẩm cao.

Các chế độ hỏng được đề cập là (các) sự cố điện gây ra bởi ẩm (ví dụ dòng điện rò do bảng mạch in bị ướt).

Một chế độ hồng nửa có thể do hiệu ứng đối lưu mang theo hơi ẩm vào bên trong vỏ bọc khi không khí bên trong pin bị ngưng tụ và không khí môi trường có độ ẩm cao được hút vào pin.

8.11.2 Thử nghiệm

Thực hiện thử nghiệm theo TCVN 7699-2-30 (IEC 60068-2-30), Nóng ẩm, chu kỳ (Db), tùy nhiên:

- biên dạng về nhiệt độ và độ ẩm theo Hình 1; và
- số chu kỳ: 5.

Sử dụng chế độ hoạt động 2.1 theo ISO 16750-1 trong toàn bộ trình tự thử nghiệm.

Nếu nhiệt độ của DUT vượt quá các giới hạn do nhà chế tạo đưa ra, DUT nên được vận hành ở chế độ hoạt động theo thỏa thuận giữa khách hàng và nhà chế tạo.

CHÚ THÍCH 1: Biên dạng về nhiệt độ và độ ẩm được quy định để tạo ra sự động tương tự như trong môi trường làm việc của xe.

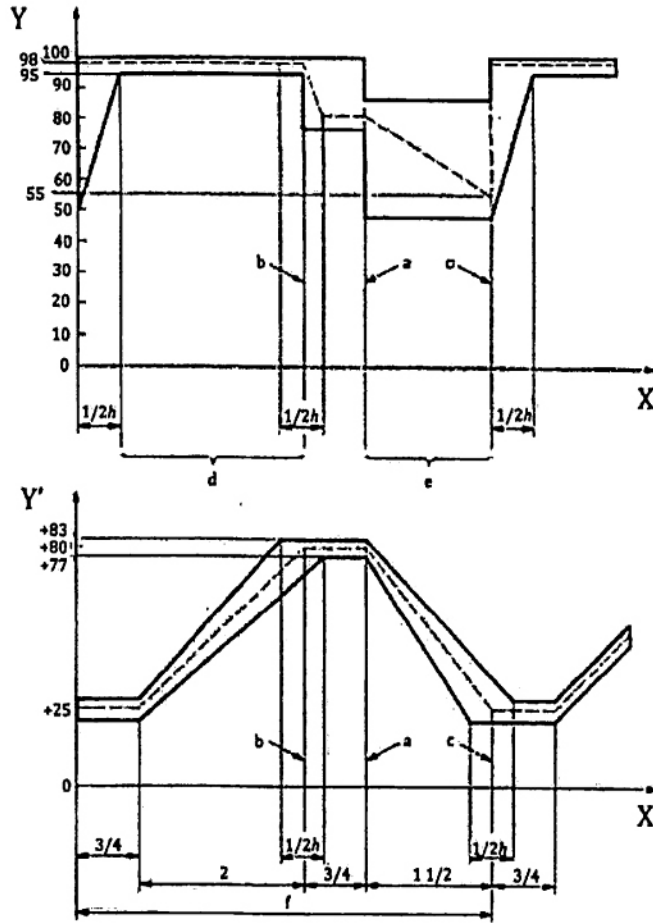
CHÚ THÍCH 2: Để biết mô tả chi tiết, xem ISO 16750-4.

8.11.3 Tiêu chí chấp nhận

Trong và sau thử nghiệm, mọi chức năng của pin vẫn phải đảm bảo như thiết kế.

Dữ liệu đo được phải bao gồm cả giá trị điện trở cách điện giữa vỏ của DUT và các đầu cực dương và cực âm trước và sau thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Tham khảo 8.11 của ISO 18243.



CHÚ DẪN

- Y Độ ẩm tương đối, tính bằng % RH
- Y' Nhiệt độ, tính bằng °C
- X Thời gian, tính bằng h
- a Bắt đầu giảm nhiệt độ
- b Kết thúc tăng nhiệt độ
- c Giá trị đặt khuyến cáo của độ ẩm/nhiệt độ
- d Ngưng tụ
- e Làm khô
- f Một chu kỳ

Hình 1 – Chu kỳ động sương

8.12 Sương muối

8.12.1 Mục đích

Thử nghiệm này mô phỏng chức năng của DUT khi phơi nhiễm với điều kiện sương muối dự kiến do sử dụng xe gần môi trường biển.

8.12.2 Thử nghiệm

Thử nghiệm DUT được sạc đầy theo phương pháp thử theo TCVN 7699-2-52 (IEC 60068-2-52), ít nhất là với mức khắc nghiệt 3.

8.12.3 Tiêu chí chấp nhận

Trong và sau thử nghiệm, tất cả các chức năng của pin phải được thực hiện như thiết kế.

Phải đưa vào báo cáo cả giá trị điện trở cách điện giữa vỏ DUT và các đầu cực dương và cực âm trước và sau thử nghiệm.

8.13 Độ bền giắc nối

8.13.1 Mục đích

Thử nghiệm này được thực hiện để mô phỏng hoạt động cắm và rút giắc nối giữa pin và phương tiện, để kiểm tra độ bền của giắc cắm trong quá trình thay pin.

8.13.2 Thử nghiệm

Pin ở trạng thái không có dòng điện, được cắm vào và rút ra 5 000 lần, với tốc độ cắm và rút do nhà chế tạo khuyến cáo.

Thử nghiệm phải được thực hiện bằng cách sử dụng pin hoán đổi và phương tiện mà nó dự kiến sử dụng cùng. Có thể thử nghiệm riêng giắc nối với điều kiện chỉ ra rằng kết cấu liên quan đến hoạt động cắm vào và rút ra của pin không khác với tình trạng thực tế trên phương tiện.

8.13.3 Tiêu chí chấp nhận

Sau thử nghiệm, kiểm tra bằng mắt phải cho thấy không có dấu hiệu mòn làm ảnh hưởng đến sử dụng bình thường hoặc dẫn đến làm giảm cách điện; các bộ phận không bị rời ra; đầu nối không bị lỏng.

8.14 Bảo vệ bằng vỏ ngoài (mã IP)

Nhà chế tạo phải công bố cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (mã IP) của pin. Cấp bảo vệ không được thấp hơn IP65. Các thử nghiệm được thực hiện theo quy định trong TCVN 4255 (IEC 60529).

Trong quá trình thử nghiệm, hệ thống pin không được xảy ra cháy hoặc nổ.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 12241 (IEC 62660) (tất cả các phần), *Pin lithium thứ cấp dùng để truyền lực cho phương tiện giao thông đường bộ chạy điện*
- [2] TCVN 11919-2 (IEC 62133-2), *Ngăn và pin/acqui thứ cấp chứa alkan hoặc chất điện phân không axit khác - Yêu cầu về an toàn đối với ngăn thứ cấp gắn kín xách tay và pin được chế tạo từ các ngăn này để sử dụng cho ứng dụng xách tay - Phần 2: Hệ thống pin lithium*
- [3] TCVN 12503 (ISO 12405) (tất cả các phần), *Phương tiện giao thông đường bộ chạy điện – Yêu cầu kỹ thuật về thử nghiệm đối với hệ thống và bộ ắc quy kéo loại Lithi-ion*
- [4] TCVN 12504-1 (ISO 6469-1), *Phương tiện giao thông đường bộ chạy điện – Đặc tính kỹ thuật an toàn – Phần 1: Hệ thống tích điện sạc lại được (RESS)*
- [5] TCVN 12774 (ISO 18243), *Xe máy và mô tô điện – Đặc tính kỹ thuật thử nghiệm và yêu cầu về an toàn đối với hệ thống ắc quy lithi-ion*
- [6] JASO TP 21003, *Guideline for swappable batteries for electric two wheel vehicles*
- [7] UNECE R136, *Uniform provisions concerning the approval of vehicles of category L with regard to specific requirements for the electric power train*
- [8] TCVN 13755-2:2023 (IEC 62840-2:2016), *Hệ thống hoán đổi ắc quy xe điện – Phần 2: Yêu cầu an toàn*
- [9] ISO 16750-4, *Road vehicles — Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment — Part 4: Climatic loads (Phương tiện giao thông đường bộ - Điều kiện môi trường và thử nghiệm thiết bị điện và điện tử - Phần 4: Tải khí hậu)*
-