

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 11918:2017
ANSI/CAN/UL-2272:2016**

HỆ THỐNG ĐIỆN DÙNG CHO XE ĐIỆN CÁ NHÂN

Electrical systems for personal e-mobility devices

HÀ NỘI - 2017

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	5
MỤC 1: QUY ĐỊNH CHUNG	
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa	10
4 Chữ viết tắt	15
5 Linh kiện	16
6 Đơn vị đo.....	16
MỤC 2: KẾT CẤU	
7 Vật liệu phi kim loại	16
8 Khả năng chịu ăn mòn của bộ phận kim loại	17
9 Vỏ ngoài.....	17
10 Dây nối và đầu nối.....	18
11 Bộ nạp	20
12 Cầu chì.....	20
13 Chiều sáng	20
14 Khoảng cách và sự phân cách về điện của mạch điện.....	20
15 Mức cách điện và bảo vệ nối đất.....	22
16 Mạch bảo vệ và phân tích an toàn.....	23
17 Ngăn acquy	24
18 Động cơ	25
19 Thử nghiệm trên dây chuyền chế tạo và sản xuất	25
MỤC 3: TÍNH NĂNG	
20 Quy định chung	27
21 Dung sai	30
22 Chu kỳ thử nghiệm sau	30
23 Tiêu chí Kết quả	31
MỤC 4: THỬ NGHIỆM ĐIỆN	
24 Thử nghiệm quá nạp	31
25 Thử nghiệm ngắn mạch	32
26 Thử nghiệm quá phóng điện	33

27 Thử nghiệm nhiệt độ.....	33
28 Thử nghiệm nạp không cân bằng	37
29 Thử nghiệm chịu điện áp điện môi.....	38
30 Thử nghiệm điện trở cách điện.....	39
31 Thử nghiệm dòng điện rò.....	40
32 Thử nghiệm nối đất liên tục	41
MỤC 5: THỬ NGHIỆM CƠ	
33 Thử nghiệm rung	41
34 Thử nghiệm xóc	42
35 Thử nghiệm va đập.....	43
36 Thử nghiệm rơi.....	44
37 Thử nghiệm giảm ứng suất đúc khuôn	45
38 Thử nghiệm nạp tải cho tay cầm.....	46
39 Thử nghiệm quá tải động cơ.....	46
40 Khóa cứng rô to của động cơ	47
41 Thử nghiệm giảm sức căng (cơ cấu chặn dây).....	48
MỤC 6: THỬ NGHIỆM MÔI TRƯỜNG	
42 Thử nghiệm chịu nước	49
43 Thử nghiệm chu kỳ nhiệt	50
44 Thử nghiệm khối lượng của nhả.....	51
MỤC 7: GHI NHÃN	
45 Quy định chung	52
MỤC 8: HƯỚNG DẪN	
46 Quy định chung	53
Phụ lục A (quy định) – Tiêu chuẩn về linh kiện	55
Thư mục tài liệu tham khảo	58

Lời nói đầu

TCVN 11918:2017 hoàn toàn tương đương với ANSI/CAN/UL 2272:2016;

TCVN 11918:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn Quốc gia TCVN/TC/E1
Máy điện và khí cụ điện biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường
Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Hệ thống điện dùng cho xe điện cá nhân

Electrical Systems for Personal E-Mobility Devices

MỤC 1: QUY ĐỊNH CHUNG

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này đưa ra các yêu cầu đối với hệ thống truyền động điện kể cả hệ thống acquy, các linh kiện và mạch điện khác dùng cho xe scooter và các thiết bị khác được gọi là các xe điện cá nhân như được định nghĩa trong tiêu chuẩn này.

1.2 Tiêu chuẩn này nhằm đánh giá sự an toàn của hệ thống truyền động điện và tổ hợp acquy và bộ nạp liên quan đến các mối nguy về năng lượng và điện giật mà không đánh giá về tính năng hoặc độ tin cậy của các thiết bị này. Ngoài ra, tiêu chuẩn này cũng không đánh giá các mối nguy về vật lý có thể liên quan đến việc sử dụng các xe điện cá nhân.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu ghi năm công bố thì áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

Các sản phẩm được đề cập trong tiêu chuẩn này phải phù hợp với các tiêu chuẩn viện dẫn nêu trong điều này khi thích hợp đối với quốc gia sử dụng sản phẩm. Khi sản phẩm được dự định sử dụng ở nhiều hơn một quốc gia thì sản phẩm phải tuân thủ các tiêu chuẩn dùng cho tất cả các quốc gia được dự kiến sử dụng.

Tiêu chuẩn CSA

CSA-C22.2 Số 0.15, *Adhesive Labels (Nhãn dính)*

CAN/CSA-C22.2 Số 0.17, *Evaluation of Properties of Polymeric Materials (Đánh giá đặc tính của vật liệu polyme)*

CSA-C22.2 Số 0.2, *Insulation coordination (Phối hợp cách điện)*

CSA-C22.2 Số 0.8, *Safety functions incorporating electronic technology* (Chức năng an toàn kết hợp công nghệ điện tử)

CSA-C22.2 Số 94.2, *Enclosures for Electrical Equipment, Environmental Considerations* (Vỏ ngoài dùng cho thiết bị điện, xem xét khía cạnh môi trường)

CSA-C22.2 Số 100, *Motors and generators* (Động cơ và máy phát)

CSA-C22.2 Số 107.1, *Power Conversion Equipment* (Thiết bị chuyển đổi điện)

CSA-C22.2 Số 223, *Power Supplies with Extra-Low-Voltage Class 2 Outputs* (Nguồn cấp điện có đầu ra cấp 2 điện áp cực thấp an toàn)

CAN/CSA C22.2 Số 282, *Plugs, Receptacles, and Couplers for Electric Vehicles* (Phích cắm, ổ cắm và bộ nối dùng cho xe điện)

CAN/CSA-C22.2 Số 60529, *Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)* (Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (Mã IP))

CAN/CSA-E60730-1, *Automatic Electrical Controls for Household and Similar Use - Part 1: General Requirements* (Bộ điều khiển điện tự động dùng trong gia đình và sử dụng tương tự - Phần 1: Yêu cầu chung)

CAN/CSA-C22.2 Số 60950-1, *Information Technology Equipment – Safety – Part 1: General Requirements* (Thiết bị công nghệ thông tin – An toàn – Phần 1: Yêu cầu chung)

CAN/CSA-C22.2 Số 62368-1, *Audio/Video, information and Communication Technology Equipment Part 1: Safety Requirements* (Thiết bị audio/video, thiết bị công nghệ thông tin và truyền thông – Phần 1: Yêu cầu an toàn)

Tiêu chuẩn IEC

IEC 60068-2-64, *Environmental Testing - Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, Broadband Random and Guidance* (Thử nghiệm môi trường – Phần 2-64: Các thử nghiệm – Thử Fh: Rung, băng rộng ngẫu nhiên và hướng dẫn)

IEC 60417, *Graphical Symbols for use on Equipment* (Ký hiệu đồ họa trên thiết bị)

IEC 60529, *Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)* ((Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (Mã IP))

IEC 60812, *Analysis Techniques for System Reliability - Procedure for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* (Kỹ thuật phân tích độ tin cậy của hệ thống – Quy trình dùng cho chế độ hỏng và phân tích tác động (FMEA))

IEC 61025, *Fault Tree Analysis (FTA)* (Phân tích sự cố sơ đồ cây)

IEC 61508-1, *Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related Systems – Part 1: General Requirements* (An toàn chức năng của hệ thống điện/điện tử/điện tử lập trình được liên quan đến an toàn – Phần 1: Yêu cầu chung)

Tiêu chuẩn ISO

ISO 7010, *Graphical Symbols - Safety Colours and Safety Signs - Registered Safety Signs* (Ký hiệu đồ họa - Màu an toàn và ký hiệu an toàn – Ký hiệu an toàn đã đăng ký)

ISO 12405-1, *Electrically Propelled Road Vehicles - Test Specification for Lithium-Ion Traction Battery Packs and systems - Part 1: High-Power Applications* (Xe điện trên đường bộ - Quy định kỹ thuật thử nghiệm dùng cho bộ acquy và hệ thống lithium ion truyền động – Phần 1: Ứng dụng công suất cao)

Tiêu chuẩn SAE

SAE J1739, *Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA) and Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA)* (Chế độ hỏng tiềm ẩn và phân tích tác động trong thiết kế (FMEA thiết kế) và chế độ hỏng tiềm ẩn và phân tích tác động trong quá trình chế tạo và lắp ráp (FMEA quá trình))

Tiêu chuẩn UL

UL 50E, *Enclosures for Electrical Equipment, Environmental Considerations* (Vỏ ngoài dùng cho thiết bị điện, Xem xét khía cạnh môi trường)

UL 94, *Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances* (Thử nghiệm tính dễ cháy của vật liệu nhựa dùng cho bộ phận của thiết bị)

UL 746B, *Polymeric Materials Long Term Property Evaluations* (Đánh giá đặc tính dài hạn các vật liệu polyme)

UL 746C, *Polymeric Materials Use in Electrical Equipment Evaluations* (Đánh giá việc sử dụng vật liệu polyme trong thiết bị điện)

UL 810A, *Electrochemical Capacitors* (Tụ điện hóa)

UL 840, *Insulation Coordination Including Clearances and Creepage Distances For Electrical Equipment* (Phối hợp cách điện bao gồm khe hở không khí và chiều dài đường rò trong thiết bị điện)

UL 991, *Tests for Safety-Related Controls Employing Solid-State Devices* (Thử nghiệm bộ điều kiện liên quan đến an toàn sử dụng linh kiện bán dẫn)

UL 969, *Marking and Labeling Systems* (Hệ thống ghi nhãn và nhãn)

UL 1004-1, *Rotating Electrical Machines - General Requirements* (Máy điện quay – Yêu cầu chung)

UL 1004-2, *Rotating Electrical Machines - impedance Protected Motors* (Máy điện quay – Động cơ được bảo vệ trở kháng)

UL 1004-3, *Rotating Electrical Machines - Thermally Protected Motors* (Máy điện quay – Động cơ được bảo vệ nhiệt)

UL 1004-7, *Rotating Electrical Machines - Electronically Protected Motors* (Máy điện quay – Động cơ được bảo vệ điện)

UL 1012, *Power Units other than Class 2* (Bộ nguồn không phải cấp 2)

UL 1310, *Class 2 Power Units* (Bộ nguồn cấp 2)

UL 1642, *Lithium Batteries* (Acquy lithium)

UL 1989, *Standby Batteries* (Acquy dự phòng)

UL 1998, *Software in Programmable Components* (Phần mềm trong các linh kiện lập trình được)

UL 2251, *Plugs, Receptacles, and Couplers for Electric Vehicles* (Phích cắm, ổ cắm và bộ nối dùng cho xe điện)

UL 2271, *Batteries for Use In Light Electric Vehicle (LEV) Applications* (Acquy dùng cho ứng dụng xe điện nhẹ (LEV))

UL 2580, *Batteries for Use in Electric Vehicles* (Acquy dùng cho xe điện)

UL 60730-1, *Automatic Electrical Controls for Household and Similar Use - Part 1: General Requirements* (Bộ điều khiển điện tự động dùng trong gia đình và sử dụng tương tự - Phần 1: Yêu cầu chung)

UL 60950-1, *Information Technology Equipment - Safety - Part 1: General Requirements* (Thiết bị công nghệ thông tin – An toàn – Phần 1: Yêu cầu chung)

UL 62368-1, *Audio/Video, Information and Communication Technology Equipment - Part 1: Safe Requirements* (Thiết bị audio/video, thiết bị công nghệ thông tin và truyền thông – Phần 1: Yêu cầu an toàn)

Tiêu chuẩn ULC

CAN/ULC-S2271, *Batteries for use in Light Electric Vehicle (LEV) Applications* (Acquy dùng cho ứng dụng trong xe điện nhẹ (LEV))

CAN/ULC-S2580, *Batteries for Use in Electric Vehicles* (Acquy dùng cho xe điện)

Tiêu chuẩn Bộ quốc phòng Hoa kỳ

MIL-STD-1629A, *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis* (Quy trình thực hiện phân tích chế độ hỏng, phân tích tác động và phân tích rủi ro)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1

Acquy (battery)

Thuật ngữ chung cho một hoặc nhiều ngăn acquy được nối điện nối tiếp và/hoặc song song có hoặc không có mạch theo dõi và bảo vệ để nạp và phóng điện.

3.2

Bộ acquy (battery pack)

Acquy đã sẵn sàng để sử dụng trong xe điện cá nhân, được chứa trong vỏ bảo vệ, có các thiết bị bảo vệ, với hệ thống quản lý acquy và mạch theo dõi và có thể tháo rời được bởi người sử dụng để nạp điện riêng rẽ với thiết bị.

3.3

Hệ thống acquy (battery system)

Hệ thống acquy bao gồm acquy, bộ nạp và mạch theo dõi và bảo vệ để nạp và phóng điện acquy.

3.4

Dung lượng danh định (capacity, rated)

Tổng số ampe-giờ có thể được lấy ra từ một acquy đã nạp đầy với tốc độ phóng nhất định đến điện áp phóng điện cuối cùng nhất định (EODV) ở nhiệt độ quy định theo công bố của nhà chế tạo.

3.5

Vỏ acquy (casing)

Vật chứa dùng để bao bọc trực tiếp và giữ chất điện phân và các điện cực của ngăn acquy.

3.6

Ngăn acquy (cell)

Khối điện hóa có chức năng cơ bản (đôi khi được gọi là acquy) gồm một cụm điện cực, chất điện phân, tấm ngăn, vỏ và các đầu nối. Ngăn acquy là một nguồn điện năng được chuyển đổi trực tiếp từ hóa năng.

3.7

Nạp điện (charging)

Việc đưa dòng điện đến các đầu nối của acquy, gây ra phản ứng Faraday trong acquy làm cho năng lượng điện hóa được tích trữ. Đối với các xe điện cá nhân, việc nạp acquy có thể xảy ra thông qua một hoặc nhiều phương pháp sau:

- a) Nạp tái sinh sử dụng năng lượng từ quá trình tái sinh thông qua hãm hoặc tăng tốc (tức là khi xuống dốc).
- b) Nạp bằng thiết bị bên ngoài, bằng cách sử dụng bộ nạp xoay chiều sang một chiều, bộ nạp một chiều hoặc bộ nạp cảm ứng bên ngoài thiết bị.

c) Nạp bằng thiết bị bên trong, bằng cách sử dụng bộ nạp trên xe điện cá nhân để chuyển đổi nguồn điện lưới xoay chiều sang một chiều để nạp điện.

3.8

Nạp với dòng điện không đổi (Charging, constant current (CC))

Chế độ nạp trong đó dòng điện được giữ không đổi trong khi điện áp nạp được phép thay đổi.

3.9

DUT

Thiết bị cần thử nghiệm.

3.10

Nguy hiểm điện giật (electric shock hazard)

Khả năng con người bị phơi nhiễm với các mạch điện áp nguy hiểm thông qua tiếp xúc trực tiếp qua các lỗ hở trong vỏ bảo vệ và/hoặc cách điện không đủ giữa các mạch điện nguy hiểm và các bộ phận tiếp cận được.

3.11

Hệ thống truyền động điện (electric drive train system)

Các linh kiện điện cấp điện cho sự chuyển động của xe điện cá nhân và có thể bao gồm hệ thống acquy; (các) động cơ điện; hệ thống bảo vệ, cân bằng và điều khiển; và mạch điện và hệ thống đi dây để nối chúng với nhau.

3.12

Hệ thống điện (electrical system)

Tất cả các thành phần điện và mạch điện được cung cấp cùng xe điện cá nhân và có thể bao gồm hệ thống truyền động điện, bộ nạp bên trong hoặc bộ nạp bên ngoài được dùng để nạp lại acquy và hệ thống điện phụ trợ như chiếu sáng, thông tin liên lạc và âm thanh có thể đi kèm trên thiết bị.

3.13

Rò chất điện phân (electrolyte leakage)

Tình trạng trong đó chất điện phân thể lỏng thoát qua lỗ trên ống thông hơi được thiết kế cũng như qua vết vỡ hoặc nứt hoặc lỗ hở không dự kiến khác trong vỏ của ngăn acquy hoặc tụ điện và nhìn thấy được từ bên ngoài DUT.

3.14

Vỏ ngoài (enclosure)

Vỏ bên ngoài của thiết bị cung cấp bảo vệ cho các thành phần bên trong để ngăn ngừa nguy hại tiềm ẩn và có thể có một hoặc nhiều mức bảo vệ cụ thể như dưới đây:

a) Vỏ bọc bảo vệ điện: Cung cấp bảo vệ khỏi tiếp xúc với mạch điện áp nguy hiểm và có thể đóng vai trò là một phần của cách điện.

b) Vỏ bọc chống cháy: Cung cấp bảo vệ khỏi cháy lan từ các thành phần khác bên trong.

c) Vỏ bọc bảo vệ cơ: Cung cấp bảo vệ vật lý khỏi hư hại đến các thành phần và bộ phận chứa trong nó và/hoặc ngăn ngừa chạm vào các bộ phận chuyển động nguy hiểm.

d) Vỏ bọc bảo vệ khỏi các tác động của môi trường: Cung cấp bảo vệ khỏi sự xâm nhập của các vật liệu từ môi trường, ví dụ như nước có thể làm hư hại các linh kiện bên trong hoặc gây ra nguy hiểm. Thông số như mã IP cung cấp mức độ bảo vệ bằng vỏ ngoài.

3.15

Điện áp phóng điện cuối cùng (end-of-discharge voltage (EODV))

Điện áp có tải của ngăn hoặc acquy khi kết thúc quá trình phóng. EODV có thể được quy định như trong trường hợp phóng điện được kết thúc bằng điện áp hoặc đơn giản được đo trong trường hợp phóng điện có khống chế thời gian.

3.16

Nổ (explosion)

Năng lượng thoát ra một cách dữ dội làm bắn ra các vật hoặc sóng năng lượng phóng ra khỏi DUT và kết quả là các thành phần bên trong của DUT bị phụt ra qua vết vỡ trên vỏ ngoài hoặc vỏ ngăn acquy.

3.17

Cháy (fire)

Cháy duy trì các thành phần của DUT thể hiện bằng ngọn lửa, nhiệt và cháy xém hoặc các hư hại khác của vật liệu.

3.18

Nạp đầy (fully charged)

Acquy đã nạp theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo đến trạng thái nạp đầy (SOC).

3.19

Phóng hết (fully discharged)

Acquy đã được phóng điện theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo, đến điện áp phóng điện cuối cùng quy định (EODV).

3.20

Điện áp nguy hiểm (hazardous voltage)

Điện áp lớn hơn 30 V hiệu dụng/42,4 V xoay chiều giá trị đỉnh hoặc 60 V một chiều.

3.21

Cấp cách điện (insulation levels)

Các cấp cách điện như dưới đây:

- a) Cách điện chính: Cấp cách điện đơn cung cấp bảo vệ chống điện giật. Chỉ riêng cách điện chính có thể không đủ để cung cấp bảo vệ chống điện giật trong trường hợp sự cố cách điện.
- b) Cách điện kép: Cách điện gồm cả cách điện chính và cách điện phụ.
- c) Cách điện chức năng: Cách điện chỉ cần thiết cho hoạt động đúng của thiết bị. Cách điện chức năng không bảo vệ chống điện giật. Tuy nhiên nó có thể làm giảm khả năng bén cháy và cháy.
- d) Cách điện tăng cường: Hệ thống cách điện đơn cung cấp mức độ bảo vệ chống điện giật tương đương với cách điện kép trong điều kiện quy định trong tiêu chuẩn này. Thuật ngữ "hệ thống cách điện" không ngụ ý rằng cách điện phải là một mảnh đồng nhất. Nó có thể bao gồm một vài lớp mà không thử nghiệm được như cách điện chính và cách điện phụ.
- e) Cách điện phụ: Cách điện độc lập được đặt bổ sung vào cách điện chính để giảm rủi ro điện giật trong trường hợp hỏng cách điện chính.

3.22

Xe điện cá nhân (personal e-mobility device)

Thiết bị di động cá nhân được thiết kế cho một người lái có hệ thống lái truyền động điện nạp lại được để tạo thăng bằng và đẩy người lái và có thể có tay cầm để lái. Thiết bị này có thể có hoặc không có cơ cấu tự cân bằng.

3.23

Môi trường trong phòng (room ambient)

Được xem là nhiệt độ trong dải $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

3.24

Vỡ (rupture)

Hỏng cơ khí vỏ ngoài/vỏ của DUT do nguyên nhân bên trong cũng như bên ngoài, làm tràn và/hoặc làm lộ các thành phần bên trong DUT nhưng không làm bắn ra vật rắn và phóng năng lượng dữ dội như trong khi nổ.

3.25

Linh kiện/mạch điện quan trọng về an toàn (safety critical circuits/components)

Mạch điện hoặc linh kiện rời rạc mà sự an toàn dựa vào, được xác định trong phân tích an toàn ở 13.2.

3.26

Vùng làm việc quy định (specified operating region)

Vùng điện áp, dòng điện và nhiệt độ mà bên trong đó ngăn acquy có thể nạp và phóng lặp lại an toàn trong toàn bộ tuổi thọ dự kiến của nó. Nhà chế tạo quy định các giá trị này và sau đó được sử dụng để đánh giá an toàn của thiết bị và có thể thay đổi theo tuổi thọ của thiết bị. Vùng làm việc quy định có thể gồm có các giá trị quá độ của điện áp, dòng điện và nhiệt độ cho phép trong các điều kiện giới hạn quy định bởi nhà chế tạo ngăn acquy. Vùng làm việc quy định bao gồm các tham số nạp và phóng dưới đây được quy định bởi nhà chế tạo:

- a) Giới hạn nhiệt độ nạp: Các giới hạn trên và dưới của nhiệt độ, do nhà chế tạo quy định để nạp ngăn acquy. Nhiệt độ được đo trên vỏ.
- b) Giới hạn nhiệt độ phóng: Các giới hạn trên và dưới của nhiệt độ, do nhà chế tạo quy định để phóng ngăn acquy. Nhiệt độ được đo trên vỏ.
- c) Điện áp phóng điện cuối cùng: Như 3.13. Xem thêm Hình 3.1 của UL 1642.
- d) Dòng điện phóng lớn nhất: Thông số dòng điện phóng lớn nhất do nhà chế tạo ngăn acquy quy định.
- e) Dòng điện nạp lớn nhất: Dòng điện nạp lớn nhất trong vùng làm việc quy định, được quy định bởi nhà chế tạo ngăn acquy. Giá trị này có thể thay đổi theo nhiệt độ.
- f) Điện áp nạp giới hạn trên: Giới hạn điện áp nạp cao nhất trong vùng làm việc quy định, được quy định bởi nhà chế tạo ngăn acquy. Giá trị này có thể thay đổi theo nhiệt độ.

3.27

Trạng thái nạp (SOC) (state of charge)

Dung lượng sẵn có trong một gói, môđun hoặc ngăn được tính bằng phần trăm dung lượng danh định.

4 Chữ viết tắt

Tiêu chuẩn này áp dụng các chữ viết tắt dưới đây.

CC Nạp với dòng điện không đổi

DUT Thiết bị cần thử nghiệm

EODV Điện áp phóng điện cuối cùng

FMEA Chế độ hỏng tiềm ẩn và phân tích tác động

FTA Phân tích sự cố theo sơ đồ cây

SELV Điện áp cực thấp an toàn

SOC Trạng thái nạp

5 Linh kiện

Linh kiện của một sản phẩm được đề cập trong tiêu chuẩn này phải tuân theo các yêu cầu đối với linh kiện đó. Xem Phụ lục A về danh mục các tiêu chuẩn liên quan đến các linh kiện thường được sử dụng trong các sản phẩm được đề cập trong tiêu chuẩn này.

6 Đơn vị đo

Các giá trị không có ngoặc đơn là giá trị yêu cầu. Các giá trị trong ngoặc đơn là thông tin giải thích hoặc gần đúng.

MỤC 2: KẾT CẤU

7 Vật liệu phi kim loại

7.1 Vật liệu được sử dụng làm vỏ ngoài, nhằm đảm bảo an toàn theo 3.14 phải phù hợp với các yêu cầu áp dụng cho vỏ ngoài được nêu trong UL 746C về Yêu cầu đối với vỏ ngoài trong Bảng 4.1 hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 0.17 trừ khi có sự sửa đổi theo tiêu chuẩn này.

7.2 Vật liệu polyme sử dụng làm vỏ chống cháy phải có thông số ngọn lửa tối thiểu là 94 V-1 theo UL 94 hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 0.17.

Ngoại lệ: Vỏ ngoài có thể được đánh giá theo một cách khác đối với thử nghiệm ngọn lửa 20 mm cho sản phẩm cuối cùng theo UL 746C hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 0.17.

7.3 Các yếu tố từ a) đến e) dưới đây được đưa vào xem xét khi đánh giá vỏ ngoài sử dụng vật liệu phi kim loại. Đối với vỏ ngoài phi kim loại, tất cả các yếu tố này được xem xét liên quan đến lão hóa nhiệt. Độ ổn định về kích thước của vỏ ngoài bằng polyme được đánh giá bằng sự phù hợp với thử nghiệm giảm ứng suất lên khuôn. Sự phù hợp với các yếu tố a) đến e) dưới đây có thể được xác định bằng các thử nghiệm của tiêu chuẩn này.

a) Khả năng chịu va đập;

b) Khả năng chịu ép;

c) Hoạt động không bình thường;

d) Điều kiện khắc nghiệt; và

e) Biến dạng giảm ứng suất lên khuôn.

7.4 Vật liệu polyme được sử dụng làm vỏ ngoài và cách điện phải thích hợp với các nhiệt độ dự đoán sẽ xảy ra trong ứng dụng dự kiến. Vỏ ngoài phải có chỉ số nhiệt tương đối (RTI) với tác động thích hợp ở nhiệt độ xảy ra trong ứng dụng nhưng không nhỏ hơn 80 °C (176 °F), như được xác định theo UL 746B hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 0.17.

7.5 Vật liệu vỏ ngoài dự kiến bị phơi nhiễm trực tiếp ánh sáng mặt trời và mưa trong ứng dụng cuối cùng phải phù hợp với các thử nghiệm khả năng chịu UV và chịu nước và ngâm trong nước theo UL 746C hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 0.17. Yêu cầu này có thể được bỏ qua nếu xe điện cá nhân được ghi nhãn được bảo quản trong nhà và hướng dẫn cho người sử dụng cũng chỉ ra rằng không để bên ngoài trời, không để phơi nhiễm UV hoặc mưa. Xem 45.11 và Điều 46.

7.6 Vật liệu sử dụng làm cách điện trong cụm lắp ráp phải chịu được suy giảm chất lượng có thể gây ra điện giật, cháy hoặc nguy hiểm khác đối với an toàn. Kiểm tra sự phù hợp bằng các thử nghiệm của tiêu chuẩn này. Vật liệu được sử dụng để đỡ trực tiếp các bộ phận mang điện ở điện áp nguy hiểm phải đáp ứng thêm các tiêu chí về đỡ cách điện được nêu ở Xem xét đặc tính vật liệu, Bảng 6.1 của UL 746C hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 0.17 trừ khi được sử dụng như một phần của linh kiện đã được đánh giá phù hợp với tiêu chuẩn thích hợp cho linh kiện. Dây dẫn cách điện phải chịu các yêu cầu được nêu trong Điều 10, Dây dẫn và đầu nối.

7.7 Giaoăng và vật gắn được sử dụng để đảm bảo an toàn phải được xác định thích hợp ở các điều kiện môi trường và chất hóa học mà chúng được dự kiến phơi nhiễm trong sử dụng cuối cùng.

8 Khả năng chịu ăn mòn của bộ phận kim loại

8.1 Vỏ ngoài bằng kim loại phải chịu được ăn mòn. Lớp mạ hoặc phủ thích hợp có thể có khả năng chống ăn mòn. Hướng dẫn bổ sung về các phương pháp để đạt được bảo vệ ăn mòn có thể có trong UL 50E hoặc CSA-C22.2 Số 94.2.

8.2 Vỏ ngoài bằng kim loại có thể được bổ sung một lớp lót cách điện bên trong để ngăn ngừa ngắn mạch các bộ phận mang điện với vỏ ngoài. Nếu sử dụng lớp lót cách điện cho mục đích này thì lớp lót cách điện phải bằng vật liệu không hút ẩm có thông số thích hợp đối với nhiệt độ trong khi làm việc kể cả trong khi nạp.

8.3 Bộ phận dẫn tiếp xúc tại các đầu nối và mối nối không được bị ăn mòn do tác dụng điện hóa.

9 Vỏ ngoài

9.1 Yêu cầu chung

9.1.1 Vỏ ngoài được sử dụng để bảo vệ an toàn theo 6.14 phải có độ bền và độ cứng vững yêu cầu để chịu được những tác động về vật lý mà nó có thể phải chịu trong quá trình sử dụng dự kiến, nhằm giảm rủi ro cháy hoặc gây thương tích cho người như xác định bởi các yêu cầu nêu trong tiêu chuẩn này.

9.1.2 Dụng cụ để thực hiện công việc cơ khí như kim, tuốc nơ vít, cưa kim loại hoặc các dụng cụ tương tự phải có khả năng tối thiểu về cơ khí để mở được vỏ ngoài.

9.1.3 Lỗ hở trên vỏ ngoài dùng để bảo vệ an toàn theo 3.14 phải được thiết kế để ngăn ngừa tiếp cận không chủ ý gây nguy hiểm như điện áp nguy hiểm, bộ phận chuyển động nguy hiểm hoặc bề mặt nóng có thể gây bỏng. Các bộ phận có thể lấy ra mà không dùng dụng cụ thì được lấy ra để xác định sự phù hợp. Sự phù hợp được xác định theo Điều 12, Thử nghiệm bảo vệ chống tiếp cận các bộ phận nguy hiểm được thể hiện bằng chữ số đặc trưng thứ nhất theo IEC 60529 hoặc CAN/CSA-C22.2 số 60529, đối với mã IP tối thiểu là IP3X. Việc đánh giá theo các tiêu chuẩn này bao gồm việc sử dụng que thử 2,5 mm, dài 100 mm, thể hiện trên Hình 1 của UL 2271 hoặc CAN/ULC-S2271, với lực đặt vào là $10\text{ N} \pm 10\%$.

9.1.4 Lỗ hở trên vỏ ngoài có bảo vệ khỏi các tác động của môi trường theo 3.14 phải được thiết kế để ngăn ngừa sự xâm nhập của nước khi được lắp trên xe điện cá nhân phù hợp với sử dụng dự kiến và mã IP phù hợp với IEC 60529 hoặc CAN/CSA-C22.2 số 60529 với mã tối thiểu là IPX4 và có khả năng chịu nguy hiểm liên quan đến ngâm nước một phần. Xác định sự phù hợp bằng các thử nghiệm chịu nước ở Điều 42.

9.2 Khoảng acquy

9.2.1 Ống thông hơi của ngăn acquy không được tắc theo cách làm mất chức năng thông hơi nếu như việc thông hơi được sử dụng để phù hợp với tiêu chuẩn này. Kiểm tra sự phù hợp bằng cách xem xét.

9.2.2 Các khoang acquy bên trong vỏ ngoài phải giữ acquy đúng vị trí đủ để ngăn ngừa dịch chuyển quá mức và ứng suất quá mức lên acquy và các ngăn acquy có thể gây nguy hiểm. Kiểm tra sự phù hợp bằng cách xem xét và thử nghiệm cơ của tiêu chuẩn này.

10 Dây nối và đầu nối

10.1 Dây nối phải được cách điện và chấp nhận được cho mục đích này xét về nhiệt độ, điện áp và các điều kiện vận hành mà dây nối có nhiều khả năng phải chịu bên trong thiết bị.

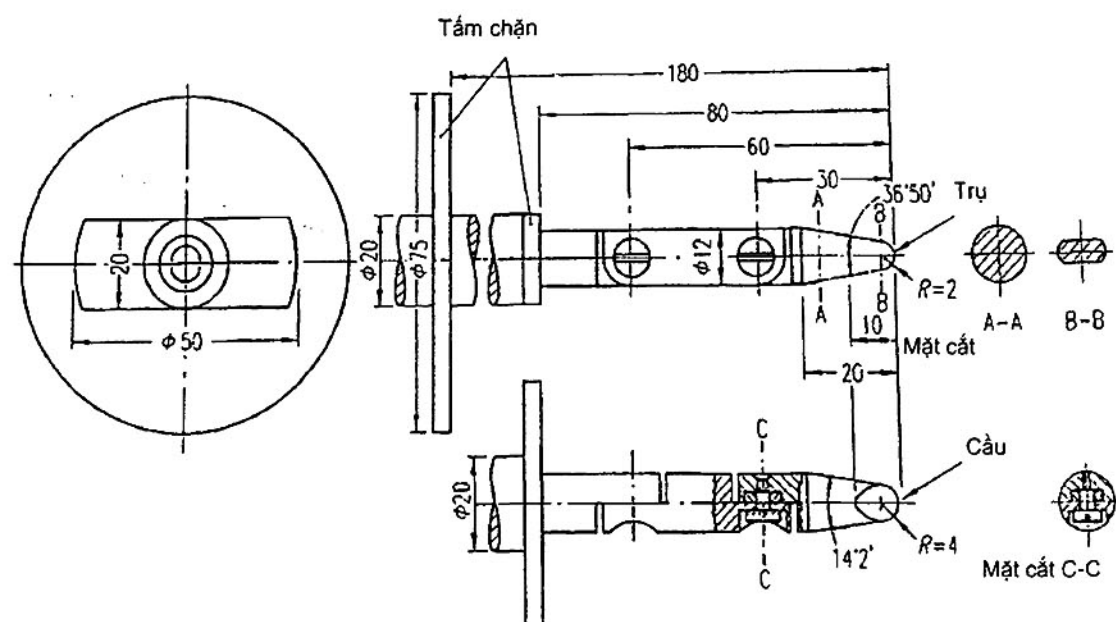
10.2 Dây nối bên trong phải được dẫn hướng, đỡ, kẹp hoặc cố định theo cách giảm khả năng bị kéo căng quá mức trên sợi dây và trên các mối nối, lòng các mối nối và hồng cách điện của vật dẫn. Trong mạch điện quan trọng về an toàn, đối với các đầu nối hàn thiếc, dây dẫn phải được định vị hoặc cố định sao cho sự tin cậy không chỉ đặt vào việc hàn để duy trì dây dẫn đúng vị trí. Đường đi dây phải được thiết kế để tránh ứng suất quá mức lên các ngăn của acquy trong các sản phẩm được lắp đặt hoàn chỉnh.

10.3 Các đầu nối bên ngoài phải được thiết kế để tránh ngắn mạch không chủ ý, không thẳng hàng và đấu nối ngược cực tính khi thực hiện việc đấu nối. Đối với các bộ acquy được dự kiến lấy ra khỏi xe điện cá nhân khi nạp bên ngoài hoặc thay bằng bộ acquy đã nạp, thì đầu nối bên ngoài dùng cho việc

phóng phải được thiết kế để tránh ngắn mạch không chủ ý, đấu nối ngược cực tính và không thẳng hàng.

10.4 Đối với các bộ acquy dự kiến được lấy ra từ xe điện cá nhân để nạp điện bên ngoài hoặc thay bằng các bộ acquy đã nạp bởi người sử dụng thì đầu nối bên ngoài dùng để phóng điện và bất kỳ đầu nối khác bên ngoài có điện áp nguy hiểm phải được thiết kế để ngăn ngừa người sử dụng tiếp cận đến. Xác định sự phù hợp bằng cách sử dụng ngón tay thử nghiệm có khớp nối thể hiện trên Hình 10.1.

Kích thước tính bằng milimét



Hình 10.1 – Ngón tay thử nghiệm

10.5 Các đầu nối bên ngoài của bộ acquy có mạch điện áp nguy hiểm được dự kiến lấy ra khỏi xe điện cá nhân để nạp điện phải được đánh giá bằng thử nghiệm độ bền không mang tải hoặc bằng thử nghiệm độ bền khi có tải áp dụng cho ứng dụng sử dụng cuối cùng theo UL 2251 hoặc CAN/CSA Số 282, không áp dụng phơi nhiễm chất ô nhiễm.

10.6 Lỗ để dây cách điện đi qua vách kim loại phải được có ống lồng đã được làm trơn nhẵn hoặc phải có bề mặt nhẵn, không có ba vĩa, gân, cạnh sắc và tương tự trên đó dây có thể tựa lên, để ngăn ngừa mài mòn cách điện.

10.7 Dây nối dùng cho điện áp nguy hiểm phải đặt trong vỏ ngoài về điện có nhãn cảnh báo điện áp nguy hiểm như ISO 7010, Số W012 (tức là ký hiệu tia chớp bên trong hình tam giác).

11 Bộ nạp

11.1 Nguồn điện dự kiến để nạp cho xe điện cá nhân phải được đánh giá về an toàn bên trong theo UL 1310 hoặc CSA-C22.2 Số 223, UL 1012 hoặc CSA-C22.2 Số 107.1, UL 60950-1 hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 60950-1 hoặc UL 62368-1 hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 62368-1 và phải được xác định tương thích với hệ thống acquy của thiết bị. Xác định sự phù hợp bằng cách xem xét dữ liệu về hệ thống acquy và bộ nạp và các thử nghiệm của tiêu chuẩn này. Bộ nạp phải có phương tiện để kết nối với đầu ra tiêu chuẩn nếu dự kiến để nối vào nguồn điện lưới của nguồn cung cấp điện theo các tiêu chuẩn được nêu ở trên.

11.2 Bộ nối được cung cấp bộ nạp để nối đến đầu nối xe điện cá nhân/acquy để nạp phải được thiết kế để ngăn ngừa nối sai và ngược cực tính.

12 Cầu chì

12.1 Cầu chì phải thích hợp đối với dòng điện và điện áp của mạch mà chúng bảo vệ.

12.2 Đối với cầu chì mà người sử dụng thay thế được, việc ghi nhãn thay thế cầu chì phải được đặt gần mỗi cầu chì hoặc giá đỡ cầu chì hoặc trên giá đỡ cầu chì hoặc ở vị trí khác với điều kiện là rõ ràng bằng nhãn này áp dụng cho cầu chì này và cho thông số đặc trưng của cầu chì. Trường hợp cầu chì mà người sử dụng thay thế được có đặc tính chảy đặc biệt như thời gian trễ hoặc khả năng cắt là cần thiết thì loại cầu chì này cũng phải được chỉ ra. Thông tin về việc thay đúng cầu chì mà người sử dụng thay thế được phải có trong hướng dẫn.

13 Chiếu sáng

13.1 Bóng đèn tích hợp phải có thông số đặc trưng cho ứng dụng. Nếu được cung cấp với loại bóng đèn mà người sử dụng thay thế được thì việc thay thế không được làm mất an toàn của xe điện cá nhân và không được có rủi ro điện giật. Hướng dẫn kèm theo xe điện cá nhân phải bao gồm thông tin về loại và thông số đặc trưng của bóng đèn mà người sử dụng thay thế được.

14 Khoảng cách về điện và phân cách các mạch điện

14.1 Các mạch điện bên trong xe điện cá nhân có cực tính ngược nhau phải có khoảng cách vật lý tin cậy được để ngăn ngừa ngắn mạch không chủ ý (tức là khoảng cách điện trên mạch in, làm chắc các chân nối không cách điện và các bộ phận không cách điện, v.v...). Cách điện thích hợp với nhiệt độ và điện áp dự đoán trước phải được sử dụng trong trường hợp các khoảng cách không thể không chế bởi sự phân cách vật lý tin cậy được.

14.2 Các khoảng cách điện trong các mạch phải có khoảng cách trên bề mặt tối thiểu và khoảng cách tối thiểu qua không khí dưới đây, như được trình bày trong Bảng 14.1 hoặc các yêu cầu về

20

khoảng cách được nêu trong UL 60950-1 hoặc CAN/CSA-C22.2 số 60950-1, Điều 2.10, Khe hở không khí, chiều dài đường rò và khoảng cách qua cách điện. Trừ khi có hướng dẫn về hạn chế sử dụng xe điện cá nhân sử dụng ở độ cao đến 2 000 m so với mực nước biển hoặc thấp hơn theo 42.3, các hệ số theo 2.10.3.1 trong UL 60950-1 hoặc CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1 phải được áp dụng cho khoảng cách điện.

Ngoại lệ 1: Là sự thay thế cho các yêu cầu về khoảng cách của Bảng 14.1, các yêu cầu về khoảng cách trong UL 840 hoặc CSA-C22.2 số 0.2, có thể được sử dụng. Để xác định khe hở không khí, nguồn điện một chiều như acquy không có cấp quá điện áp như được nêu trong Điều 5, bao gồm khe hở không khí, chiều dài đường rò đối với thiết bị điện, UL 840 hoặc CSA-222 Số 0.2, trừ khi được nạp điện qua nguồn nối với nguồn điện lưới. Độ nhiễm bẩn dự kiến được xác định bởi thiết kế đang được đánh giá.

Ngoại lệ 2: Thay cho các giá trị khe hở không khí được nêu trong UL 60950-1 hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 60950-1, Điều 2.10, Khe hở không khí, chiều dài đường rò và khoảng cách qua cách điện, cho phép áp dụng phương pháp thay thế để xác định khe hở không khí tối thiểu trong phụ lục đối với phương pháp thay thế để xác định khe hở không khí tối thiểu, Phụ lục G của UL 60950-1 hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 60950-1.

Bảng 14.1 – Khoảng cách về điện

	Điện áp V	Qua không khí mm (in)	Trên bề mặt mm (in)
Bộ phận mang điện và các bộ phận kim loại không mang điện được phân cách bởi cách điện chức năng hoặc cách điện chính	0 – 50 ^a	1,6 (1/16)	1,6 (1/16)
	51 – 130	3,2 (1/8)	4,8 (3/16)
	131 – 300	6,4 (1/4)	9,5 (3/8)
Bộ phận kim loại không mang điện tiếp cận được và bộ phận kim loại không mang điện phân cách với bộ phận mang điện chỉ bằng cách điện chính – thông thường là khoảng cách đo cách điện phụ	0 – 50 ^a	1,6 (1/16)	1,6 (1/16)
	51 – 130	3,2 (1/8)	4,8 (3/16)
	131 – 300	6,4 (1/4)	9,5 (3/8)
Bộ phận mang điện và bộ phận kim loại không mang điện tiếp cận được bằng cách điện kép hoặc cách điện tăng cường	0-50 ^a	3,2 (1/8)	3,2 (1/8)
	51-130	4,8 (3/16)	6,4 (1/4)
	131-300	12,7 (1/2)	12,7 (1/2)

^a Khoảng cách tại các điện áp này có thể giảm so với khoảng cách được chỉ ra trong bảng nếu có thể xác định bằng thử nghiệm hoặc phân tích rằng không có nguy hiểm (tức là mạch điện được cung cấp bởi nguồn điện giới hạn như xác định trong UL 60950-1 hoặc CAN/CSA-C22.2 Số 60950-1).

14.3 Không có khoảng cách tối thiểu áp dụng đối với các bộ phận trong đó hợp chất cách điện hoàn toàn lấp đầy vỏ của một thành phần hoặc bộ phận lắp ráp nếu khoảng cách qua cách điện, ở điện áp trên 60 V một chiều hoặc trên 30 V hiệu dụng là chiều dày tối thiểu 0,4 mm (0,02 in) đối với cách điện phụ hoặc tăng cường, và đạt thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29, và Thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30. Không có yêu cầu về chiều dày cách điện tối thiểu đối với cách điện của mạch ở 60 V

một chiều hoặc thấp hơn hoặc đối với cách điện chính hoặc cách điện chức năng. Một số ví dụ bao gồm bọc kín, đóng gói và ngâm tẩm chân không.

14.4 Dây dẫn của các mạch làm việc ở các điện áp khác nhau phải được cách ly tin cậy với nhau thông qua việc sử dụng biện pháp làm chắc chắn về cơ như tấm chắn hoặc dây buộc để duy trì các yêu cầu về khoảng cách trừ khi chúng có cách điện chấp nhận được đối với điện áp cao nhất liên quan. Dây dẫn có cách điện phải được giữ lại một cách chắc chắn để nó không thể tiếp xúc với một bộ phận mang điện chưa được cách điện của mạch điện làm việc ở điện áp khác.

15 Mức cách điện và nối đất bảo vệ

15.1 Các mạch điện áp nguy hiểm phải được cách điện với các bộ phận dẫn điện có thể tiếp cận và các mạch điện áp cực thấp an toàn (SELV) như nêu trong 15.2 bằng các biện pháp sau:

- a) Cách điện chính và có hệ thống nối đất bảo vệ để bảo vệ trong trường hợp sự cố cách điện chính; hoặc
- b) Hệ thống cách điện kép hoặc cách điện tăng cường; hoặc
- c) Kết hợp (a) và (b).

15.2 Các mạch điện áp cực thấp an toàn (SELV) (nghĩa là mạch có điện áp nhỏ hơn hoặc bằng 60 V một chiều hoặc 48 V hiệu dụng hoặc thấp hơn trong các điều kiện bình thường và điều kiện sự cố đơn) được cách điện với các bộ phận dẫn có thể tiếp cận chỉ bằng cách điện chức năng thì được coi là có thể tiếp cận được.

15.3 Nếu dựa vào một hệ thống nối đất bảo vệ (tức là như nối đất với vỏ kim loại có thể tiếp cận), thì phải tuân theo các điều từ 15.4 đến 15.6.

15.4 Các bộ phận của hệ thống nối đất bảo vệ phải được bảo đảm chắc chắn theo 10.2 và có tiếp xúc tốt giữa các kim loại của các bộ phận nối đất của xe điện cá nhân. Trờ kháng từ các dây dẫn liên kết khác nhau và các mối nối với đầu nối đất chính phải có điện trở tối đa là 0,1 Ω . Xác định sự phù hợp bằng cách đo sử dụng ôm mét.

15.5 Đầu nối đất chính của hệ thống nối đất bảo vệ phải được xác định bằng một trong các cách sau:

- a) Một vít đầu nối có mũ lục giác không dễ dàng tháo rời, màu xanh lá cây;
- b) Một đai ốc đầu nối lục giác không dễ dàng tháo rời, màu xanh lá cây;
- c) Bộ nối dây kiểu nén màu xanh lá cây; hoặc
- d) Chữ "Ground" (đất) hoặc chữ "G" hoặc "GR" hoặc ký hiệu nối đất (IEC 60417, số 5019 hình "cây" ngược trong vòng tròn) hoặc được xác định bằng một màu xanh lá cây phân biệt. Ở Canada, chỉ sử dụng ký hiệu nối đất mà không dùng chữ "Ground", hoặc "G" hoặc "GR".

15.6 Dây dẫn, dựa vào hệ thống nối đất và nối đất bảo vệ, phải được định cỡ để chịu được dòng điện sự cố dự kiến. Nếu được cách điện thì cách điện phải là màu xanh lá cây hoặc xanh lá cây và màu vàng sọc.

16 Mạch bảo vệ và phân tích an toàn

16.1 Mạch bảo vệ xe điện cá nhân phải duy trì các ngăn acquy nằm trong vùng làm việc quy định để nạp và phóng điện trong suốt tuổi thọ của thiết bị. Nếu vượt quá giới hạn làm việc quy định của ngăn acquy thì mạch bảo vệ phải hạn chế hoặc ngừng quá trình nạp hoặc phóng điện để giảm thiểu việc chệch ra khỏi các giới hạn làm việc quy định. Xác định sự phù hợp thông qua việc xem xét các thông số kỹ thuật của ngăn acquy và phân tích an toàn ở 16.2 và thông qua việc thử nghiệm theo tiêu chuẩn này. Nếu thích hợp với thiết kế xe điện cá nhân, việc phân tích và thử nghiệm cần phải đánh giá khả năng kiểm soát bảo vệ quá nạp để giảm thiểu tình trạng quá nạp do nạp lại trong quá trình sử dụng.

16.2 Phân tích các nguy cơ về điện và năng lượng tiềm ẩn (bao gồm cả FMEA) phải được tiến hành trên hệ thống điện của xe điện cá nhân để xác định rằng các sự kiện có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm đã được xác định và xử lý thông qua thiết kế hoặc các phương tiện khác. Tài liệu có thể được dùng làm hướng dẫn cho phân tích an toàn bao gồm:

- a) Tiêu chuẩn về các kỹ thuật phân tích độ tin cậy của hệ thống - Quy trình dùng cho chế độ hồng và phân tích tác động (FMEA), IEC 60812;
- b) Tiêu chuẩn phân tích sự cố theo sơ đồ cây (FTA), IEC 61025;
- c) Chế độ hồng tiềm ẩn và phân tích tác động trong thiết kế (FMEA thiết kế), Chế độ hồng tiềm ẩn và phân tích tác động trong quá trình chế tạo và lắp ráp (FMEA quá trình), SAE J1739; hoặc
- d) Quy trình thực hiện chế độ hồng, phân tích tác động và phân tích rủi ro, MIL-STD 1629A.

16.3 Phân tích ở 16.2 được dùng để nhận biết các sự cố dự đoán trước trong hệ thống có thể dẫn đến điều kiện nguy hiểm và các loại và mức bảo vệ để giảm thiểu các sự cố dự đoán trước. Việc phân tích phải xem xét điều kiện sự cố đơn trong mạch/sơ đồ bảo vệ như một phần của sự cố dự đoán trước.

16.4 Khi thực hiện phân tích ở 16.2, các thiết bị hoạt động sẽ không chỉ dựa vào sự an toàn tới hạn trừ khi:

- a) Chúng được cung cấp dư thiết bị bảo vệ thụ động; hoặc
- b) Chúng được cung cấp thừa bảo vệ tích cực duy trì chức năng và đóng điện khi tổn hao công suất/hồng bảo vệ tích cực cấp thứ nhất; hoặc
- c) Chúng được xác định là không an toàn khi tổn hao công suất/hồng mạch tích cực.

16.5 Thiết bị dựa vào an toàn tới hạn như nêu ở 16.4 (a) – (b) phải phù hợp tối thiểu với thử nghiệm ứng suất môi trường nếu thuộc đối tượng áp dụng, được mô tả trong Điều 9 đến Điều 22 của UL 991,

hoặc phù hợp hoàn toàn với các yêu cầu an toàn về chức năng thích hợp dưới đây. Thiết bị chỉ dựa vào an toàn tới hạn như nêu ở 16.4 (c) phải hoàn toàn phù hợp với các yêu cầu về an toàn chức năng thích hợp theo một trong các tiêu chuẩn dưới đây khi thích hợp với thiết kế của sơ đồ bảo vệ bằng điện tử và phần mềm:

- a) UL 991 hoặc CSA-C22.2 Số 0.8 và UL 1998;
- b) UL 60730-1 hoặc CAN/CSA-E60730-1; và
- c) IEC 61508-1 và tất cả các phần.

16.6 Xe điện cá nhân có điện áp nguy hiểm phải có cơ cấu ngắt điện bằng tay để ngăn ngừa tiếp cận không chủ ý đến các bộ phận có điện áp nguy hiểm trong quá trình vận hành. Cơ cấu ngắt điện bằng tay phải:

- a) Ngắt cả hai cực của mạch điện áp nguy hiểm;
- b) Đòi hỏi hành động bằng tay để cắt mối nối điện;
- c) Đảm bảo việc ngắt điện có thể xác nhận rõ ràng và có thể bao gồm tháo hệ thống acquy ra khỏi xe điện cá nhân hoặc rút bộ nối/phích cắm của hệ thống acquy, và
- d) Khi ở vị trí gài (tức là trong khi ngắt điện), không khiến cho các ruột dẫn trần có khả năng trở nên mang điện và phải được cách điện để ngăn ngừa nguy hiểm điện giật trong quá trình tác động.

16.7 Nếu có thiết bị tự động ngắt điện áp nguy hiểm để cách ly các bộ phận dẫn tiếp cận được khỏi mạch điện áp nguy hiểm của hệ thống acquy thì thiết bị đó phải:

- a) không thể tự động đặt lại mặc dù nó có thể được đặt lại một cách có chủ ý khi giải trừ sự cố;
- b) ngắt cả hai cực của mạch điện áp nguy hiểm;
- c) có khả năng thao tác ngắt đầy tải của mạch điện áp nguy hiểm mà nó đang cách ly, và
- d) Không gây ra điều kiện nguy hiểm do thao tác tự động.

16.8 Xe điện cá nhân phải có bộ nạp được khóa liên động sao cho không thể kích hoạt khi bộ nạp đang cắm điện.

17 Ngăn acquy

Ngăn acquy phải được thiết kế để chịu được một cách an toàn các điều kiện sử dụng sai dự kiến đối với xe điện cá nhân. Xác định sự phù hợp bằng các yêu cầu ở 17.2 đến 17.6 và bằng các thử nghiệm của tiêu chuẩn này.

17.2 Các ngăn acquy lithium ion và các ngăn acquy lithium khác phải phù hợp với các yêu cầu đối với acquy lithium thứ cấp trong UL 2580 hoặc CAN/ULC-S2580, hoặc UL 2271 hoặc CAN/ULC-S2271.

17.3 Giới hạn nhiệt độ cần để xem xét các giới hạn nhiệt độ quy định bởi nhà chế tạo ngăn acquy trên bề mặt vỏ ngăn acquy trong quá trình nạp và phóng điện. Khi đánh giá phối hợp điều khiển ngăn acquy và acquy thì phải xem xét đến dung sai trong mạch điều khiển để nạp điện. Nếu chế độ đặt mạch điều khiển có dung sai điện áp vượt quá quy định kỹ thuật về điện áp nạp ngăn acquy, thì thử nghiệm ngăn acquy cần được lặp lại với ngăn acquy được nạp đến các giá trị điện áp cao hơn này.

17.4 Ngăn acquy bằng niken hydrat kim loại và các ngăn acquy niken khác phải phù hợp với các yêu cầu về ngăn acquy niken trong UL 2580 hoặc CAN/ULC-S2580, hoặc UL 2271 hoặc CAN/ULC-S2271.

17.5 Acquy chì axit có van điều chỉnh phải phù hợp với thử nghiệm xả áp của tiêu chuẩn về acquy dự phòng, UL 1989.

17.6 Tự điện hóa phải phù hợp với các yêu cầu về tự điện trong tiêu chuẩn về tự điện hóa, UL 810A.

18 Động cơ

18.1 Động cơ kéo sử dụng trong xe điện cá nhân không được gây nguy hiểm trong điều kiện roto bị khóa và trong điều kiện quá tải. Xác định sự phù hợp bằng các thử nghiệm của tiêu chuẩn này trừ khi đã được đánh giá trước như một phần của đánh giá phối hợp động cơ và bảo vệ động cơ.

18.2 Động cơ phải có khả năng mang tải bình thường lớn nhất dự kiến mà không bị quá nhiệt trên cách điện và các cuộn dây như xác định trong thử nghiệm nhiệt độ.

18.3 Động cơ trong mạch điện áp nguy hiểm phải phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn UL 1004-1 hoặc CSA-C22.2 số 100. Động cơ trong mạch điện hạ áp phải phù hợp với UL 1004-1 hoặc CSA-C22.2 số 100 hoặc các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

19 Thử nghiệm trên dây chuyền chế tạo và sản xuất

19.1 Xe điện cá nhân phải chịu kiểm tra 100 % số lượng sản phẩm như mô tả ở 19.2 và 19.6 để xác định tính chấp nhận được của khoảng cách, cách điện và hệ thống nối đất trong sản xuất.

19.2 Thử nghiệm chịu điện môi phải được thực hiện cho 100 % số lượng sản phẩm xe điện cá nhân với điện áp làm việc vượt quá 60 V một chiều hoặc 30 V hiệu dụng/42,4 V đỉnh xoay chiều. Không được có phóng điện đánh thủng trong thử nghiệm chịu điện áp điện môi.

19.3 Xe điện cá nhân có mạch điện áp nguy hiểm được cách ly về điện với mạch điện lưới phải chịu điện áp chịu thử điện môi gồm điện áp một chiều hoặc xoay chiều bằng hai lần điện áp danh định. Đối với các xe điện cá nhân có mạch điện áp nguy hiểm này dự kiến để nối vào nguồn điện lưới xoay chiều hoặc không được cách ly về điện với mạch điện lưới xoay chiều thì điện áp thử nghiệm nhất thiết phải là điện áp xoay chiều tần số 60 Hz ở 1 000 V cộng hai lần điện áp danh định. Nếu sử dụng điện áp một

chiều cho thử nghiệm mạch không cách ly thì điện áp thử nghiệm phải là 1,414 lần giá trị điện áp thử nghiệm xoay chiều là 1 000 V cộng với hai lần điện áp danh định.

19.4 Điện áp thử nghiệm phải được đặt trong ít nhất là 1 min với ngăn acquy được ngắt theo cách ngăn ngừa nạp không chủ ý trong khi đặt điện áp.

Ngoại lệ 1: Thời gian để thử nghiệm điện môi cho sản phẩm có thể được giảm xuống còn 1 s nếu giá trị điện áp nêu trên được tăng lên như sau:

- a) 2,4 lần điện áp mạch đối với các mạch được cách ly với nguồn điện lưới xoay chiều; và
- b) 1 200 cộng với 2,4 lần điện áp mạch đối với các mạch không được cách ly với nguồn điện lưới xoay chiều.

Ngoại lệ 2: Các chất bán dẫn hoặc các linh kiện điện tử tương tự không có tác dụng bảo vệ khỏi điện giật và có thể bị hỏng do đặt điện áp thử nghiệm thì có thể được nối tắt hoặc ngắt kết nối.

Ngoại lệ 3: Thử nghiệm có thể được thực hiện trên một phần sản phẩm hoặc trên sản phẩm đã được sửa đổi miễn là nó được đánh giá là đại diện của một thiết bị hoàn chỉnh.

Ngoại lệ 4: Thử nghiệm điện trở cách điện ở Điều 30 có thể được thực hiện thay cho thử nghiệm chịu điện môi.

19.5 Thiết bị thử nghiệm phải bao gồm một máy biến áp công suất 500 VA hoặc lớn hơn, điện áp đầu ra, biến thiên và về cơ bản là hình sin nếu sử dụng phương pháp thử nghiệm xoay chiều và đầu ra một chiều nếu sử dụng phương pháp thử một chiều. Không thiết lập dòng điện tác động cho thiết bị thử nghiệm vì thử nghiệm để kiểm tra đánh thủng cách điện, gây ra dòng điện tăng cao.

Ngoại lệ: Không cần sử dụng máy biến áp công suất 500 VA hoặc lớn hơn nếu máy biến áp được cung cấp cùng một von mét đo trực tiếp điện áp đầu ra được đặt vào.

19.6 Kiểm tra tính liên tục của dây dẫn nối đất bằng cách sử dụng ôm mét hoặc phương pháp khác phải được tiến hành trên 100 % số lượng sản phẩm sử dụng bảo vệ nối đất. Kiểm tra tính liên tục sẽ xác định rằng điện trở của hệ thống nối đất bảo vệ không vượt quá 0,1 Ω .

19.7 Nhà chế tạo được yêu cầu phải có tài liệu kiểm soát quy trình sản xuất sẵn có để theo dõi liên tục các yếu tố then chốt dưới đây trong quá trình chế tạo mà có thể ảnh hưởng đến an toàn: (a) kiểm soát chuỗi cung ứng và (b) các quá trình lắp ráp và phải bao gồm các hành động khắc phục/phòng ngừa để giải quyết các khuyết tật được tìm thấy có ảnh hưởng đến các yếu tố then chốt.

MỤC 3: TÍNH NĂNG**20 Quy định chung**

20.1 Trừ khi có quy định khác, acquy của xe điện cá nhân phải được nạp đầy theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo để tiến hành các thử nghiệm trong tiêu chuẩn này. Sau khi nạp và trước khi thử, acquy phải để không cho làm việc trong thời gian tối đa là 8 h ở nhiệt độ phòng.

20.2 Trừ khi quy định khác, các mẫu mới đại diện cho loạt sản xuất phải được sử dụng cho các thử nghiệm được mô tả trong tiêu chuẩn này. Chương trình thử nghiệm và số lượng mẫu được sử dụng cho từng thử nghiệm được nêu trong Bảng 20.1.

Bảng 20.1 – Thử nghiệm và yêu cầu mẫu thử

Thử nghiệm	Điều	Số lượng mẫu *
Thử nghiệm điện		
Quá nạp	24	1 xe điện cá nhân
Ngắn mạch	25	1 xe điện cá nhân
Quá phóng điện	26	1 xe điện cá nhân
Nhiệt độ	27	1 xe điện cá nhân
Nạp không cân bằng	28	1 xe điện cá nhân
Chịu thử điện áp điện môi	29	1 xe điện cá nhân
Điện trở cách điện	30	1 xe điện cá nhân
Dòng điện rò	31	1 xe điện cá nhân
Nối đất liên tục	32	1 xe điện cá nhân
Thử nghiệm cơ		
Rung	33	1 xe điện cá nhân
Xóc	34	1 xe điện cá nhân
Va đập	35	1 xe điện cá nhân
Rơi	36	1 xe điện cá nhân
Ép khuôn	37	1 xe điện cá nhân
Mang tải thao tác	38	1 xe điện cá nhân
Thử nghiệm giảm sức căng (cơ cấu chặn dây)	41	2 mẫu thử nghiệm của bộ phận cần thử nghiệm hoặc xe điện cá nhân hoàn chỉnh.
Thử nghiệm môi trường		
Thử nghiệm chịu nước	42	2 xe điện cá nhân
a. IPX4		
b. Ngâm nước một phần		
Chu kỳ nhiệt	43	1 xe điện cá nhân
Thử nghiệm động cơ		
Quá tải động cơ	39	1 động cơ/xe điện cá nhân
Động cơ có rôto bị khóa	40	1 động cơ/xe điện cá nhân
Thử nghiệm vật liệu		
Thử nghiệm ngọn lửa 20 mm đối với sản phẩm cuối cùng (Lưu ý: không thực hiện nếu V-1 tối thiểu)	7.2	3 mẫu thử nghiệm của bộ phận cần thử nghiệm (mẫu vỏ ngoài bằng polyme)
Độ bền của nhãn	44	1 mẫu thử nghiệm của bộ phận cần thử nghiệm (nhãn dán vào bề mặt sử dụng cuối cùng)
* Có thể sử dụng lại mẫu từ các thử nghiệm khác nhau cho nhiều thử nghiệm nếu còn nguyên vẹn để việc sử dụng lại này không làm ảnh hưởng đến các kết quả thử nghiệm và theo thỏa thuận với nhà chế tạo. Có thể có các thay đổi nhỏ trên mẫu như thay cầu chì, v.v... để sử dụng lại mẫu cho nhiều thử nghiệm.		

20.3 Tất cả các thử nghiệm, trừ khi được quy định khác, được thực hiện ở môi trường xung quanh $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ($(77 \pm 9)^\circ\text{F}$).

20.4 Nhiệt độ phải được đo bằng nhiệt ngẫu gồm các dây không lớn hơn $0,21\text{ mm}^2$ (24 AWG) và không nhỏ hơn $0,05\text{ mm}^2$ (30 AWG) nối với dụng cụ đo kiểu chiết áp. Phép đo nhiệt độ phải được thực hiện với mỗi nối đo của nhiệt ngẫu giữ chặt với các thành phần/vị trí được đo. Đối với các thử nghiệm đòi hỏi mẫu phải đạt trạng thái cân bằng nhiệt (còn gọi là điều kiện trạng thái ổn định), cân bằng nhiệt được xem là đạt được nếu sau ba lần đo nhiệt độ liên tục thực hiện trong các khoảng bằng 10 % thời gian thử nghiệm trước đó nhưng không dưới 15 min, cho thấy không có sự thay đổi nhiệt độ lớn hơn $\pm 2^\circ\text{C}$ ($\pm 3,6^\circ\text{F}$).

20.5 Trong trường hợp có một sự liên quan cụ thể đến điều kiện sự cố đơn lẻ trong các phương pháp thử nghiệm riêng rẽ thì sự cố đơn lẻ này bao gồm một hỏng hóc đơn lẻ (tức là các phương tiện hở mạch, ngắn mạch hoặc hỏng khác) của bất kỳ thành phần nào của xe điện cá nhân có thể xảy ra và ảnh hưởng đến kết quả của thử nghiệm. Sự cố đối với hai thành phần dự phòng chưa được xác định là độc lập với nhau được xem là một điều kiện sự cố đơn lẻ. Sự cố này được thực hiện kết hợp với thử nghiệm được thực hiện (tức là quá tải, ngắn mạch, v.v...) hoặc có thể được thực hiện như là một phần của kiểm tra xác nhận mạch bảo vệ. Thiết bị bảo vệ được xác định là đáng tin cậy có thể vẫn ở trong mạch mà không có sự cố. Xem Phụ lục A và 2.1. Thiết bị bảo vệ được xác định là đáng tin cậy là một thiết bị đã được chứng minh phù hợp với tiêu chuẩn an toàn của thành phần thích hợp và được sử dụng trong phạm vi các thông số đặc trưng của nó.

20.6 Các thử nghiệm trong tiêu chuẩn này có thể gây nổ, cháy và phát ra ngọn lửa và/hoặc khói độc cũng như điện giật. Điều quan trọng là nhân viên phải hết sức thận trọng và tuân thủ các quy định về an toàn lao động của địa phương và khu vực khi thực hiện bất kỳ thử nghiệm nào và họ được bảo vệ khỏi những mảnh vụn bay ra, lực nổ và sự phóng thích đột ngột của nhiệt và tiếng ồn có thể phát sinh từ thử nghiệm. Vùng thử nghiệm phải được thông gió tốt để bảo vệ nhân viên khỏi khói hoặc khí có hại có thể xảy ra. Để phòng ngừa thêm, nhiệt độ trên bề mặt của ít nhất một ngăn/môđun trong DUT phải được theo dõi trong quá trình thử nghiệm vì mục đích an toàn và thông tin. Tất cả nhân viên tham gia thử nghiệm phải được hướng dẫn để không bao giờ tiếp cận DUT cho đến khi nhiệt độ giảm và trở về nhiệt độ môi trường xung quanh.

20.7 Trừ khi có quy định khác trong các phương pháp thử nghiệm riêng rẽ, thử nghiệm phải được thực hiện sau ít nhất 1 h quan sát và nhiệt độ được theo dõi theo 20.6.

20.8 Một số thử nghiệm có thể được từ bỏ cho hệ thống acquy đã được đánh giá trước đó theo UL 2271, nếu được xác định là tương đương với thử nghiệm của tiêu chuẩn này trong hệ thống xe điện cá nhân. Các thử nghiệm này bao gồm như sau: Quá nạp, ngắn mạch, quá phóng điện, và nạp không cân bằng. Tuy nhiên, cần phải xác định thông qua phân tích xem các thử nghiệm tiến hành trên bộ acquy phù hợp với UL 2271 có đại diện cho thử nghiệm với hệ thống theo tiêu chuẩn này hay không.

21 Dung sai

21.1 Trừ khi có quy định khác trong các phương pháp thử nghiệm, độ chính xác tổng của các giá trị được đo của quy định kỹ thuật về thử nghiệm hoặc các kết quả thử nghiệm khi thực hiện thử nghiệm theo tiêu chuẩn này phải nằm trong các giá trị dưới đây của dải đo.

- a) $\pm 1\%$ đối với điện áp;
- b) $\pm 1\%$ đối với dòng điện;
- c) $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 3,6\text{ }^{\circ}\text{F}$) đối với nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($392\text{ }^{\circ}\text{F}$) và $\pm 3\%$ đối với nhiệt độ lớn hơn $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($392\text{ }^{\circ}\text{F}$);
- d) $\pm 0,1\%$ đối với thời gian; và
- e) $\pm 1\%$ đối với kích thước.

22 Chu kỳ thử nghiệm sau

22.1 Xe điện cá nhân hoạt động sau các thử nghiệm dưới đây phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp và phóng điện hoặc nếu không hoạt động thì phải cố nạp theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo để xác định rằng không có các kết quả không phù hợp như chỉ ra trong Bảng 22.1 đối với thử nghiệm:

- a) Thử nghiệm điện – Quá nạp, ngắn mạch, bảo vệ quá phóng điện, nạp không cân bằng;
- b) Thử nghiệm cơ – Rung, xóc, rơi, va đập; và
- c) Thử nghiệm môi trường – Chịu nước và chu kỳ nhiệt.

Bảng 22.1 – Kết quả thử nghiệm không phù hợp

Kết quả không phù hợp	Ký hiệu	Thử nghiệm ^a
Nổ	E	Tất cả các thử nghiệm
Cháy	F	Tất cả các thử nghiệm
Vỡ (vỏ ngoài)	R	Tất cả các thử nghiệm
Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)	L	Tất cả các thử nghiệm
Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi)	S	Tất cả các thử nghiệm (nếu điện áp nguy hiểm)

^a Đối với các thử nghiệm đánh giá một bộ phận cụ thể của DUT như thử nghiệm ép khuôn, chịu thử điện áp điện môi, điện trở cách điện, dòng điện rò, nối đất liên tục, giảm sức căng, và khối lượng của nhân; chỉ các tiêu chí phù hợp nêu trong các phương pháp thử nghiệm cần được áp dụng. Xem các thử nghiệm riêng rẽ để có mô tả chi tiết các tiêu chí phù hợp bổ sung.

22.2 Phương pháp phóng điện acquy có thể thay đổi theo thiết kế xe điện cá nhân và là phương pháp đã được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và tổ chức thử nghiệm xe điện cá nhân.

23 Tiêu chí kết quả

23.1 Xem Bảng 22.1 về các tiêu chí kết quả cho các thử nghiệm được nêu trong tiêu chuẩn này và từ vựng ở Điều 6 định nghĩa về thuật ngữ kết quả không phù hợp. Xem thêm các phương pháp thử nghiệm riêng rẽ cho bất kỳ nội dung bổ sung nào.

MỤC 4: THỬ NGHIỆM ĐIỆN

24 Thử nghiệm quá nạp

24.1 Thử nghiệm này nhằm đánh giá khả năng chịu đựng tình trạng quá tải của DUT khi không bị sự cố và khi bị một sự cố đơn lẻ trong mạch điều khiển nạp có thể dẫn đến tình trạng quá nạp.

24.2 Mẫu đã nạp đầy được phóng điện với tốc độ phóng không đổi bằng 0,2 C hoặc tốc độ phóng cao hơn do nhà chế tạo acquy cho phép đối với EODV quy định của nhà chế tạo. DUT sau đó phải chịu dòng điện nạp không đổi ở tốc độ nạp quy định lớn nhất của nhà chế tạo acquy và trong điều kiện sự cố đơn lẻ trong mạch bảo vệ nạp có thể dẫn đến tình trạng quá nạp. Các thiết bị bảo vệ đã được xác định là đáng tin cậy có thể vẫn còn trong mạch như được nêu ở 20.5. Với mục đích tham khảo, nhiệt độ sẽ được theo dõi trên ngăn/môđun có nhiệt độ cao nhất. Mạch điều khiển đầu ra của bộ nạp bên ngoài có bộ nối ra tiêu chuẩn hóa (ví dụ: cổng kết nối USB) có thể dẫn đến việc sử dụng bộ nạp không xác định không được xem là một sự kiểm soát đáng tin cậy để tránh tình trạng quá nạp.

24.3 Thử nghiệm phải được tiếp tục cho đến khi điện áp đạt đến 110 % điện áp nạp giới hạn trên quy định hoặc điện áp nạp tối đa có thể đạt được (nếu không thể đạt được điện áp 110 % điện áp giới hạn trên quy định do có mạch bảo vệ) và nhiệt độ được theo dõi trở về nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc trạng thái ổn định và thêm 2 h nữa trôi qua, hoặc xảy ra nổ/cháy. Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo ngăn acquy theo Điều 22, Thử nghiệm chu kỳ sau. Thử nghiệm này phải được thực hiện sau thời gian quan sát theo 20.7.

24.4 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30, (không ổn định ẩm).

24.5 Nếu thiết bị bảo vệ trong mạch điện tác động thì lặp lại thử nghiệm ở 90 % điểm tác động của thiết bị bảo vệ hoặc ở phần trăm nào đó của điểm tác động cho phép nạp điện trong tối thiểu 10 min. Nhiệt độ phải được đo trên DUT để theo dõi.

25.6 Kết quả của thử nghiệm quá nạp là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

a) E – Nổ

b) F – Cháy

c) R – Vỡ (vỏ ngoài)

d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)

e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi)

Các giới hạn điện áp trên các ngăn không được vượt quá điện áp nạp giới hạn trên quy định.

25 Thử nghiệm ngắn mạch

25.1 Thử nghiệm này đánh giá khả năng của DUT chịu được điều kiện ngắn mạch.

25.2 Mẫu hệ thống acquy được nạp đầy được nối tắt bằng cách nối cực dương và cực âm của mẫu với tải mạch điện có điện trở tổng nhỏ hơn hoặc bằng 20 mΩ.

25.3 Mẫu phải chịu một sự cố đơn lẻ qua thiết bị bảo vệ bất kỳ trong mạch tải. Thiết bị bảo vệ được xác định là đáng tin cậy vẫn duy trì trong mạch như nêu ở 20.5.

25.4 Mẫu phải được phóng điện cho đến khi trở về nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc cháy hoặc nổ. Đo nhiệt độ DUT để theo dõi.

25.5 Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm này thì nó phải chịu tối thiểu là một chu kỳ nạp/phóng ở giá trị quy định lớn nhất bởi nhà chế tạo theo Điều 22, Chu kỳ thử nghiệm sau. Thử nghiệm phải tuân theo thời gian quan sát nêu ở 20.7.

25.6 Nếu thiết bị bảo vệ trong mạch điện tác động thì lặp lại thử nghiệm ở 90 % điểm tác động của thiết bị bảo vệ hoặc ở phần trăm nào đó của điểm tác động cho phép nạp điện trong tối thiểu 10 min. Nhiệt độ phải được đo trên DUT để theo dõi.

25.7 Khi kết thúc thử nghiệm và sau khi làm nguội về gần đến nhiệt độ môi trường xung quanh, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm).

25.8 Kết quả của thử nghiệm ngắn mạch là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

a) E – Nổ

b) F – Cháy

c) R – Vỡ (vỏ ngoài)

d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)

e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi)

26 Thử nghiệm quá phóng điện

26.1 Thử nghiệm này nhằm đánh giá khả năng của DUT chịu được quá phóng điện trong điều kiện sự cố mạch bảo vệ.

26.2 Mẫu đã được nạp đầy phải chịu dòng điện phóng không đổi bằng dòng điện phóng cao nhất do nhà chế tạo quy định trong điều kiện sự cố đơn lẻ trong mạch phóng của DUT mà có thể dẫn điện tình trạng quá phóng điện. Các thiết bị bảo vệ đã được xác định là đáng tin cậy có thể vẫn còn trong mạch như được nêu ở 20.5. Đo nhiệt độ trên ngăn/môđun để theo dõi.

26.3 Thử nghiệm phải được tiếp tục cho đến khi mẫu phóng điện hoàn toàn về trạng thái gần "0" hoặc thiết bị bảo vệ vẫn duy trì trong mạch điện tác động, và nhiệt độ được theo dõi trở về nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc trạng thái ổn định hoặc xảy ra nổ/cháy. Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo ngăn acquy theo Điều 22, Thử nghiệm chu kỳ sau. Thử nghiệm này phải được thực hiện sau thời gian quan sát theo 20.7.

26.4 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30, (không ổn định ẩm) hoặc thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29.

26.5 Kết quả của thử nghiệm quá phóng điện là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

a) E – Nổ

b) F – Cháy

c) R – Vỡ (vỏ ngoài)

d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)

e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi)

Điện áp trên các ngăn không được vượt quá các giới hạn quy định của điện áp phóng.

27 Thử nghiệm nhiệt độ

27.1 Thử nghiệm này được thực hiện để xác định xem các ngăn thành phần có được duy trì trong các giới hạn làm việc quy định của chúng trong điều kiện nạp và phóng lớn nhất của xe điện cá nhân hay không. Thử nghiệm này cũng sẽ xác định xem liệu các thành phần quan trọng về an toàn nhạy với

hiệt độ và vật liệu nhạy với nhiệt độ trong xe điện cá nhân đang được duy trì có nằm trong thông số đặc trưng về nhiệt độ của chúng hay không dựa trên giới hạn nhiệt độ làm việc tối đa của xe điện cá nhân. Nhiệt độ trên bề mặt tiếp cận được, mà có thể tiếp xúc với người sử dụng, cũng được theo dõi.

27.2 Một DUT đã phóng điện hoàn toàn (tức là phóng điện về EODV) được ổn định trong một buồng được thiết lập đến các quy định kỹ thuật về nhiệt độ nạp giới hạn trên của nhà sản xuất xe điện cá nhân. Sau khi ổn định nhiệt trong buồng, nối DUT với đầu vào của mạch nạp đại diện của các tham số nạp cực đại định trước được cung cấp bởi bộ nạp. Sau đó, DUT phải chịu mức tốc độ nạp tối đa quy định trong khi theo dõi điện áp và dòng điện trên các ngăn cho đến khi nó đạt đến điều kiện nạp đầy do nhà chế tạo quy định. Nhiệt độ phải được theo dõi trên các thành phần nhạy với nhiệt độ bao gồm các ngăn, động cơ, v.v... và trên bất kỳ bề mặt nào mà người sử dụng có thể tiếp xúc đến.

Ngoại lệ 1: DUT có thể được thử nghiệm ở nhiệt độ môi trường là $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ($(77 \pm 9) ^\circ\text{F}$). Nếu được thử nghiệm ở nhiệt độ môi trường xung quanh trong suốt quá trình thử nghiệm thì số đo nhiệt độ T không được vượt quá:

$$T_{\max} + T_{\text{amb}} - T_{\text{ma}}$$

trong đó:

T là nhiệt độ của bộ phận cho trước được đo theo thử nghiệm quy định.

$T_{\max}$ là nhiệt độ tối đa được quy định cho phù hợp với thử nghiệm.

T_{amb} là nhiệt độ môi trường xung quanh trong quá trình thử nghiệm.

T_{ma} là nhiệt độ môi trường xung quanh lớn nhất được phép theo quy định của nhà chế tạo hoặc $40 ^\circ\text{C}$ ($104 ^\circ\text{F}$), chọn giá trị lớn hơn.

Ngoại lệ 2: Nếu thiết kế của DUT và bộ điều khiển của nó dẫn đến tình trạng nạp bình thường trường hợp xấu nhất khi thử nghiệm ở nhiệt độ môi trường xung quanh (tức là do bộ điều nhiệt hoặc bộ điều khiển khác làm giảm mức nạp ở nhiệt độ môi trường xung quanh được nâng cao), phải tiến hành thử nghiệm ở nhiệt độ môi trường xung quanh $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ($(77 \pm 9) ^\circ\text{F}$).

27.3 Trong khi vẫn ở trong buồng ổn định và sau khi để nhiệt độ ổn định, DUT đã được nạp đầy phải phóng điện theo các quy định kỹ thuật của nhà chế tạo đại diện cho tải điện liên tục lớn nhất đại diện cho điều kiện làm việc tối đa trong khi theo dõi điện áp và dòng điện trên các ngăn cho đến khi DUT đạt đến EODV quy định. Phương pháp mô phỏng tải điện liên tục tối đa để phóng điện acquy có thể khác nhau tùy theo thiết kế xe điện cá nhân và phải là phương pháp theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và tổ chức thử nghiệm xe điện cá nhân. Các phương pháp để mô phỏng tải này có thể bao gồm việc sử dụng lực kéo hoặc các phương tiện tải cơ học khác hoặc thao tác mạch điện và điện tử để mô phỏng tải trên động cơ. Các yếu tố cần được xem xét khi xác định tải điện liên tục tối đa khi phóng điện bao gồm khối lượng tối đa của người lái, tốc độ di chuyển tối đa, góc chuyển động và tải từ các thiết bị phụ trợ như đèn, âm thanh, v.v... có thể hoạt động khi xe điện cá nhân đang di chuyển. Nếu cần xem xét tác

động bề mặt đến tải, sử dụng bề tông để đại diện cho các bề mặt làm việc ngoài trời điển hình. Nhiệt độ phải được theo dõi trên các thành phần quan trọng về an toàn nhạy với nhiệt độ bao gồm các ngăn, động cơ, v.v... và trên bất kỳ bề mặt nào mà người sử dụng có thể tiếp cận đến.

Ngoại lệ 1: DUT có thể được thử nghiệm ở nhiệt độ môi trường là $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ($(77 \pm 9)^\circ\text{F}$). Nếu được thử nghiệm ở nhiệt độ môi trường xung quanh trong suốt quá trình thử nghiệm thì số đo nhiệt độ T không được vượt quá:

$$T_{\max} + T_{\text{amb}} - T_{\text{ma}}$$

trong đó:

T là nhiệt độ của bộ phận cho trước được đo theo thử nghiệm quy định.

$T_{\max}$ là nhiệt độ tối đa được quy định cho phù hợp với thử nghiệm.

T_{amb} là nhiệt độ môi trường xung quanh trong quá trình thử nghiệm.

T_{ma} là nhiệt độ môi trường xung quanh lớn nhất được phép theo quy định của nhà chế tạo hoặc 40°C (104°F), chọn giá trị lớn hơn.

Ngoại lệ 2: Nếu thiết kế của DUT và bộ điều khiển của nó dẫn đến tình trạng phóng bình thường trường hợp xấu nhất khi thử nghiệm ở nhiệt độ môi trường xung quanh (tức là do bộ điều nhiệt hoặc bộ điều khiển khác làm giảm mức nạp ở nhiệt độ môi trường xung quanh được nâng cao), phải tiến hành thử nghiệm ở nhiệt độ môi trường xung quanh $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ($(77 \pm 9)^\circ\text{F}$).

27.4 Các giới hạn quy định của nhà chế tạo (điện áp, dòng điện và nhiệt độ được đo) không được bị vượt quá trong suốt chu kỳ nạp và phóng. Nhiệt độ đo trên các thành phần không được vượt quá quy định kỹ thuật của chúng. Xem Bảng 27.1 và 27.2 đối với các giới hạn nhiệt độ bề mặt và thành phần.

Bảng 27.1 – Nhiệt độ của các thành phần

Bộ phận	Nhiệt độ lớn nhất của các thành phần ($T_{\max}$) $^\circ\text{C}$ ($^\circ\text{F}$)
Cách điện cao su tổng hợp hoặc PVC của dây dẫn bên trong và bên ngoài	
- không ghi nhãn nhiệt độ	75 (167)
- có ghi nhãn nhiệt độ	ghi nhãn nhiệt độ
Thành phần, cách điện và vật liệu nhựa nhiệt dẻo	a
Vỏ ngăn	b

Bảng 27.1 (kết thúc)

Bộ phận	Nhiệt độ lớn nhất của các thành phần (T_{max}) °C (°F)
Cuộn dây động cơ °	
• Cấp chịu nhiệt A (105)	105
• Cấp chịu nhiệt E (120)	115
• Cấp chịu nhiệt B (130)	125
• Cấp chịu nhiệt F (155)	150

° Nhiệt độ đo trên các thành phần và vật liệu không được vượt quá thông số nhiệt độ lớn nhất đối với thành phần và vật liệu đó.

° Nhiệt độ bên trong của vỏ ngăn không được vượt quá nhiệt độ lớn nhất do nhà chế tạo khuyến cáo.

° Các giới hạn nhiệt độ dựa trên phép đo bằng nhiệt ngẫu. Nếu sử dụng phương pháp thay đổi điện trở để đo, tham khảo Điều 32, Thử nghiệm nhiệt độ của UL 1004-1 về phương pháp và giới hạn nhiệt độ.

Bảng 27.2 – Nhiệt độ trên bề mặt mà người sử dụng tiếp cận được

Bề mặt tiếp cận được	Nhiệt độ lớn nhất của bề mặt		
	Kim loại °C (°F)	Thủy tinh, sứ và vật liệu dạng thủy tinh °C (°F)	Nhựa và cao su ° °C (°F)
Tay cầm, nắm, giữ, v.v...được cầm liên tục trong sử dụng bình thường	55 (131)	65 (149)	75 (167)
Tay cầm, nắm, giữ, v.v...được cầm hoặc chạm chỉ trong thời gian ngắn	60 (140)	70 (158)	85 (185)
Các bề mặt ngoài của thiết bị có thể chạm vào °	70 (158)	80 (176)	95 (203)
Bộ phận bên trong thiết bị có thể chạm vào °	70 (158)	80 (176)	95 (203)

° Đối với từng vật liệu, phải tính đến dữ liệu từ vật liệu để xác định nhiệt độ lớn nhất thích hợp.

° Đối với diện tích trên bề mặt bên ngoài của thiết bị mà không có kích thước nào vượt quá 50 mm (2,0 in) và ít có khả năng bị chạm đến trong sử dụng bình thường thì cho phép nhiệt độ lên đến 100 °C (212 °F).

° Cho phép nhiệt độ vượt quá các giới hạn với điều kiện là đáp ứng các điều kiện sau:

- 1) không có khả năng tiếp xúc không chủ ý với bộ phận đó;
- 2) bộ phận này có ghi nhãn chỉ ra rằng bộ phận này nóng. Cho phép sử dụng ký hiệu (IEC 60417, Số 5041) để cung cấp thông tin này.

27.5 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30, (không ổn định ẩm) hoặc thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29.

27.6 Kết quả của thử nghiệm độ là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

- a) E – Nổ
- b) F – Cháy
- c) R – Vỡ (vỏ ngoài)
- d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)
- e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi)

28 Thử nghiệm nạp không cân bằng

28.1 Thử nghiệm này nhằm xác định liệu một DUT có các ngăn nối nối tiếp có thể duy trì các ngăn bên trong các tham số làm việc quy định của chúng nếu nó trở nên không cân bằng hay không.

28.2 DUT đã nạp đầy phải có tất cả các ngăn của nó với ngoại lệ là một ngăn/khối ngăn phóng điện đến điều kiện phóng hoàn toàn quy định. Các ngăn chưa phóng điện phải được phóng đến xấp xỉ 50 % trạng thái nạp quy định của nó (SOC) để tạo ra điều kiện không cân bằng trước khi nạp.

28.3 Sau đó, DUT phải được nạp theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo sử dụng bộ nạp quy định và trong điều kiện sự cố đơn lẻ trong mạch nạp bảo vệ. Các thiết bị bảo vệ đã được xác định là đáng tin cậy có thể vẫn còn trong mạch như được nêu ở 20.5. Điện áp của các ngăn đã được nạp một phần phải được theo dõi trong khi nạp để xác định xem các giới hạn điện áp có bị vượt quá hay không. Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo ngăn acquy theo Điều 22, Thử nghiệm chu kỳ sau.

28.4 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30, (không ổn định ẩm) hoặc thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29.

28.5 Giới hạn điện áp lớn nhất của các ngăn không được vượt quá quy định kỹ thuật của nhà chế tạo. Ngoài ra, bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

- a) E – Nổ
- b) F – Cháy
- c) R – Vỡ (vỏ ngoài)
- d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)
- e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi)

29 Thử nghiệm chịu điện áp điện môi

29.1 Thử nghiệm này nhằm đánh giá khoảng cách điện và cách điện ở mạch điện áp nguy hiểm trong DUT.

29.2 Mạch điện ở 60 Vdc hoặc 30 Vrms hoặc cao hơn và được cách ly về điện với các mạch điện nguồn điện lưới phải chịu điện áp chịu điện môi là điện áp một chiều bằng hai lần điện áp danh định.

Ngoại lệ 1: Có thể đặt điện áp xoay chiều về cơ bản là hình sin có tần số trong khoảng từ 40 Hz đến 70 Hz bằng hai lần điện áp danh định thay cho điện áp một chiều.

Ngoại lệ 2: Chất bán dẫn hoặc các linh kiện điện tử tương tự không dựa vào bảo vệ khỏi điện giật và có khả năng bị hỏng khi đặt điện áp thử nghiệm cho phép được nối tắt hoặc ngắt mạch.

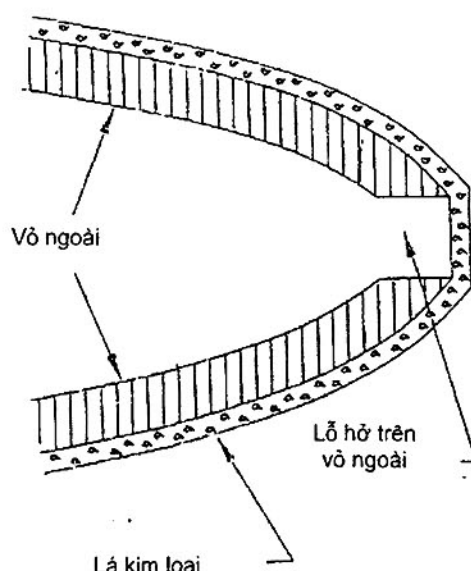
29.3 Đối với những mạch điện nối với nguồn điện lưới xoay chiều hoặc được cách ly về điện với mạch nguồn điện lưới xoay chiều, điện áp thử nghiệm phải là điện áp xoay chiều về cơ bản là hình sin có tần số 60 Hz ở 1 000 V cộng với hai lần điện áp danh định. Nếu sử dụng điện áp một chiều, điện áp thử nghiệm phải là 1,414 lần giá trị điện áp thử nghiệm xoay chiều là 1 000 V cộng với hai lần điện áp danh định.

Ngoại lệ: Chất bán dẫn hoặc các linh kiện điện tử tương tự không dựa vào bảo vệ khỏi điện giật và có khả năng bị hỏng khi đặt điện áp thử nghiệm cho phép được nối tắt hoặc ngắt mạch.

29.4 Điện áp thử nghiệm được đặt giữa các mạch điện áp nguy hiểm của DUT và bộ phận dẫn không mang dòng tiếp cận được.

29.5 Điện áp thử nghiệm cũng được đặt giữa mạch nạp điện áp nguy hiểm và bộ phận dẫn không mang dòng có vỏ bọc/tiếp cận được của DUT.

29.6 Nếu các bộ phận tiếp cận được của DUT được bọc vật liệu cách điện mà có thể trở nên mang điện khi có sự cố cách điện thì điện áp thử nghiệm được đặt giữa từng bộ phận mang điện của các bộ phận mang điện và lá kim loại tiếp xúc với các bộ phận tiếp cận được. Lá kim loại phải được bọc chặt xung quanh và tiếp xúc mật thiết với bộ phận tiếp cận được. Lá kim loại được kéo sát qua bất kỳ lỗ hờ nào trên vỏ ngoài hoặc các bộ phận tiếp cận khác để tạo thành mặt phẳng đi qua các lỗ này. Xem Hình 29.1.



Hình 29.1 Phương pháp bọc vỏ ngoài bằng lá kim loại để đo và thử nghiệm

29.7 Điện áp thử nghiệm phải được đặt trong tối thiểu là 1 min với các ngăn/mô đun được ngắt điện theo cách ngăn ngừa nạp điện trong khi đặt điện áp.

29.8 Thiết bị thử nghiệm phải gồm có một máy biến áp công suất 500 VA hoặc lớn hơn, điện áp đầu ra, biến thiên và về cơ bản là hình sin nếu sử dụng phương pháp thử nghiệm xoay chiều và đầu ra một chiều nếu sử dụng phương pháp thử một chiều. Không thiết lập dòng điện tác động cho thiết bị thử nghiệm vì thử nghiệm để kiểm tra đánh thủng cách điện, gây ra dòng điện tăng cao. Việc thiết lập dòng điện tác động có thể gây ra không đạt thử nghiệm này do có thể không thể hiện được đánh thủng cách điện.

Ngoại lệ: Không cần sử dụng máy biến áp công suất 500 VA hoặc lớn hơn nếu máy biến áp được cung cấp cùng một von mét đo trực tiếp điện áp đầu ra được đặt vào.

29.9 Không được có bằng chứng về đánh thủng điện môi (đánh thủng cách điện gây ra trong thời gian ngắn qua cách điện/hồ quang trên khoảng cách điện) ví dụ như một tín hiệu thích hợp từ thiết bị thử nghiệm chịu điện môi là kết quả của điện áp thử nghiệm đặt vào. Phóng điện vầng quang hoặc phóng điện tạm thời đơn lẻ không được xem là đánh thủng chất điện môi (tức là đánh thủng cách điện).

30 Thử nghiệm điện trở cách điện

30.1 Thử nghiệm này nhằm xác định rằng cách điện của DUT cung cấp cách ly đầy đủ của các mạch điện nguy hiểm với các bộ phận dẫn tiếp cận được của DUT và cách điện không hút ẩm.

30.2 DUT có các bộ phận tiếp cận được phải chịu thử nghiệm điện trở cách điện giữa cực dương và các bộ phận kim loại không mang điện tiếp cận được của DUT. Nếu các bộ phận tiếp cận được của DUT được bọc vật liệu cách điện mà có thể trở nên mang điện trong trường hợp có sự cố cách điện, thì điện áp thử nghiệm được đặt giữa từng bộ phận mang điện của các bộ phận mang điện và lá kim loại tiếp xúc với các bộ phận tiếp cận được như ở 29.6 và Hình 29.1.

30.3 Điện trở cách điện phải được đo sau khi đặt 60 s với vận mét điện trở cao sử dụng điện áp 500 Vdc đặt trong tối thiểu 1 min ở các vị trí cần thử nghiệm.

30.4 Thử nghiệm phải được lặp lại trên mẫu chịu điều kiện ẩm theo UL 60950-1 hoặc CAN/CSA-C22.2 số 60950-1, 2.9.2. Các phép đo phải được thực hiện với mẫu đặt trong buồng thử.

30.5 Điện trở cách điện đo được giữa cực dương và bộ phận có thể tiếp cận của DUT tối thiểu phải là 50 k Ω .

31 Thử nghiệm dòng điện rò

31.1 Thử nghiệm này nhằm đánh giá các mức độ nguy hiểm của dòng điện rò đối với một xe điện cá nhân có các mạch điện áp xoay chiều nguy hiểm có thể kết nối với nguồn điện lưới xoay chiều trong khi nạp

31.2 Dòng điện rò của một DUT khi thử nghiệm theo 31.3 đến 31.5 không được vượt quá 0,5 mA.

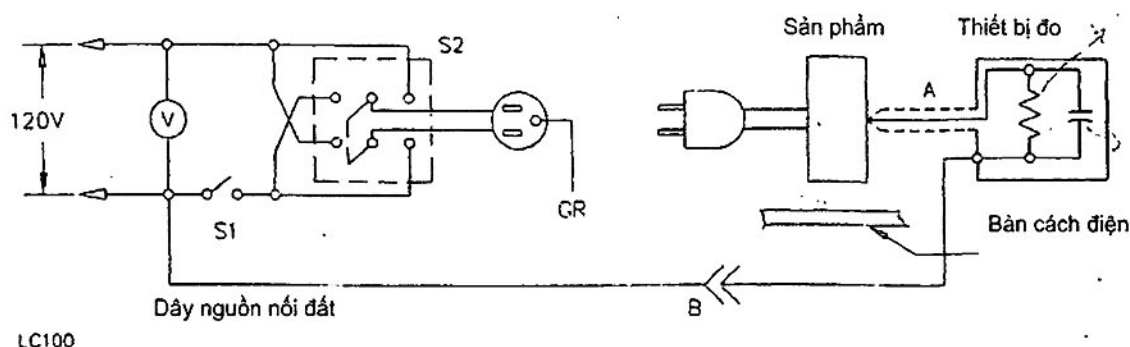
31.3 Tất cả các bề mặt dẫn để hở phải được thử nghiệm dòng điện rò. Dòng điện rò từ các bề mặt này được đo với dây dẫn nguồn nối đất riêng hoặc chung nếu tiếp cận được đồng thời, và từ bề mặt này sang bề mặt khác nếu tiếp cận được đồng thời. Các bề mặt được xem là có thể tiếp cận đồng thời nếu chúng có thể dễ dàng tiếp xúc với một hoặc cả hai tay của một người cùng một lúc. Nếu tất cả các bề mặt tiếp cận được được liên kết với nhau và nối với dây nối đất của dây nguồn thì có thể đo dòng điện rò giữa dây nối đất và dây nguồn nối đất.

31.4 Nếu sử dụng bề mặt dẫn điện không phải kim loại làm vỏ ngoài hoặc bộ phận của vỏ ngoài thì dòng điện rò được đo bằng một lá kim loại có diện tích 10 cm x 20 cm (3,9 in x 7,9 in) tiếp xúc với bề mặt như thể hiện trên Hình 29.1. Nếu bề mặt nhỏ hơn 10 cm x 20 cm thì sử dụng lá kim loại có cùng kích thước với bề mặt.

31.5 Mạch để đo dòng điện rò được minh họa trên Hình 31.1. Đồng hồ đo được sử dụng cho phép đo chỉ cần chỉ ra cùng một trị số cho một phép đo cụ thể như dụng cụ đo được xác định. Đồng hồ đo được sử dụng không cần phải có tất cả các thuộc tính của dụng cụ đo được xác định. Dụng cụ đo phải tuân theo các yêu cầu dưới đây:

a) Đồng hồ đo có trở kháng đầu vào là một điện trở 1 500 Ω nối nối với tụ điện 0,15 μ F.

- b) Đồng hồ đo chỉ 1,11 lần trung bình của dạng sóng điện áp trên điện trở hoặc dòng điện qua điện trở.
- c) Trên dải tần từ 0 đến 100 kHz, mạch đo phải có đáp tuyến tần số - tỷ lệ của giá trị thực của dòng điện – bằng với tỷ lệ của trở kháng là một điện trở 1 500 Ω nối sun với tụ điện 0,15 μF . Khi kim chỉ 0,5 mA hoặc 0,75 mA thì phép đo không được có sai số quá 5 % tại 60 Hz.



Hình 31.1 – Mạch đo dòng điện rò

32 Thử nghiệm nối đất liên tục

32.1 Xe điện cá nhân có hệ thống nối đất và nối liên kết phải được thử nghiệm để xác định điện trở của mạch nối đất/nối liên kết không vượt quá giới hạn 0,1 Ω theo 15.4.

32.2 Điện trở của mạch nối đất/nối liên kết có thể được đo giữa hai điểm trên dây nối liên kết của mạch nối đất sử dụng mili ôm mét.

32.3 Điện trở đo được giữa hai dây nối liên kết bất kỳ phải nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 Ω .

MỤC 5: THỬ NGHIỆM CƠ

33 Thử nghiệm rung

33.1 Thử nghiệm này đánh giá khả năng chịu rung của DUT có thể xảy ra trong quá trình sử dụng dự kiến. Thử nghiệm phải được thực hiện phù hợp với ISO 12405-1, nhưng không ổn định nhiệt độ (tham khảo IEC 60068-2-64) theo Bảng 6 của UL 2271 hoặc CAN/ULC-S2271 hoặc tới hồ sơ thử nghiệm được xác định bởi khách hàng và xác nhận với ứng dụng xe điện cá nhân.

33.2 DUT phải được lắp chắc chắn vào bàn thử nghiệm rung theo cách tương tự như cách định hướng trong quá trình sử dụng trong buồng hoặc phòng thử nghiệm, trong đó nhiệt độ trong quá trình thử nghiệm có thể thay đổi. DUT phải chịu rung ngẫu nhiên dọc theo ba trục vuông góc trong không gian theo thứ tự bắt đầu từ các trục thẳng đứng (Z) và kết thúc với trục dọc (X).

33.3 DUT phải chịu rung trên từng trục trong 21 h nếu thử nghiệm một mẫu, 15 h nếu thử nghiệm hai mẫu hoặc 12 h nếu thử nghiệm 3 mẫu. Đối với từng trục, tần số thay đổi từ 5 Hz đến 200 Hz với mật độ phổ công suất (PSD) trục thẳng đứng (Z), trục dọc (X) và trục ngang (Y) như đã nêu trong ISO 12405-1.

33.4 Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo ngăn acquy theo Điều 22, Thử nghiệm chu kỳ sau. Thử nghiệm được thực hiện sau một khoảng thời gian quan sát theo 20.7.

33.5 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm). Mẫu phải được kiểm tra với đầu dò 9.1.3 để xác định khả năng tiếp cận các bộ phận nguy hiểm, nếu có.

33.6 Kết quả của thử nghiệm rung là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

a) E – Nổ

b) F – Cháy

c) R – Vỡ (vỏ ngoài)

d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)

e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi).

34 Thử nghiệm xóc

34.1 Thử nghiệm này để xác định khả năng DUT chịu được xóc cơ học có thể xảy ra trong quá trình sử dụng.

34.2 Mẫu xe điện cá nhân đã nạp đầy được gắn chắc trên máy thử nghiệm bằng một bề mặt lắp cứng vững, đỡ tất cả các bề mặt lắp của mẫu. Theo dõi nhiệt độ tại gần chính giữa để có thông tin.

34.3 Mẫu phải chịu thử nghiệm xóc cơ học với các tham số thể hiện trong Bảng 34.1 hoặc theo hồ sơ thử nghiệm do khách hàng quy định và được xác nhận cho ứng dụng xe điện cá nhân. Khi xem xét mức xóc, khối lượng của DUT và khối lượng quy định lớn nhất của người lái cần được xem xét. Đầu tiên, acquy có thể được thử nghiệm riêng với xe điện cá nhân và mức xóc cao hơn cho thiết bị nhẹ hơn trước khi thử cụm hoàn chỉnh. Xóc được đặt theo tất cả 6 hướng.

Bảng 34.1 – Tham số xóc

Khối lượng DUT và khối lượng cho phép lớn nhất của người lái	Dạng xung	Gia tốc	Thời gian	Số xóc
≤ 12 kg	nửa hình sin	50 g	11 ms	3 có hướng vuông góc nhau
$> 12 \leq 100$ kg	—	25 g	15 ms	3 có hướng vuông góc nhau
> 100 kg ^a	—	10 g	20 ms	3 có hướng vuông góc nhau

^a Bộ acquy trước đó đã thử nghiệm riêng rẽ bên ngoài xe điện cá nhân với mức xóc cao hơn thích hợp theo khối lượng của nó.

34.4 Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo ngăn acquy theo Điều 22, Thử nghiệm chu kỳ sau. Thử nghiệm được thực hiện sau một khoảng thời gian quan sát theo 20.7.

34.5 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm). Mẫu phải được kiểm tra với đầu dò 9.1.3 để xác định khả năng tiếp cận các bộ phận nguy hiểm, nếu có.

34.6 Kết quả của thử nghiệm xóc là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

a) E – Nổ

b) F – Cháy

c) R – Vỡ (vỏ ngoài)

d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)

e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi).

35 Thử nghiệm va đập

35.1 Thử nghiệm này được thực hiện để xác định khả năng DUT chịu được va đập có thể xảy ra trong quá trình sử dụng.

35.2 Thử nghiệm này được thực hiện trên DUT đã nạp đầy.

35.3 Một mẫu xe điện cá nhân được đỡ trên bề mặt đỡ cố định, cứng vững theo tư thế và hướng đại diện khi vận hành của xe điện cá nhân. Lực va đập được đặt vào bề mặt đỡ chân xe điện cá nhân bằng hai tấm phẳng kích thước từng tấm là 102/254 mm (4/10 in). Một lực bằng 2 lần khối lượng người lái quy định lớn nhất được phân bố đều giữa hai tấm phẳng đến bề mặt đỡ chân xe điện cá nhân. Tổng khối lượng của lực đặt lên bề mặt đỡ chân xe điện cá nhân là kể cả khối lượng của các tấm phẳng.

35.4 Lực thử nghiệm được giữ đúng vị trí trong tối thiểu 1 min. Mẫu chỉ phải chịu một va đập. Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo ngăn acquy theo Điều 22, Thử nghiệm chu kỳ sau. Thử nghiệm được thực hiện sau một khoảng thời gian quan sát theo 20.7.

35.5 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm). Mẫu phải được kiểm tra với đầu dò 9.1.3 để xác định khả năng tiếp cận các bộ phận nguy hiểm, nếu có.

35.6 Kết quả của thử nghiệm rung là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

- a) E – Nổ
- b) F – Cháy
- c) R – Vỡ (vỏ ngoài)
- d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)
- e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi).

36 Thử nghiệm rơi

36.1 Thử nghiệm nhằm đánh giá có nguy hiểm tồn tại khi một DUT chịu rơi không chủ ý trong khi người sử dụng nâng hoặc hạ để nạp điện hoặc thay thế, v.v...

36.2 DUT đã nạp đầy được thả rơi ba lần từ độ cao $(1,0 \pm 0,01)$ m ($(39,4 \pm 0,4)$ in) để đập vào bề mặt bê tông theo cách đại diện nhất xảy ra khi hãng hoặc hạ DUT bởi người sử dụng. Bề mặt bê tông dày tối thiểu là 76 mm (3 in) và diện tích phải đủ rộng để che phủ DUT. Nếu DUT hoạt động sau khi thả rơi thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo.

36.3 DUT phải được ổn định trong tối thiểu 3 h ở 0°C (32°F) (hoặc nhiệt độ quy định nếu thấp hơn 0°C (32°F)) trước khi tiến hành thử nghiệm rơi, phải được tiến hành ngay sau khi lấy các mẫu khỏi điều kiện lạnh.

36.4 Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo. Thử nghiệm được thực hiện sau một khoảng thời gian quan sát theo 20.7 rồi kiểm tra.

36.5 Sau khi kiểm tra, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm), nếu thuộc đối tượng áp dụng.

36.6 Không được có hư hại vỏ ngoài cho phép các bộ phận có điện áp nguy hiểm tiếp cận được bằng que thử đường kính 2,5 mm, dài 100 mm như thể hiện trên Hình 1 của UL 2271, hoặc CAN/ULC-S2271 và đầu dò được nêu ở 9.1.3.

36.7 Kết quả của thử nghiệm rơi là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

a) E – Nổ

b) F – Cháy

c) R – Vỡ (vỏ ngoài)

d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)

e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi).

37 Thử nghiệm giảm ứng suất đúc khuôn

37.1 Thử nghiệm này nhằm đánh giá tồn tại sự co ngót hoặc biến dạng vỏ ngoài bằng nhựa nhiệt dẻo đã đúc khuôn hoặc đã tạo hình do giảm các ứng suất bên trong gây ra khi đúc hoặc tạo hình và gây ra hở các bộ phận nguy hiểm hoặc giảm khoảng cách điện.

37.2 Mẫu được đặt trong lò lưu thông không khí hoàn toàn không có gió lửa duy trì ở nhiệt độ đồng nhất bằng 70 °C (158 °F). Mẫu được duy trì trong lò trong 7 h.

Ngoại lệ: Nếu nhiệt độ lớn nhất, T, ghi được trên các bộ phận vỏ ngoài nhựa nhiệt dẻo của DUT, thu được trong thử nghiệm nhiệt độ bình thường ở Điều 27 vượt quá 60 °C (140 °F) thì nhiệt độ lò được duy trì ở nhiệt độ bằng $T + 10\text{ °C}$ (18 °F).

37.3 Để ngăn ngừa nguy hiểm do quá nhiệt các ngăn đã đóng điện, mẫu phải được phóng hoàn toàn trước khi ổn định.

37.4 Sau khi cẩn thận lấy ra khỏi lò, mẫu được để nguội về nhiệt độ phòng rồi sau đó kiểm tra. Sau khi kiểm tra, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm).

37.5 Không được có đánh thủng cách điện trong khi thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc điện trở cách điện không được thấp hơn các mức quy định trong thử nghiệm điện trở cách điện ở Điều 30.

37.6 Không được có hư hại vỏ ngoài cho phép các bộ phận có điện áp nguy hiểm tiếp cận được bằng que thử đường kính 2,5 mm, dài 100 mm như thể hiện trên Hình 1 của UL 2271 hoặc CAN/ULC-S2271 và đầu dò được nêu ở 9.1.3.

38 Thử nghiệm nạp tải cho tay cầm

38.1 Thử nghiệm này nhằm đánh giá độ bền của (các) tay cầm trên xe điện cá nhân được sử dụng để nâng thiết bị này.

38.2 Lực đặt lên tay cầm theo chiều cầm dự kiến, đồng nhất trên chiều dài 75mm (2,95 in) ở chính giữa tay cầm. Lực đặt phải được tăng dần dần từ 0 đến 4 lần khối lượng của DUT trong từ 5 s đến 10 s rồi sau đó duy trì ở mức này trong 1 min.

38.3 Nếu có nhiều hơn một tay cầm thì lực thử nghiệm phải được xác định bằng phần trăm của khối lượng DUT đặt lên từng tay cầm với DUT ở vị trí cầm dự kiến. Nếu khối lượng DUT nhỏ hơn 25 kg (55,1 lbs) được cung cấp với nhiều hơn một tay cầm và có thể được cầm bằng một tay cầm thì từng tay cầm phải có khả năng chịu một lực trên cơ sở tổng khối lượng của DUT.

38.4 Tay cầm, các phương tiện gắn chắc hoặc phần của DUT dùng để gắn tay cầm không được gãy.

39 Thử nghiệm quá tải động cơ

39.1 Thử nghiệm này nhằm đánh giá khả năng của động cơ có thể chịu được điều kiện quá tải một cách an toàn, có thể xảy ra trên ứng dụng sử dụng cuối cùng. Thử nghiệm này được bỏ qua nếu động cơ và bảo vệ quá tải của nó đã được đánh giá như một phần của phối hợp động cơ và bộ bảo vệ động cơ theo UL 1004-3 hoặc UL 1004-7, nếu có thể áp dụng phương pháp bảo vệ nhiệt.

39.2 Động cơ cần được thử nghiệm trong khi xe điện cá nhân và nhiệt độ cuộn dây được quan sát. Một cách khác, động cơ có thể được thử nghiệm bên ngoài xe điện cá nhân.

39.3 Đầu tiên, động cơ được cho hoạt động trong điều kiện tải bình thường lớn nhất. Sau đó, tăng tải sao cho dòng điện tăng theo các bước đều nhau thích hợp với điện áp cung cấp của động cơ được duy trì ở giá trị ban đầu của nó. Khi thiết lập điều kiện nhiệt độ trạng thái ổn định thì tải được tăng lại. Tải được tăng nhanh theo các bước thích hợp cho đến khi thiết bị bảo vệ quá tải tác động hoặc cuộn dây động cơ hở mạch.

39.4 Nhiệt độ cuộn dây động cơ được xác định trong khi từng giai đoạn ổn định và nhiệt độ lớn nhất ghi được không vượt quá giá trị trong Bảng 39.1.

Bảng 39.1 – Các giới hạn cuộn dây động cơ trong quá trình quá tải

Cấp chịu nhiệt	Cấp A (105)	Cấp E (120)	Cấp B (130)	Cấp F (155)
Giới hạn nhiệt độ, °C	140	155	165	190

39.5 Nếu thiết kế hoặc kích thước động cơ ngăn ngừa việc đo nhiệt độ của cuộn dây thì có thể thực hiện thử nghiệm với động cơ được lấy ra khỏi xe điện cá nhân và thay vì theo dõi nhiệt độ, DUT được đỡ trên một bề mặt được phủ một lớp giấy bản với DUT được phủ một lớp vải thưa.

39.6 Nếu DUT có mạch điện áp nguy hiểm thì DUT phải chịu thử nghiệm điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm).

39.7 Không được có đánh thủng cách điện trong khi thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc điện trở cách điện không được thấp hơn các mức quy định trong thử nghiệm điện trở cách điện ở Điều 30.

39.8 Nếu quan sát nhiệt độ trên cuộn dây trong khi thử nghiệm quá tải thì nhiệt độ trên cuộn dây không được vượt quá trị nêu trong Bảng 39.1. Nếu không quan sát nhiệt độ trên cuộn dây trong khi thử nghiệm thì không được có dấu hiệu cháy giấy bản hoặc vải thưa khi kết thúc thử nghiệm.

40 Khóa cứng rô to của động cơ

40.1 Thử nghiệm này nhằm đánh giá khả năng của động cơ chịu được một cách an toàn tình trạng rô to bị khóa cứng có thể xảy ra trong ứng dụng sử dụng cuối cùng. Thử nghiệm này được bỏ qua nếu động cơ và bảo vệ rô to bị khóa cứng đã được đánh giá như một phần của phối hợp động cơ và bộ bảo vệ động cơ theo UL 1004-3 hoặc UL 1004-7, hoặc dựa vào việc bảo vệ trở kháng theo UL 1004-2, nếu thuộc đối tượng áp dụng.

40.2 Động cơ làm việc ở điện áp sử dụng cho ứng dụng xe điện cá nhân và với rô to bị khóa cứng trong 7 h hoặc cho đến khi thiết lập điều kiện ổn định. Động cơ được thử nghiệm trong khi xe điện cá nhân và nhiệt độ cuộn dây được quan sát. Một cách khác, động cơ có thể được thử nghiệm bên ngoài xe điện cá nhân.

40.3 Nếu thiết kế hoặc kích thước động cơ ngăn ngừa việc đo nhiệt độ của cuộn dây thì có thể thực hiện thử nghiệm với động cơ được lấy ra khỏi xe điện cá nhân và thay vì theo dõi nhiệt độ, DUT được đỡ trên một bề mặt được phủ một lớp giấy bản với DUT được phủ một lớp vải thưa.

40.4 Nếu DUT có mạch điện áp nguy hiểm thì DUT phải chịu thử nghiệm điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm).

40.5 Không được có đánh thủng cách điện trong khi thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc điện trở cách điện không được thấp hơn các mức quy định trong thử nghiệm điện trở cách điện ở Điều 30.

40.6 Nếu quan sát nhiệt độ trên cuộn dây trong khi thử nghiệm khóa cứng rô to thì nhiệt độ trên cuộn dây không được vượt quá trị nêu trong Bảng 40.1. Nếu không quan sát nhiệt độ trên cuộn dây trong khi thử nghiệm thì không được có dấu hiệu cháy giấy bản hoặc vải thưa khi kết thúc thử nghiệm.

Bảng 40.1 – Giới hạn nhiệt độ cuộn dây của động cơ trong khi rô to bị khóa cứng

Cấp chịu nhiệt	Giới hạn nhiệt độ, °C			
	Cấp A (105)	Cấp E (120)	Cấp B (130)	Cấp F (155)
Loại bảo vệ:				
Bảo vệ bằng trở kháng vốn có hoặc trở kháng bên ngoài	150	165	175	200
Bảo vệ bằng thiết bị bảo vệ tác động trong giờ đầu tiên	200	215	225	250
Bảo vệ bằng thiết bị bảo vệ:				
• lớn nhất sau giờ đầu tiên (tự động)	175	190	200	225
• lớn nhất sau giờ đầu tiên (cơ cấu cắt nhiệt)	150	165	175	200
• giá trị trung bình trong giờ thứ hai và trong giờ thứ 72 (tự động)	150	165	175	200

41 Thử nghiệm giảm sức căng (cơ cấu chặn dây)

41.1 Yêu cầu chung

41.1.1 Thử nghiệm giảm sức căng được thực hiện trên xe điện cá nhân có các dây hoặc cáp không tháo rời được bị hờ ra mà có thể phải chịu kéo trên xe điện cá nhân sử dụng cuối cùng.

41.2 Thử nghiệm kéo giảm sức căng

41.2.1 Mục đích của thử nghiệm này là để xác định khả năng bị hư hại hoặc dịch chuyển của phương tiện giảm sức căng dùng cho dây không tháo rời được có thể tiếp cận đến khi bị kéo.

41.2.2 Một mẫu xe điện cá nhân hoặc phụ kiện được cung cấp cùng cơ cấu giảm sức căng phải chịu được mà không hỏng dây hoặc ruột dẫn và không bị dịch chuyển, một lực kéo trực tiếp bằng 2 lần khối lượng của DUT nhưng không lớn hơn 156 N (35 lbf), được đặt lên dây trong 1 min. Dây nối nguồn bên trong thiết bị được ngắt ra khỏi các đầu nối hoặc chỗ nối trong khi thử nghiệm nếu có thể.

41.2.3 Nếu cơ cấu chặn dây được lắp trong vật liệu vỏ ngoài bằng polyme thì thực hiện thử nghiệm ứng suất đúc khuôn vấu khi mẫu đã được làm nguội về nhiệt độ phòng.

41.2.4 Kết quả của thử nghiệm kéo là không được có hư hại hoặc dịch chuyển dây dẫn bên trong. Cho phép dây dẫn bên trong không bị kéo dài quá 2 mm (0,08 in) so với vị trí trước khi thử nghiệm.

41.3 Thử nghiệm đẩy ngược

41.3.1 Mục đích của thử nghiệm là để xác định xem độ giảm sức căng của dây không thay thế được có thể chạm đến có đủ bảo vệ cho các mối nối và ngăn ngừa dịch chuyển nguy hiểm của dây bên trong và các mối nối do bị đẩy ngược.

41.3.2 DUT được thử nghiệm theo 41.3.3 và 41.3.4 mà không xảy ra bất kỳ các điều kiện sau đây:

a) dây nguồn phải chịu hư hại về cơ;

- b) dây nguồn phải chịu nhiệt độ cao hơn nhiệt độ danh định;
- c) giảm khoảng cách (ví dụ như kẹp kim loại giảm sức căng) thấp hơn giá trị tối thiểu yêu cầu; hoặc
- d) Mỗi nối bên trong hoặc các linh kiện bị hư hại.

41.3.3 Dây không tháo rời được được giữ 25,4 mm (1 in) từ điểm nhô ra từ DUT rồi sau đó được đẩy ngược vào trong DUT. Nếu có một ống lồng tháo rời được, mở rộng hơn 25,4 mm (1 in) thì cần tháo ống ra trước khi thử nghiệm.

41.3.4 Nếu ống lồng là một phần tích hợp của dây thì thử nghiệm được thực hiện với ống lồng được giữ lại. Dây này được đẩy ngược vào trong sản phẩm từng bước 25,4 mm (1 in) cho đến khi bó dây hoặc lực đẩy dây vào trong sản phẩm vượt quá 26,7 N (6 lbf).

41.3.5 Dây được thao tác bằng tay để xác định sự phù hợp với 41.3.2.

MỤC 6: THỬ NGHIỆM MÔI TRƯỜNG

42 Thử nghiệm chịu nước

42.1 Mã IPX4

42.1.1 Thử nghiệm này nhằm đánh giá khả năng của thiết bị di động cá nhân chịu được nước trong quá trình sử dụng dự kiến và được thực hiện phù hợp với phương pháp thử nghiệm nêu ở 42.1.2.

42.1.2 DUT đã nạp đầy phải chịu thử nghiệm chịu nước theo IEC 60529 hoặc CAN/CSA-C22.2 số 60529 được chỉ ra bằng chữ số đặc trưng thứ hai 4 (IPX4) trừ khi xe điện cá nhân có mã IP cao hơn, trong trường hợp này thì DUT phải được thử nghiệm theo mã IP đó.

42.1.3 Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo theo Điều 22, chu kỳ thử nghiệm sau. Thử nghiệm được thực hiện sau một khoảng thời gian quan sát theo 20.7, nếu không thì thời gian quan sát phải tối thiểu là 48 h.

42.1.4 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm).

42.1.5 Kết quả của thử nghiệm mã IPX4 là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

- a) E – Nổ
- b) F – Cháy
- c) R – Vỡ (vỏ ngoài)
- d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)
- e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi).

42.2 Ngâm một phần DUT trong dung dịch

42.2.1 DUT phải chịu thử nghiệm ngâm một phần đại diện cho xe điện cá nhân gặp vũng nước nhỏ trong khi vận hành như nêu ở 42.2.2.

42.2.2 DUT phải chịu ngâm trong nước muối (5 % khối lượng NaCl trong nước) ở độ cao đủ để tới bề mặt đỡ chân xe điện cá nhân. Xe điện cá nhân được ngâm một phần trong 5 min.

42.2.3 Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì nó phải chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo theo Điều 22, chu kỳ thử nghiệm sau. Nếu DUT không hoạt động thì nó phải được nối với bộ nạp và xác định rằng không có nguy hiểm. Thử nghiệm được thực hiện sau một khoảng thời gian quan sát theo 20.7.

42.2.4 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm).

42.2.5 Kết quả của thử nghiệm ngâm một phần là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

a) E – Nổ

b) F – Cháy

c) R – Vỡ (vỏ ngoài)

d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)

e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi).

43 Thử nghiệm chu kỳ nhiệt

43.1 Thử nghiệm này xác định khả năng của xe điện cá nhân chịu được môi trường thay đổi đột ngột ví dụ như khi xe điện cá nhân đi vào hoặc đi ra khỏi nơi để xe có giá nhiệt sau khi ở môi trường lạnh, hoặc trong khi di chuyển, v.v... mà không có bằng chứng về hư hại có thể dẫn đến vấn đề nguy hiểm.

43.2 DUT đã nạp đầy phải chịu chu kỳ nhiệt theo 43.3.

43.3 Để thử nghiệm, DUT phải được đặt trong buồng thử có tuần hoàn không khí xung quanh ở nhiệt độ cực trị bằng $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ($140 \pm 3,6) ^\circ\text{F}$ hoặc $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ($-4 \pm 3,6) ^\circ\text{F}$. Thời gian di chuyển giữa các nhiệt độ phải chịu là 15 min hoặc ít hơn. Sự thay đổi về các biến động nhiệt độ có thể được thực hiện thông qua việc sử dụng buồng thử đáp ứng nhanh hoặc bằng cách di chuyển DUT giữa hai buồng thử ở hai nhiệt độ thử nghiệm.

43.4 Nếu DUT hoạt động sau thử nghiệm thì để DUT trở về nhiệt độ phòng rồi sau đó chịu tối thiểu một chu kỳ nạp/phóng tại các giá trị quy định lớn nhất của nhà chế tạo theo Điều 22, chu kỳ thử nghiệm sau. Thử nghiệm được thực hiện sau một khoảng thời gian quan sát theo 20.7.

43.5 Khi kết thúc thời gian quan sát, mẫu có mạch điện áp nguy hiểm phải chịu thử nghiệm chịu điện áp điện môi, Điều 29 hoặc thử nghiệm điện trở cách điện, Điều 30 (không ổn định ẩm).

43.6 Kết quả của thử nghiệm ngâm một phần là bất kỳ các kết quả nào ở điểm a) đến điểm e) dưới đây đều được xem là một kết quả không phù hợp. Xem thêm Bảng 22.1 và Điều 23, Tiêu chí kết quả.

- a) E – Nổ
- b) F – Cháy
- c) R – Vỡ (vỏ ngoài)
- d) L – Rò chất điện phân (ra ngoài vỏ ngoài)
- e) S – Nguy hiểm điện giật (điện trở nhỏ hơn các giới hạn điện trở cách điện hoặc đánh thủng điện môi).

44 Thử nghiệm khối lượng của nhân

44.1 Mục đích của thử nghiệm này là để đánh giá độ vĩnh viễn của nhân dính mà chưa phải chịu chương trình đánh giá nào trước đó.

44.2 Nhân dính được dán chắc vào bề mặt đại diện của ứng dụng sử dụng cuối cùng và phải chịu điều kiện dưới đây:

- a) Mẫu nhân được chà xát bằng tay trong 15 s bằng một mảnh vải thấm ẩm nước; và
- b) Mẫu lại được chà xát tiếp trong 15 s bằng một mảnh vải thấm ẩm xăng.

44.3 Xăng được sử dụng để thử nghiệm là loại hecxa dung môi béo có:

- a) hàm lượng chất thơm lớn nhất chiếm 0,1 % thể tích;
- b) giá trị kaoributanol bằng 29;
- c) điểm sôi ban đầu xấp xỉ 65 °C (149 °F);
- d) điểm khô xấp xỉ 69 °C (156,2 °F); và
- e) khối lượng trên một đơn vị thể tích xấp xỉ 0,7 kg/l.

Ngoại lệ: Một cách khác, cho phép sử dụng chất tẩy gốc hecxa có tối thiểu 85 % n-hecxa.

44.4 Sau khi ổn định như nêu ở 45.2, mẫu được kiểm tra dấu hiệu hư hại kể cả hóa rắn và để xác định xem nhãn vẫn rõ ràng. Mẫu cũng được kiểm tra để xác định xem có thể dễ dàng lấy ra bằng tay từ bề mặt được dán hay không.

44.5 Sau khi ổn định, nhãn vẫn phải rõ ràng và không có bằng chứng về hư hại kể cả quán và không dễ dàng tháo ra bằng tay từ bề mặt được dán.

MỤC 7: GHI NHÃN

45 Quy định chung

45.1 Ghi nhãn yêu cầu đề phù hợp phải rõ ràng và vĩnh viễn, ví dụ như khắc, nhãn dính, v.v... Nhãn dính đăng sau phải phù hợp với UL 969 hoặc CSA-C22.2 số 0,15, đối với điều kiện phơi nhiễm dự kiến và bề mặt được dán vào.

Ngoại lệ: Nhãn dính có thể được đánh giá theo cách khác trong thử nghiệm nhãn vĩnh viễn ở Điều 44.

45.2 Xe điện cá nhân có ghi nhãn tên nhà chế tạo, tên thương hiệu, thương hiệu hoặc nhãn mô tả khác để nhận biết trách nhiệm tổ chức của sản phẩm, số phần hoặc số model, và thông số đặc trưng về điện tính bằng Vôn một chiều hoặc Ah hoặc Wh. Xe điện cá nhân cũng được ghi nhãn khối lượng lớn nhất tính bằng kg hoặc lbs và tốc độ km/h hoặc mph.

45.3 Xe điện cá nhân cũng được ghi nhãn ngày chế tạo, ở dạng mã không lặp lại trong vòng 10 năm.

45.4 Xe điện cá nhân phải được ghi nhãn có hướng dẫn nạp điện. Ví dụ về nhãn này có thể như sau hoặc tương đương "Chỉ sử dụng () bộ nạp"

45.5 Tất cả các đầu nối và mối nối phải có nhận dạng và ghi nhãn cực tính, nếu thuộc đối tượng áp dụng.

45.6 Xe điện cá nhân có các bộ acquy riêng rẽ mà người sử dụng có thể tháo ra phải có ghi nhãn chỉ ra bộ acquy được sử dụng cùng xe điện cá nhân, như "Chỉ sử dụng () bộ acquy với xe điện cá nhân". Bộ acquy riêng rẽ phải được ghi "Chỉ sử dụng với () xe điện cá nhân". Thông tin cần điền vào tối thiểu phải có tên nhà chế tạo và số model của phần liên quan.

45.7 Điểm nối đến hệ thống nối đất của bộ nạp phải được nhận biết bằng từ "Đất" hoặc "Ground" hoặc chữ "G" hoặc "GR" hoặc ký hiệu nối đất trong IEC 60427 số 5019 (hình cây ngược bên trong vòng tròn) hoặc nếu không phải được nhận biết bằng màu xanh. Các đầu nối đất khác cũng phải được nhận biết theo cách khác biệt với đầu nối đất chính đối với hệ thống nạp.

45.8 Xe điện cá nhân có mạch điện áp nguy hiểm phải được ghi nhãn "Cảnh báo: Mạch điện áp nguy hiểm" hoặc ghi nhãn ký hiệu nguy hiểm điện gia dụng trong ISO3864 số 5036 (tỉa chớp bên trong hình tam giác).

45.9 Xe điện cá nhân phải được ghi nhãn như sau: "CẢNH BÁO – để giảm rủi ro bị thương, người sử dụng phải đọc sổ tay hướng dẫn" hoặc phải được ghi nhãn ký hiệu M002 của ISO 7010 và số W001 của ISO 7010 (tức là dấu chấm than trong hình tam giác).

45.10 Xe điện cá nhân có thể có hoặc không có ghi nhãn mã IPX4 tối thiểu yêu cầu. Xe điện cá nhân có ghi nhãn mã IP cao hơn mã IPX4 phải phù hợp với các yêu cầu đối với thông số cao hơn theo 42.1.

45.11 Xe điện cá nhân có vật liệu vỏ ngoài bằng nhựa không được đánh giá phơi nhiễm tia UV và mưa theo 7.5 phải được ghi nhãn như sau hoặc tương đương: "Bảo quản trong nhà khi không sử dụng". Xem thêm 46.4.

MỤC 8: HƯỚNG DẪN

46 Quy định chung

46.1 Xe điện cá nhân phải được ghi nhãn hướng dẫn để sử dụng đúng bao gồm nạp điện và hoạt động, bảo quản và thải bỏ. Các hướng dẫn này phải có giới hạn nhiệt độ, bộ nạp thích hợp và giới hạn khối lượng (lớn nhất và nhỏ nhất). Hướng dẫn của xe điện cá nhân cũng phải bao gồm tốc độ lớn nhất có thể đạt được của xe điện cá nhân. Hướng dẫn cũng phải cung cấp thông tin về chịu nước và điều kiện môi trường khác cũng như các khuyến cáo về bề mặt di chuyển, sử dụng trên đường dốc, v.v... có thể áp dụng cho thiết kế xe điện cá nhân. Hướng dẫn thay cầu chì và bóng đèn loại thay thế được bởi người sử dụng cũng phải được cung cấp.

46.2 Bộ acquy mà người sử dụng thay thế được dự kiến được lấy ra và nạp điện bên ngoài thiết bị phải có hướng dẫn để thao tác an toàn kể cả tháo ra và lắp vào xe điện cá nhân và trong khi nạp và phải có hướng dẫn bảo quản bên ngoài thiết bị.

46.3 Ghi nhãn như sau hoặc tương đương phải được nêu trong hướng dẫn: "CẢNH BÁO – Rủi ro cháy và điện giật – Không dành cho người sử dụng". Thông tin tiếp xúc để vận hành xe điện cá nhân phải được cung cấp.

Ngoại lệ 1: Nếu xe điện cá nhân không có mạch điện áp trên 60 V một chiều hoặc 30 V hiệu dụng/4,24 V đỉnh thì hướng dẫn sử dụng phải thay như sau hoặc tương đương: "CẢNH BÁO – Rủi ro cháy – Không dành cho người sử dụng".

Ngoại lệ 2: Cho phép người sử dụng thay thế cầu chì tiếp cận được hoặc bóng đèn hoặc tương đương.

46.4 Xe điện cá nhân không dự kiến để sử dụng ở những nơi có độ cao so với mực nước biển lớn, mà có thể đòi hỏi tăng các khoảng cách điện trong mạch điện thì phải chỉ ra rằng chúng không dự kiến để sử dụng ở độ cao lớn hơn 2 000 m so với mực nước biển. Xem 14.2.

46.5 Xe điện cá nhân dự kiến để bảo quản trong nhà để bảo vệ chống phơi nhiễm kéo dài với tia UV hoặc các phần tử có thể làm hư hại vật liệu vỏ ngoài theo 7.5 phải có nội dung sau đây hoặc tương đương trong sổ tay hướng dẫn: "Phơi nhiễm kéo dài với tia UV, mưa và các phần tử có thể làm hư hại vật liệu vỏ ngoài. Bảo quản trong nhà khi không sử dụng".

Phụ lục A

(quy định)

Tiêu chuẩn về linh kiện**A.1 Tiêu chuẩn về linh kiện**

A.1.1 Các tiêu chuẩn CSA, ULC và TL được liệt kê dưới đây được sử dụng để đánh giá các linh kiện và tính chất của sản phẩm nêu trong tiêu chuẩn này. Các linh kiện phải phù hợp với tiêu chuẩn CSA, ULC và UL. Các tiêu chuẩn này được xem xét là phiên bản mới nhất và tất cả các sửa đổi đã được ban hành của tiêu chuẩn đó.

Tiêu chuẩn CSA

Adhesive Labels – CSA-022.2 No. 015

Electrical Quick-Connect Terminal - CSA-C22.2 No. 153

General Use Receptacles, Attachment Plugs, and Similar Wiring Devices - CSA-C22.2 No. 42

Information Technology Equipment – Safety – Part 1: General Requirements - CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1.

Insulation Coordination – CSA-C22.2 No. 0.2

Light Emitting Diode (LED) Equipment for Lighting Applications – CAN/CSA-C22.2 No. 250.13

Low-Voltage Fuses - Part 13: Semiconductor Fuses – CAN/CSA-C22.2 No. 248.13

Low-Voltage Fuses - Part 14: Supplemental Fuses - CAN/CSA-C22.2 No. 248.14

Plugs, Receptacles, and Cable Connectors of the Acquy and Sleeve Type – CSA-C22.2 No. 182.1

Plugs, Receptacles, and Couplers for Electric Vehicles – CAN/CSA-C22.2 No. 282

Power Supplies with Extra-Low-Voltage Class 2 Outputs - CSA-C22.2 No. 223

Supplementary Protectors – CSA-C22.2 No. 235

Terminal Blocks – CSA-C22.2 No. 158

Thermoplastic-insulated Wires and Cables – CSA-C22.2 No. 75

Wire Connectors – CSA-022.2 No. 65

Tiêu chuẩn UL

Attachment Plugs and Receptacles – UL 498

TCVN 11918:2017

Automatic Electrical Controls for Household and Similar Use, Part 1. General Requirements - UL 60730-1

Batteries for Use in Electric Vehicles – UL 2580

Batteries for Use in Light Electric Vehicle (LEV) Applications – UL 2271

Class 2 Power Units – UL 1310

Connectors for Use in Data, Signal Power and Control Applications – UL 1977

Electrochemical Capacitors – UL 810A

Fixture Wire – UL 66

Flexible Cords and Cables – UL 62

Flexible Materials interconnect Constructions - UL 796F

Gasket and Seals – UL 157

Household and Commercial Batteries – UL 2054

Information Technology Equipment – Safety – Part 1: General Requirements - UL 60950-1

Insulation Coordination Including Clearances and Creepage Distances for Electrical Equipment - Part 1: General Requirements – UL 840

Light Emitting Diode (LED) Equipment for Use in Lighting Products - UL 8750

Lithium Batteries - UL 1642

Low-Voltage Fuses - Part 13: Semiconductor Fuses - UL 248-13

Low-Voltage Fuses - Part 14: Supplemental Fuses - UL 248-14

Marking and Labelling Systems – UL 969

Optical Isolators – UL 1577

Plugs, Receptacles, and Cable Connectors of the Acquy and Sleeve Type - UL 1682

Plugs, Receptacles and Couplers for Electric Vehicles - UL 2251

Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations - UL 746B

Polymeric Materials – Short Term Property Evaluations - UL 746A

Polymeric Materials - Use in Electrical Equipment Evaluations - UL 746C

Power Units Other than Class 2 – UL 1012

Printed-Wiring Boards – UL 796

Rotating Electrical Machines -General Requirements – UL 1004-1

Rotating Electrical Machines - Impedance Protected Motors – UL 1004-2

Rotating Electrical Machines - Thermally Protected Motors – UL 1004-3

Rotating Electrical Machines – Servo and Stepper Motors – UL 1004-6

Rotating Electrical Machines – Electronically Protected Motors – UL 1004-7

Supplementary Protectors for Use in Electrical Equipment – UL1077

Software in Programmable Components – UL 310

Tests for Safety-Related Controls Employing Solid-State Devices - UL 991

Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances - UL 94

Thermistor-Type Devices - UL 1434

Wire Connectors – UL 486A-486B

Wires and Cables, Machine-Tool – UL 1063

Wires and Cables, Thermoplastic-Insulated – UL 83

Tiêu chuẩn ULC

Batteries for Use in Light Electric Vehicle (LEV) Applications - CAN/ULC-S2271

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 4255:2008 (IEC 60529:2001), *Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (mã IP)*
 - [2] TCVN 10884 (IEC 60664) (tất cả các phần), *Phối hợp cách điện*
 - [3] TCVN 7326-1:2003 (IEC 60950-1:2001), *Thiết bị công nghệ thông tin – An toàn – Phần 1: Yêu cầu chung*
-