

TCVN 13724-1:2023

IEC 61439-1:2020

Xuất bản lần 1

**CỤM ĐÓNG CẮT VÀ ĐIỀU KHIỂN HẠ ÁP –
PHẦN 1: QUY TẮC CHUNG**

*Low-voltage switchgear and controlgear assemblies –
Part 1: General rules*

HÀ NỘI – 2023

Mục lục**Trang**

Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	8
3 Thuật ngữ và định nghĩa	11
4 Ký hiệu và chữ viết tắt	32
5 Đặc tính giao diện	33
6 Thông tin	39
7 Điều kiện vận hành	41
8 Các yêu cầu về kết cấu	43
9 Yêu cầu tính năng	63
10 Kiểm tra xác nhận thiết kế	67
11 Kiểm tra thường xuyên	107
Phụ lục A (quy định) – Tiết diện nhỏ nhất và lớn nhất của cáp đồng thích hợp để nối với các đầu nối dùng cho cáp bên ngoài (xem 8.8)	120
Phụ lục B (quy định) – Phương pháp tính tiết diện của dây bảo vệ liên quan đến các ứng suất nhiệt do dòng điện ngắn hạn	121
Phụ lục C (tham khảo) – Biểu mẫu thông tin của người sử dụng	122
Phụ lục D (tham khảo) – Kiểm tra xác nhận thiết kế	126
Phụ lục E (tham khảo) – Hệ số đa dạng danh định	128
Phụ lục F (quy định) – Đo khe hở không khí và chiều dài đường rò	133
Phụ lục G (quy định) – Mối tương quan giữa điện áp danh nghĩa của hệ thống điện và điện áp chịu xung danh định của thiết bị	139
Phụ lục H (tham khảo) – Dòng điện làm việc và tổn hao công suất của cáp đồng	141
Phụ lục I (tham khảo) – Đường lượng nhiệt của dòng điện không liên tục	144
Phụ lục J (quy định) – Tương thích điện từ	145
Phụ lục K (quy định) – Dòng điện làm việc và tổn hao công suất của thanh đồng trần	153
Phụ lục L (tham khảo) – Hướng dẫn kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt	156

TCVN 13724-1:2023

Phụ lục M (quy định) – Kiểm tra xác nhận khả năng chịu ngắn mạch của kết cấu thanh cái bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu thông qua tính toán	162
Phụ lục N (tham khảo) – Danh mục các lưu ý liên quan đến một số quốc gia	166
Thư mục tài liệu tham khảo	173

Lời nói đầu

TCVN 13724-1:2023 hoàn toàn tương đương với IEC 61439-1:2020;

TCVN 13724-1:2023 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* biên soạn, Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 13724 (IEC 61439), *Cụm đóng cắt và điều khiển hạ áp*, gồm các phần sau:

- Phần 0: Hướng dẫn xác định các loại cụm đóng cắt
- Phần 1: Quy tắc chung
- Phần 2: Cụm đóng cắt và điều khiển nguồn điện lực
- Phần 5: Cụm lắp ráp dùng cho mạng phân phối trong lưới điện công cộng
- Phần 7: Cụm lắp ráp dùng cho các ứng dụng đặc biệt như bến du thuyền, khu vực cắm trại, khu vực chợ, trạm sạc xe điện

Bộ IEC 61439 còn có các tiêu chuẩn sau:

IEC 61439-3:2012, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*
 – *Part 3: Distribution boards intended to be operated by ordinary persons (DBO)*

IEC 61439-4:2012, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*
 – *Part 4: Particular requirements for assemblies for construction sites (ACS)*

IEC 61439-6:2012, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*
 – *Part 6: Busbar trunking systems (busways)*

Cụm đóng cắt và điều khiển hạ áp –

Phần 1: Quy tắc chung

Low-voltage switchgear and controlgear assemblies –

Part 1: General rules

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các định nghĩa và các điều kiện vận hành chung, các yêu cầu về kết cấu, đặc tính kỹ thuật và các yêu cầu về kiểm tra xác nhận đối với cụm đóng cắt và điều khiển hạ áp.

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, thuật ngữ "cụm lắp ráp" (xem 3.1.1) được sử dụng cho cụm đóng cắt và điều khiển hạ áp.

Để xác định sự phù hợp của cụm lắp ráp, áp dụng các yêu cầu của phần liên quan của bộ tiêu chuẩn TCVN 13724 (IEC 61439), từ Phần 2 trở đi, cùng với các yêu cầu được nêu trong tiêu chuẩn này. Đối với các cụm lắp ráp không được đề cập trong Phần 3 trở đi thì áp dụng Phần 2.

Tiêu chuẩn này chỉ áp dụng cho các cụm lắp ráp khi được yêu cầu bởi tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan như sau:

- cụm lắp ráp có điện áp danh định không vượt quá 1 000 V AC hoặc 1 500 V DC;
- cụm lắp ráp được thiết kế cho tần số danh nghĩa của nguồn cấp đi vào không vượt quá 1 000 Hz;
- cụm lắp ráp được thiết kế cho các ứng dụng trong nhà hoặc ngoài trời;
- cụm lắp ráp tĩnh tại hoặc di động có hoặc không có vỏ bọc;
- cụm lắp ráp được thiết kế để sử dụng liên quan đến phát, truyền dẫn, phân phối và biến đổi điện năng, và để điều khiển thiết bị tiêu thụ điện năng.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho thiết bị riêng lẻ và các thành phần độc lập ví dụ bộ khởi động động cơ, thiết bị đóng cắt cầu chảy, hệ thống và thiết bị biến đổi điện từ công suất (PECS), nguồn cấp chế độ đóng cắt (SMPS), nguồn cấp không gián đoạn (UPS), mô đun điều khiển cơ bản (BDM), mô đun điều khiển hoàn chỉnh (CDM), hệ thống điều khiển công suất có thể điều chỉnh tốc độ (PDS), và các thiết bị điện tử khác phù hợp với các tiêu chuẩn sản phẩm liên quan của chúng. Tiêu chuẩn này mô tả việc tích hợp các thiết bị riêng lẻ và các thành phần độc lập vào cụm lắp ráp hoặc vào vỏ tủ điện tạo thành cụm lắp ráp.

TCVN 13724-1:2023

Đối với các ứng dụng liên quan đến, ví dụ, khí quyển nổ, an toàn chức năng, có thể cần phù hợp với các yêu cầu của các tiêu chuẩn khác hoặc quy định pháp lý khác bên cạnh các yêu cầu quy định trong bộ tiêu chuẩn TCVN 13724 (IEC 61439).

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 2097:2015 (ISO 2409:2013), *Sơn và vecni – Phép thử cắt ô*

TCVN 7447 (IEC 60364) (tất cả các phần), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp*

TCVN 7447-5-51:2010 (IEC 60364-5-51:2005), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 5-51: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện – Quy tắc chung*

TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 5-52: Lựa chọn và lắp đặt thiết bị điện – Hệ thống đi dây*

TCVN 7699-2-2:2011 (IEC 60068-2-2:2007), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-2: Các thử nghiệm – Thử nghiệm B: Nóng khô*

TCVN 7699-2-11:2007 (IEC 60068-2-11:1981), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-11: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ka: Sương muối*

TCVN 7699-2-30:2007 (IEC 60068-2-30:2005), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-30: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Db: Nóng ẩm, chu kỳ (chu kỳ 12 h + 12 h)*

TCVN 7909-4-2:2015 (IEC 61000-4-2:2008), *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-2: Phương pháp đo và thử – Thử miễn nhiễm đối với hiện tượng phóng tĩnh điện*

TCVN 7909-4-3:2015 (IEC 61000-4-3:2006 with AMD1:2007 and AMD2:2010), *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-3: Phương pháp đo và thử - Thử miễn nhiễm đối với trường điện từ bức xạ tần số vô tuyến*

TCVN 7909-4-8:2015 (IEC 61000-4-8:2009), *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-8: Phương pháp đo và thử - Miễn nhiễm đối với từ trường tần số công nghiệp*

TCVN 8086:2009 (IEC 60085:2007), *Cách điện – Đánh giá về nhiệt và ký hiệu cấp chịu nhiệt*

TCVN 8092 (ISO 7010), *Biểu tượng đồ họa – Màu sắc an toàn và biển báo an toàn – Biển báo an toàn sử dụng ở nơi làm việc và khu vực công cộng*

TCVN 9900-2-12 (IEC 60695-2-12), *Thử nghiệm nguy cơ cháy – Phần 2-12: Phương pháp thử bằng sợi dây nóng đỏ – Phương pháp thử chỉ số cháy bằng sợi dây nóng đỏ (GWFI) đối với vật liệu*

TCVN 11325:2016 (IEC 61180:2016), *Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao dùng cho thiết bị điện hạ áp – Định nghĩa, yêu cầu thử nghiệm và quy trình, thiết bị thử nghiệm*

TCVN 11994-2:2017 (ISO 4892-2:2013), *Chất dẻo – Phương pháp phơi nhiễm với nguồn sáng phòng thử nghiệm – Phần 2: Đèn hồ quang xenon*

TCVN 12005-3:2017 (ISO 4628-3:2016), *Son và vecni. Đánh giá sự suy biến của lớp phủ. Ký hiệu số lượng, kích cỡ của khuyết tật và mức biến đổi đồng nhất về ngoại quan. Phần 3: Đánh giá độ gồ*

TCVN 13724 (IEC 61439) (tất cả các phần), *Cụm lắp ráp và điều khiển hạ áp*

TCVN 13725:2023 (IEC 62208:2011), *Vỏ tủ điện dùng cho các cụm đóng cắt và điều khiển hạ áp – Yêu cầu chung*

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators* (Các nguyên tắc cơ bản và an toàn cho giao diện người-máy, ghi nhãn và nhận dạng – Nguyên tắc mã hóa cho các bộ chỉ thị và cơ cấu chấp hành)

IEC 60364-4-41:2005 with AMD1:2017 ¹, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock* (Hệ thống lắp đặt điện hạ áp - Phần 4-41: Bảo vệ an toàn - Bảo vệ chống điện giật)

IEC 60439 (tất cả các phần), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies* (Cụm lắp ráp và điều khiển hạ áp)

IEC 60445:2017, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors* (Các nguyên tắc cơ bản và an toàn cho giao diện người-máy, ghi nhãn và nhận dạng – Nhận dạng các đầu nối thiết bị, đầu nối dây dẫn và dây dẫn)

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles* (Các nguyên tắc cơ bản và an toàn cho giao diện người-máy, ghi nhãn và nhận dạng – Nguyên tắc kích hoạt)

IEC 60529:1989 with AMD1:1999 and AMD2:2013 ², *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)* (Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (mã IP))

IEC 60695-2-10:2013 ³, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure* (Thử nghiệm nguy cơ cháy - Phần 2-10: Phương pháp thử bằng sợi dây nóng đỏ - sợi dây nóng đỏ và quy trình thử nghiệm chung)

¹ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 7447-4-41:2010 hoàn toàn tương đương với IEC 60364-4-41:2005.

² Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 4255:2008 hoàn toàn tương đương với IEC 60529:2001.

³ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 9900-2-10:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 60695-2-10:2000.

IEC 60695-2-11:2014 ⁴, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)* (Thử nghiệm nguy cơ cháy - Phần 2-11: Phương pháp thử bằng sợi dây nóng đỏ - Phương pháp thử khả năng cháy bằng sợi dây nóng đỏ đối với sản phẩm hoàn chỉnh)

IEC 60865-1:2011, *Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods* (Dòng điện ngắn mạch – Tính toán các hiệu ứng – Phần 1: Định nghĩa và phương pháp tính toán)

IEC TR 60890:2014, *A method of temperature-rise verification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies by calculation* (Phương pháp kiểm tra độ tăng nhiệt của cụm tủ điện đóng cắt và điều khiển hạ áp bằng tính toán)

IEC 60947-4-1:2018 ⁵, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters* (Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 4-1: Côngtắctơ và bộ khởi động động cơ – Côngtắctơ và bộ khởi động động cơ kiểu điện - cơ)

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-4: Phương pháp đo và thử - Miễn nhiệm đối với quá độ điện nhanh/bước xung)

IEC 61000-4-5:2014 with AMD1:2017 ⁶, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test* (Tương thích điện từ (EMC) - Phần 4-5: Phương pháp đo và thử - Miễn nhiệm đối với xung)

IEC 61000-4-6:2013 ⁷, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-6: Phương pháp đo và thử - Miễn nhiệm đối với nhiễu dẫn cảm ứng bởi trường tần số vô tuyến)

IEC 61000-4-11:2004 with AMD1:2017 ⁸, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-6-3:2006 with AMD1:2010, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-3: Tiêu chuẩn chung – Tiêu chuẩn phát xạ dùng cho môi trường dân cư, thương mại và công nghệ nhẹ)

⁴ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 9900-2-11:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 60695-2-11:2000 và cor 1:2000.

⁵ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 6592-4-1: 2009 hoàn toàn tương đương với IEC 60947-4-1:2002.

⁶ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 8241-4-5:2009 hoàn toàn tương đương với IEC 61000-4-11:2005

⁷ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 8241-4-6:2015 hoàn toàn tương đương với IEC 61000-4-11:2009.

⁸ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 8241-4-11:2009 hoàn toàn tương đương với IEC 61000-4-11:2004.

IEC 61000-6-4:2018, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-4: Tiêu chuẩn chung – Tiêu chuẩn phát xạ dùng cho môi trường công nghiệp)

IEC 61082-1:2014, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules* (Chuẩn bị các tài liệu sử dụng trong công nghệ điện)

IEC 61921:2017, *Power capacitors – Low-voltage power factor correction banks* (Điện tử công suất – Dây hiệu chuẩn hệ số công suất điện áp thấp)

IEC 81346-1:2009, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules* (Hệ thống, thiết bị và sản phẩm công nghiệp – Nguyên tắc kết cấu và định danh tham chiếu – Phần 1: Quy tắc chung)

IEC 81346-2:2019, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 2: Classification of objects and codes for classes* (Hệ thống, thiết bị và sản phẩm công nghiệp – Nguyên tắc kết cấu và định danh tham chiếu – Phần 2: Phân loại các đối tượng và mã hóa)

CISPR 11:2015 with AMD1:2016 and AMD2:2019⁹, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement* (Giới hạn và phương pháp đo đặc tính nhiễu tần số radio của thiết bị công nghiệp, nghiên cứu khoa học và y tế)

CISPR 32:2015 with AMD1:2019, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements* (Tương thích điện từ của các thiết bị đa phương tiện – Yêu cầu về phát xạ)

ISO 178:2010 with AMD1:2013, *Plastics – Determination of flexural properties*

ISO 179-1:2010, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 1: Noninstrumented impact test* (Chất dẻo – Xác định đặc tính va đập Charpy – Phần 1: Thử va đập không có thiết bị)

ISO 179-2:1997 with AMD1:2011, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 2: Instrumented impact test* (Chất dẻo – Xác định đặc tính va đập Charpy – Phần 2: Thử va đập bằng thiết bị)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1 Các thuật ngữ chung

3.1.1

Cụm đóng cắt và điều khiển hạ áp (low-voltage switchgear and controlgear assembly)

Cụm lắp ráp

⁹ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 6988:2018 hoàn toàn tương đương với CISPR 11:2016.

Kết hợp một hoặc nhiều thiết bị chuyển đổi hoặc thiết bị đóng cắt cùng với thiết bị điều khiển, đo, báo hiệu, thiết bị bảo vệ và thiết bị điều chỉnh kết hợp, với tất cả các đầu nối liên kết điện và cơ bên trong và các bộ phận kết cấu, được xác định bởi nhà chế tạo ban đầu, và có thể được lắp ráp theo hướng dẫn của nhà chế tạo ban đầu.

CHÚ THÍCH 1: Trong tiêu chuẩn này, thuật ngữ "cụm lắp ráp" được sử dụng cho cụm đóng cắt và điều khiển hạ áp.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ "thiết bị đóng cắt" bao gồm thiết bị đóng cắt cơ khí và thiết bị đóng cắt bán dẫn, ví dụ bộ khởi động mềm, rơ le bán dẫn, bộ biến tần. Các mạch điện phụ trợ có thể cũng có thiết bị điện cơ, ví dụ rơ le điều khiển, khối đầu nối và thiết bị điện tử, ví dụ thiết bị điều khiển động cơ bằng điện tử, thiết bị đo và bảo vệ điện tử, truyền thông bus, hệ thống điều khiển logic lập trình được.

3.1.2

Hệ thống cụm lắp ráp (assembly system)

Dài đầy đủ các linh kiện cơ và điện (vỏ bọc, thanh cái, khối chức năng, mạch điện phụ trợ và cơ cấu điều khiển kết hợp, v.v.) như được xác định bởi nhà chế tạo ban đầu và có thể được lắp ráp theo hướng dẫn của nhà chế tạo ban đầu để tạo ra các loại cụm lắp ráp khác nhau.

3.1.3

Mạch điện chính (main circuit)

Tất cả các phần dẫn của cụm lắp ráp nằm trong mạch điện (không phải mạch điện chính) được thiết kế để truyền điện.

[NGUỒN: IEC 60050-441:2000, 441-13-02]

3.1.4

Mạch điện phụ trợ (auxiliary circuit)

Tất cả các phần dẫn của cụm lắp ráp nằm trong mạch điện (không phải mạch điện chính) được thiết kế để điều khiển, đo, báo hiệu, điều chỉnh và xử lý dữ liệu, v.v.

CHÚ THÍCH 1: Mạch điện phụ trợ của cụm lắp ráp bao gồm cả mạch điều khiển và mạch phụ trợ của thiết bị đóng cắt.

[NGUỒN: IEC 60050-441:2000, 441-13-03, có sửa đổi – Trong định nghĩa, "cụm đóng cắt và điều khiển" được thay bằng "cụm lắp ráp" và thêm "và xử lý dữ liệu, v.v." vào cuối của định nghĩa]

3.1.5

Thanh cái (busbar)

Phần dẫn trở kháng thấp để một vài mạch điện có thể nối tới tại các điểm riêng rẽ.

CHÚ THÍCH 1: Thuật ngữ "thanh cái" là thuật ngữ chung mà không đưa ra giả định về vật liệu, hình dạng, kích cỡ và các kích thước của vật dẫn.

[NGUỒN: IEC 60050-151:2001, 151-12-30, có sửa đổi – Thay đoạn nội dung của chú thích]

3.1.6**Thanh cái chính (main busbar)**

Thanh cái mà một hoặc nhiều thanh cái phân phối và/hoặc các khối đầu vào hoặc đi ra được nối vào.

CHÚ THÍCH 1: Các vật dẫn được nối giữa khối chức năng và thanh cái chính không được coi là một phần của thanh cái chính.

3.1.7**Thanh cái phân phối (distribution busbar)**

Thanh cái trong phạm vi một ngăn được nối với thanh cái chính và từ đó cấp nguồn cho các khối đầu ra.

CHÚ THÍCH 1: Các vật dẫn được nối giữa khối chức năng và thanh cái phân phối không được coi là một phần của thanh cái chính.

3.1.8**Khối chức năng (functional unit)**

Phần của cụm lắp ráp gồm tất cả các thành phần điện và cơ kể cả thiết bị đóng cắt mà góp phần vào việc thực hiện đầy đủ chức năng.

CHÚ THÍCH 1: Các vật dẫn nối khối chức năng và thanh cái chính hoặc thanh cái phân phối và với các đầu nối dùng cho các dây dẫn bên ngoài là một phần của khối chức năng. Các ruột dẫn khác được nối với khối chức năng nhưng nằm bên ngoài ngăn chứa hoặc không gian được bảo vệ kín (ví dụ cáp phụ được nối trong ngăn chung) không được coi là một phần của khối chức năng.

3.1.9**Khối đầu vào (incoming unit)**

Khối chức năng mà thông qua đó điện năng đi vào cụm lắp ráp.

3.1.10**Khối đầu ra (outcoming unit)**

Khối chức năng mà thông qua đó điện năng thường được cấp cho một hoặc nhiều mạch đầu ra.

3.1.11**Thiết bị bảo vệ ngắn mạch (short-circuit protective device)****SCPD**

Thiết bị được thiết kế để bảo vệ mạch điện hoặc phần mạch điện chống lại các dòng điện ngắn mạch bằng cách ngắt chúng.

[NGUỒN: IEC 60947-1:2020, 3.4.21]

3.1.12**Thiết bị giới hạn dòng (current-limiting device)**

SCPD mà, trong dải dòng điện quy định, ngăn không cho dòng điện đi qua đạt đến giá trị đỉnh kỳ vọng và giới hạn năng lượng đi qua (I^2t).

CHÚ THÍCH 1: Dòng điện đi qua cũng được gọi là dòng điện ngưỡng cắt (xem thêm IEC 60050-441:2000, 441-17-12).

CHÚ THÍCH 2: Ví dụ về thiết bị giới hạn dòng là các aptômat giới hạn dòng theo IEC 60947-2 và các cầu chảy theo IEC 60269-2.

3.1.13

Thiết bị không giới hạn dòng (non-current-limiting device)

SCPD mà, trong dải dòng điện quy định, cho phép dòng điện đi qua đạt đến giá trị đỉnh kỳ vọng và có thể có dòng điện chịu ngắn hạn danh định (I_{cn}) cho phép nó chịu được năng lượng đi qua trong thời gian có dòng điện ngắn hạn.

3.1.14

Dây pha (line conductor)

Dây dẫn được cấp điện trong hoạt động bình thường và có khả năng góp phần vào truyền tải và phân phối điện năng nhưng không phải dây trung tính.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-02-08]

3.1.15

Tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan (relevant assembly standard)

Tiêu chuẩn thuộc bộ tiêu chuẩn TCVN 13724 (IEC 61439), từ Phần 2 trở đi, đề cập đến các kiểu cụm lắp ráp chung.

VÍ DỤ: Cụm lắp ráp và điều khiển nguồn điện lực (cụm lắp ráp PSC).

3.2 Kết cấu của cụm lắp ráp

3.2.1

Bộ phận cố định (fixed part)

Bộ phận gồm các linh kiện được lắp ghép và đi dây trên một giá đỡ chung và được thiết kế cho hệ thống lắp đặt điện cố định.

3.2.2

Bộ phận tháo rời được (removable part)

Bộ phận gồm các linh kiện được lắp ghép và đi dây trên một giá đỡ chung và được thiết kế để tháo rời hoàn toàn khỏi cụm lắp ráp và đặt lại trong khi mạch điện chính nối đến nó vẫn được nối và có thể vẫn mang điện.

3.2.3

Vị trí được nối (connected position)

Vị trí của bộ phận tháo rời được khi được nối đầy đủ cho chức năng dự kiến của chúng.

3.2.4

Vị trí tháo ra (removed position)

Vị trí của bộ phận tháo rời được khi nằm bên ngoài cụm lắp ráp, và được phân cách cơ và điện với cụm lắp ráp.

3.2.5

Khoá liên động (insertion interlock)

Thiết bị ngăn ngừa việc lắp bộ phận tháo rời được vào vị trí không được thiết kế cho chúng.

3.2.6

Đầu nối cố định (fixed connection)

Đầu nối có thể được nối có hoặc không có dụng cụ và chỉ được ngắt khi có dụng cụ.

3.2.7

Ngăn (section)

Khối kết cấu của cụm lắp ráp nằm giữa hai đường thẳng đứng liên tiếp.

3.2.8

Ngăn phụ (sub-section)

Khối kết cấu của cụm lắp ráp nằm giữa hai đường thẳng đứng hoặc nằm ngang liên tiếp trong một ngăn.

3.2.9

Ngăn chứa (compartment)

Ngăn hoặc ngăn phụ được bao kín ngoại trừ các lỗ hở cần thiết cho đầu nối, điều khiển hoặc thông gió.

3.2.10

Khối vận chuyển (transport unit)

Phần của cụm lắp ráp hoặc cụm lắp ráp hoàn toàn thích hợp để vận chuyển mà không cần tháo dỡ.

3.2.11

Tấm che (shutter)

Phần của cụm lắp ráp có thể di chuyển giữa:

- vị trí mà tại đó cho phép nối các tiếp điểm của bộ phận tháo rời được và các tiếp điểm của bộ phận cố định, và
- vị trí mà tại đó nó trở thành một phần của nắp hoặc vách ngăn che chắn các tiếp điểm cố định.

[NGUỒN: IEC 60050-441:2000, 441-13-07, có sửa đổi – Nội dung được biên tập dưới dạng hai gạch đầu dòng.]

3.3 Thiết kế bên ngoài của cụm lắp ráp

3.3.1

Cụm lắp ráp kiểu hở (open-type assembly)

Cụm lắp ráp có kết cấu kiểu giá đỡ để đỡ thiết bị điện, các bộ phận mang điện của thiết bị điện tiếp cận được.

3.3.2

Cụm lắp ráp kín phía trước (front dead assembly)

Cụm lắp ráp kiểu hở có nắp che phía trước, có thể tiếp cận các bộ phận mang điện từ các hướng trừ phía trước.

3.3.3

Cụm lắp ráp kiểu kín (enclosed assembly)

Cụm lắp ráp được che chắn trên tất cả các mặt, với ngoại lệ có thể có là bề mặt lắp đặt của nó, theo cách để cung cấp cấp bảo vệ xác định.

3.3.4

Cụm lắp ráp kiểu tủ (cubicle-type assembly)

Cụm lắp ráp kiểu kín đứng trên sàn có thể có một vài ngăn, ngăn phụ hoặc ngăn chứa.

3.3.5

Cụm lắp ráp kiểu nhiều tủ (multi-cubicle-type assembly)

Kết hợp nhiều cụm lắp ráp kiểu tủ được ghép cơ với nhau.

3.3.6

Cụm lắp ráp kiểu bàn (desk-type assembly)

Cụm lắp ráp kiểu kín có bảng điều khiển đặt nằm ngang hoặc nghiêng, hoặc kết hợp cả hai, có lắp thiết bị điều khiển, đo và báo hiệu, v.v.

3.3.7

Cụm lắp ráp kiểu hộp (box-type assembly)

Cụm lắp ráp kiểu kín được thiết kế để lắp trên mặt phẳng thẳng đứng.

3.3.8

Cụm lắp ráp kiểu nhiều hộp (multi-box-type assembly)

Kết hợp nhiều cụm lắp ráp kiểu hộp được ghép cơ với nhau, có hoặc không có khung đỡ chung, các mối nối điện đi qua giữa hai hộp liên kế thông qua lỗ hở trên các bề mặt gắn giữa các hộp.

3.3.9

Cụm lắp ráp kiểu lắp trên bề mặt của vách (wall-mounted surface type assembly)

Cụm lắp ráp để lắp trên bề mặt của vách.

3.3.10

Cụm lắp ráp kiểu lắp trong hốc của vách (wall-mounted recessed type assembly)

Cụm lắp ráp để lắp trong hốc của vách trong đó vỏ bọc không đỡ phần vách phía trên.

3.3.11

Cụm lắp ráp kiểu đứng sàn (floor-standing assembly)

Cụm lắp ráp để lắp trên sàn.

3.4 Các bộ phận kết cấu của cụm lắp ráp

3.4.1

Kết cấu đỡ (supporting structure)

Kết cấu tạo thành một phần của cụm lắp ráp được thiết kế để đỡ các linh kiện khác nhau của cụm lắp ráp và đỡ vỏ bọc bất kỳ.

3.4.2

Kết cấu lắp (mounting structure)

Kết cấu không tạo thành một phần của cụm lắp ráp mà được thiết kế để đỡ cụm lắp ráp.

3.4.3

Tấm lắp (mounting plate)

Tấm được thiết kế để lắp các linh kiện và thích hợp để lắp trong cụm lắp ráp.

3.4.4

Khung lắp (mounting frame)

Khung được thiết kế để đỡ các linh kiện và thích hợp để lắp trong cụm lắp ráp.

3.4.5

Vỏ bọc (enclosure)

Vỏ liên quan đến kiểu và cấp bảo vệ thích hợp cho ứng dụng dự kiến.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-02-35]

3.4.6

Nắp (cover)

Phần bên ngoài của vỏ cụm lắp ráp.

3.4.7

Cửa (door)

Nắp trượt hoặc có bản lề.

3.4.8

Nắp tháo ra được (removable cover)

Nắp được thiết kế để đóng khoảng hở trong vỏ bọc bên ngoài và có thể tháo ra để thực hiện một số thao tác nhất định và công việc bảo trì.

3.4.9

Tấm che (cover plate)

Phần của cụm lắp ráp được sử dụng để đóng khoảng hở trong vỏ bọc bên ngoài và được thiết kế để được giữ đúng vị trí bởi vít hoặc chi tiết tương tự.

3.4.10

Vách ngăn (partition)

Phần của cụm lắp ráp ngăn một ngăn chứa khỏi các ngăn còn lại.

3.4.11

Tấm chắn (barrier)

Phần cung cấp bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp từ hướng tiếp cận thông thường bất kỳ.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-06-15, có sửa đổi – xóa cụm từ “bảo vệ (về điện)”]

3.4.12

Chướng ngại vật (obstacle)

Phần ngăn ngừa tiếp xúc trực tiếp không chủ ý nhưng không ngăn ngừa tiếp xúc trực tiếp bởi hành động có cân nhắc.

CHÚ THÍCH 1: Chướng ngại vật được thiết kế để ngăn ngừa tiếp xúc không chủ ý với phần mang điện nhưng không ngăn ngừa tiếp xúc có chủ ý bằng cách lách qua chướng ngại vật một cách có chủ ý. Chúng được dự kiến bảo vệ những người có kỹ năng, có năng lực, được ủy quyền hoặc những người được huấn luyện mà không nhằm bảo vệ những người bình thường.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-06-16, có sửa đổi – xóa cụm từ “bảo vệ (về điện)” và bổ sung chú thích 1]

3.4.13

Tấm che đầu nối (terminal shield)

Phần bao bọc các đầu nối cung cấp cấp bảo vệ xác định chống tiếp xúc với các phần mang điện bởi người hoặc vật thể.

3.4.14

Lối vào của cáp (cable entry)

Phần có các lỗ hờ cho phép các cáp đi vào cụm lắp ráp.

3.4.15

Không gian được bảo vệ (protected space)

Phần của cụm lắp ráp được thiết kế để bao bọc các linh kiện điện và cung cấp bảo vệ xác định chống các ảnh hưởng bên ngoài và tiếp xúc với các phần mang điện.

3.5 Điều kiện lắp đặt của cụm lắp ráp

3.5.1

Cụm lắp ráp dùng cho hệ thống lắp đặt trong nhà (assembly for indoor installation)

Cụm lắp ráp được thiết kế để sử dụng ở các vị trí nơi áp dụng các điều kiện vận hành bình thường cho sử dụng trong nhà như quy định trong 7.1.

3.5.2**Cụm lắp ráp dùng cho hệ thống lắp đặt ngoài trời (assembly for outdoor installation)**

Cụm lắp ráp được thiết kế để sử dụng ở các vị trí nơi áp dụng các điều kiện vận hành bình thường cho sử dụng ngoài trời như quy định trong 7.1.

3.5.3**Cụm lắp ráp tĩnh tại (stationary assembly)**

Cụm lắp ráp được thiết kế để lắp cố định tại vị trí lắp đặt, ví dụ cố định vào sàn hoặc vào vách, và được sử dụng tại vị trí đó.

3.5.4**Cụm lắp ráp di chuyển được (movable assembly)**

Cụm lắp ráp được thiết kế sao cho dễ dàng di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác.

3.6 Đặc tính cách điện**3.6.1****Khe hở không khí (clearance)**

Khoảng cách ngắn nhất trong không khí giữa hai phần dẫn điện.

CHÚ THÍCH 1: Khoảng cách này có thể được đo dọc theo sợi dây được căng theo đường ngắn nhất giữa hai phần dẫn này.

[NGUỒN: IEC 60050-581:2008, 581-27-76, có sửa đổi – bổ sung chú thích 1]

3.6.2**Chiều dài đường rò (creepage distance)**

Khoảng cách ngắn nhất dọc theo bề mặt của vật liệu cách điện rắn giữa hai phần dẫn.

CHÚ THÍCH 1: Khớp nối giữa hai phần bằng vật liệu cách điện rắn được coi là một phần của bề mặt.

[NGUỒN: IEC 60050-151:2001, 151-15-50, có sửa đổi – bổ sung chú thích 1]

3.6.3**Quá điện áp (overvoltage)**

Điện áp có giá trị đỉnh vượt quá giá trị đỉnh tương ứng của điện áp ổn định lớn nhất ở các điều kiện làm việc bình thường.

[NGUỒN: IEC 60664-1:2007, 3.7]

3.6.4**Quá điện áp tạm thời (temporary overvoltage)**

Quá điện áp ở tần số nguồn trong thời gian vài giây.

3.6.5

Quá điện áp quá độ (transient overvoltage)

Quá điện áp thời gian ngắn vài mili giây hoặc ngắn hơn, dao động hoặc không, thường có độ suy giảm lớn.

[NGUỒN: IEC 60050-614:2016, 614-03-14, có sửa đổi – Trong định nghĩa, cụm từ “quá điện áp thời gian ngắn” được thay bằng “quá điện áp có khoảng thời gian”. Xóa chú thích 1 và chú thích 2.]

3.6.6

Điện áp chịu tần số nguồn (power-frequency withstand voltage)

Giá trị hiệu dụng của điện áp hình sin tần số nguồn không gây ra phóng điện đánh thủng trong các điều kiện thử nghiệm quy định.

3.6.7

Điện áp chịu xung (impulse withstand voltage)

Giá trị đỉnh cao nhất của điện áp chịu xung có dạng và cực tính quy định mà không gây phóng điện đánh thủng cách điện trong các điều kiện quy định.

[NGUỒN: IEC 60050-442:2014, 442-09-18]

3.6.8

Nhiễm bẩn (pollution)

Sự thâm nhập của vật rắn, lỏng, khí bên ngoài có thể làm giảm độ bền điện hoặc điện trở bề mặt của cách điện.

[NGUỒN: IEC 60050-442:1998, 442-01-28, có sửa đổi – Trong định nghĩa, “có thể làm giảm vĩnh viễn độ bền điện môi” được thay bằng “có thể làm giảm độ bền điện” và bỏ chú thích 1.]

3.6.9

Cấp nhiễm bẩn (pollution degree)

<của các điều kiện môi trường> số quy ước dựa trên lượng bụi dẫn hoặc bụi ẩm, khí ion hóa hoặc muối, và trên độ ẩm tương đối và tần suất xuất hiện của nó gây ra việc hấp thụ ẩm hoặc ngưng tụ ẩm dẫn đến giảm độ bền điện môi và/hoặc điện trở bề mặt.

[NGUỒN: IEC 60050-442:1998, 442-01-28, có sửa đổi – Trong định nghĩa, “có thể làm giảm vĩnh viễn độ bền điện môi” được thay bằng “có thể làm giảm độ bền điện” và bỏ chú thích 1.]

CHÚ THÍCH 1: Cấp nhiễm bẩn mà vật liệu cách điện của thiết bị và linh kiện phải chịu có thể khác với cấp nhiễm bẩn của môi trường rộng xung quanh nơi lắp đặt cụm lắp ráp do việc bảo vệ bằng phương pháp như gia nhiệt vô bọc hoặc bên trong làm ngăn ngừa việc hấp thụ hoặc ngưng tụ ẩm.

CHÚ THÍCH 2: Với mục đích của tiêu chuẩn này, cấp nhiễm bẩn là của môi trường hẹp bên trong cụm lắp ráp, trừ khi có quy định khác.

[NGUỒN: IEC 60947-1:2020, 3.7.57, có sửa đổi – Các chú thích được điều chỉnh theo các điều kiện đi kèm cụm lắp ráp.]

3.6.10

Môi trường

3.6.10.1

Môi trường hẹp (micro-environment)

Môi trường sát với cách điện có ảnh hưởng đặc biệt đến kích thước của chiều dài đường rò.

CHÚ THÍCH 1: Ảnh hưởng của môi trường hẹp lên chiều dài đường rò và khe hở không khí quyết định việc chọn cách điện trong cụm lắp ráp. Môi trường hẹp có thể tốt hơn hoặc xấu hơn môi trường rộng.

[NGUỒN: IEC 60947-1:2020, 3.7.57, có sửa đổi – Các chú thích được điều chỉnh theo các điều kiện đi kèm cụm lắp ráp.]

3.6.10.2

Môi trường rộng (macro-environment)

Môi trường của phòng hoặc vị trí lắp đặt hoặc vị trí sử dụng cụm lắp ráp.

[NGUỒN: IEC 60050-442:2014, có sửa đổi – Trong định nghĩa, thuật ngữ “thiết bị” được thay bằng “cụm lắp ráp”]

3.6.11

Cấp quá điện áp (overvoltage category)

<của mạch điện hoặc bên trong hệ thống điện> Số quy ước dựa trên việc hạn chế (khống chế) các giá trị quá điện áp quá độ kỳ vọng xuất hiện trong mạch điện (hoặc trong phạm vi hệ thống điện có các điện áp danh nghĩa khác nhau) và tùy thuộc vào các phương tiện được sử dụng có ảnh hưởng đến các quá điện áp.

CHÚ THÍCH 1: Trong hệ thống điện, việc chuyển đổi từ một cấp quá điện áp sang cấp quá điện áp khác thấp hơn đạt được thông qua các phương tiện thích hợp phù hợp với các yêu cầu về giao diện, ví dụ thiết bị bảo vệ quá điện áp hoặc bố trí trở kháng nối tiếp-song song có khả năng tiêu tán, hấp thụ hoặc chuyển hướng năng lượng trong dòng điện đột biến kèm theo, làm giảm giá trị quá điện áp quá độ xuống giá trị của cấp quá điện áp thấp hơn mong muốn.

[NGUỒN: IEC 60947-1:2020, 3.7.59]

3.6.12

Thiết bị bảo vệ chống sét lan truyền (surge protective device)

SPD

Thiết bị được thiết kế để bảo vệ trang bị điện khỏi các quá điện áp quá độ cao và giới hạn khoảng thời gian và thường là biên độ của dòng điện tiếp theo.

[NGUỒN: IEC 60947-1:2020, 3.4.22, có sửa đổi – Thuật ngữ “bộ thu đột biến” được thay bằng “thiết bị bảo vệ chống sét lan truyền” và “SPD”]

3.6.13

Phối hợp cách điện (insulation coordination)

Mối tương quan lẫn nhau của các đặc tính cách điện của thiết bị điện có tính đến môi trường hợp dự kiến và các ứng suất ảnh hưởng khác.

[NGUỒN: IEC 60050-442:2014]

3.6.14

Trường không đồng nhất (inhomogeneous field)

Trường điện có gradient điện áp giữa các điện cực về cơ bản không phải là hằng số.

[NGUỒN: IEC 60947-1:2020, 3.7.62]

3.6.15

Phóng điện tạo vết (tracking)

Sự hình thành dần các đường dẫn được tạo ra trên bề mặt của vật liệu cách điện rắn, do tác động kết hợp của ứng suất điện và nhiễm bẩn điện phân trên bề mặt này.

[NGUỒN: IEC 60947-1:2020, 3.7.63]

3.6.16

Chỉ số phóng điện tương đối (comparative tracking index)

CRI

Trị số của điện áp lớn nhất tính bằng vôn mà vật liệu có thể chịu được mà không gây ra phóng điện tạo vết và không có ngọn lửa duy trì xảy ra trong các điều kiện thử nghiệm quy định.

CHÚ THÍCH 1: Giá trị của mỗi điện áp thử nghiệm và CTI cần chia hết cho 25.

[NGUỒN: IEC 60947-1:2020, 3.7.64, có sửa đổi – Xoá chú thích 1]

3.6.17

Phóng điện đánh thủng (disruptive discharge)

Hiện tượng liên quan đến hỏng cách điện khi có ứng suất điện khi đó phóng điện bắc cầu hoàn toàn cách điện cần thử nghiệm, làm giảm điện áp giữa các điện cực về không hoặc gần bằng không.

CHÚ THÍCH 1: Phóng điện đánh thủng trong điện môi rắn tạo ra việc mất vĩnh viễn độ bền điện môi; trong điện môi là chất lỏng hoặc khí, việc mất này chỉ là tạm thời.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ phóng điện tia lửa thường được sử dụng khi phóng điện đánh thủng xảy ra trong điện môi lỏng hoặc khí.

CHÚ THÍCH 3: Thuật ngữ phóng điện bề mặt thường được sử dụng khi phóng điện đánh thủng xảy ra trên bề mặt của điện môi trong môi chất lỏng hoặc khí.

CHÚ THÍCH 4: Thuật ngữ phóng điện đâm xuyên thường được sử dụng khi phóng điện đánh thủng xảy ra xuyên qua điện môi rắn.

3.7 Bảo vệ chống điện giật

3.7.1

Phần mang điện (live part)

Phần dẫn điện được thiết kế để mang điện trong điều kiện bình thường, bao gồm cả dây trung tính hoặc dây dẫn có đầu ra ở giữa, nhưng theo quy ước không phải là dây PEN hoặc dây PEM hoặc dây PEL.

CHÚ THÍCH 1: Thuật ngữ này không nhất thiết ngụ ý có rủi ro điện giật. Khi dây trung tính được nối đất hiệu quả, nó không phải là phần mang điện nguy hiểm và do đó không được đóng cắt trong các hệ thống TN-S hoặc TN-C-S trừ khi có yêu cầu cụ thể trong các tiêu chuẩn khác.

[NGUỒN: IEC 61140:2016, 3.4, có sửa đổi – thay chú thích 1]

3.7.2

Phần mang điện nguy hiểm (hazardous live part)

Phần mang điện mà trong các điều kiện nhất định có thể gây điện giật nguy hại.

CHÚ THÍCH 1: Thuật ngữ này không nhất thiết ngụ ý có rủi ro điện giật. Khi dây trung tính được nối đất hiệu quả, nó không phải là phần mang điện nguy hiểm và do đó không được đóng cắt trong các hệ thống TN-S hoặc TN-C-S trừ khi có yêu cầu cụ thể trong các tiêu chuẩn khác.

[NGUỒN: IEC 61140:2016, 3.5, có sửa đổi – xoá chú thích 1]

3.7.3

Phần dẫn dễ hở (exposed-conductive-part)

Phần dẫn của cụm lắp ráp có thể chạm tới hoặc thường không mang điện nhưng có thể trở nên mang điện khi hỏng cách điện chính.

CHÚ THÍCH 1: Phần dẫn của cụm lắp ráp mà chỉ có thể trở nên mang điện thông qua tiếp xúc với phần dẫn dễ hở khi trở nên mang điện thì bản thân nó không được coi là phần dẫn dễ hở.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-06-10, có sửa đổi – Trong định nghĩa “thiết bị” được thay bằng “cụm lắp ráp”. Thêm chú thích 1]

3.7.4

Dây bảo vệ (protective conductor)

PE

Dây dẫn được cung cấp cho mục đích an toàn ví dụ để bảo vệ chống điện giật.

CHÚ THÍCH 1: Ví dụ, dây bảo vệ có thể được nối điện với các phần sau:

- phần dẫn dễ hở;
- phần dẫn bên ngoài;
- đầu nối đất chính;
- cực nối đất;

TCVN 13724-1:2023

- điểm nối đất của nguồn hoặc trung tính giả.

CHÚ THÍCH 2: Dây bảo vệ đôi khi được gọi là dây nối đất bảo vệ.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-13-22, có sửa đổi – Thay chú thích 1 và thêm chú thích 2]

3.7.5

Dây trung tính (neutral conductor)

N

Dây dẫn được nối điện với điểm trung tính và có khả năng góp phần vào việc phân phối điện năng.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-02-06, có sửa đổi – Thêm từ viết tắt N]

3.7.6

Dây PEN (PEN conductor)

Dây dẫn kết hợp các chức năng của cả dây nối đất bảo vệ và dây trung tính.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-02-12]

3.7.7

Dòng điện sự cố (fault current)

Dòng điện gây ra do hỏng cách điện, bắc cầu cách điện hoặc đấu nối không đúng trong mạch điện.

3.7.8

Bảo vệ cơ bản (basic protection)

Bảo vệ chống điện giật trong các điều kiện không có sự cố.

CHÚ THÍCH 1: Bảo vệ cơ bản được thiết kế để ngăn tiếp xúc với các phần mang điện và thường ứng với bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-06-01, có sửa đổi – Thêm chú thích 1]

3.7.9

Cách điện chính (basic insulation)

Cách điện của các phần mang điện nguy hiểm cung cấp bảo vệ cơ bản.

CHÚ THÍCH 1: Khái niệm này không áp dụng cho cách điện được sử dụng riêng cho mục đích chức năng.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-12-14].

3.7.10

Bảo vệ sự cố (fault protection)

Bảo vệ chống điện giật trong điều kiện sự cố đơn.

CHÚ THÍCH 1: Hỏng cách điện chính (3.7.9) là một ví dụ về điều kiện sự cố đơn.

CHÚ THÍCH 2: Bảo vệ sự cố nhìn chung ứng với bảo vệ tiếp xúc gián tiếp, chủ yếu liên quan đến hỏng cách điện chính.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-06-02, có sửa đổi – Thêm các chú thích].

3.7.11**Hệ thống PELV (PELV system)**

Hệ thống điện trong đó điện áp không thể vượt quá các giá trị cho trong IEC 60364-4-41:2005, Điều 414:

- trong điều kiện bình thường, và
- trong điều kiện sự cố đơn, ngoại trừ sự cố nối đất trong các mạch điện khác.

CHÚ THÍCH 1: PELV viết tắt của cụm từ điện áp cực thấp bảo vệ.

CHÚ THÍCH 2: Các mạch điện PELV và/hoặc các phần dẫn để hở của thiết bị cấp điện bởi mạch điện PELV có thể được nối đất.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-12-32, có sửa đổi – Bổ sung thêm tiêu chuẩn viện dẫn IEC 60364-4-41:2005. Thêm các chú thích 2].

3.7.12**Hệ thống SELV (SELV system)**

Hệ thống điện trong đó điện áp không thể vượt quá các giá trị cho trong IEC 60364-4-41:2005, Điều 414:

- trong điều kiện bình thường, và
- trong điều kiện sự cố đơn, kể cả sự cố nối đất trong các mạch điện khác.

CHÚ THÍCH 1: SELV viết tắt của cụm từ điện áp cực thấp an toàn.

CHÚ THÍCH 2: Mạch điện SELV có cách điện chính giữa phần mang điện và đất.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-12-31, có sửa đổi – Bổ sung thêm tiêu chuẩn viện dẫn IEC 60364-4-41:2005. Thêm các chú thích 2].

3.7.13**Người có kỹ năng (về điện) ((electrically) skilled person)**

Người có đào tạo và kinh nghiệm liên quan để cho phép họ nhận thức được các rủi ro và tránh các nguy hiểm mà điện có thể tạo ra.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-18-01].

3.7.14**Người có năng lực (competent person)**

Người có thể đánh giá được công việc được ấn định và nhận biết được các nguy hiểm tiềm ẩn trên cơ sở được đào tạo chuyên sâu, có kinh nghiệm và hiểu biết về thiết bị liên quan.

CHÚ THÍCH 1: Một vài năm kinh nghiệm trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan có thể được tính đến trong đánh giá về đào tạo chuyên sâu.

[NGUỒN: IEC 60050-851:2008, 851-11-10].

3.7.15**Người được huấn luyện (instructed person)**

TCVN 13724-1:2023

Người được tư vấn hoặc giám sát đầy đủ bởi những người có kỹ năng để cho phép họ nhận thức được các rủi ro và tránh các nguy hiểm mà điện có thể tạo ra.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-18-02, có sửa đổi – bỏ từ “về điện” trong thuật ngữ].

3.7.16

Người bình thường (ordinary person)

Không phải là người có kỹ năng hoặc người được huấn luyện.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-18-03].

3.7.17

Người được ủy quyền (authorized person)

Người có kỹ năng hoặc người được huấn luyện và được trao quyền để thực hiện công việc xác định.

3.7.18

Dây điểm giữa (mid-point conductor)

M

Dây dẫn được nối điện với điểm giữa và có khả năng truyền tải điện năng.

CHÚ THÍCH 1: Thuật ngữ dây điểm giữa thường kết hợp với các ứng dụng điện một chiều.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-02-07, có sửa đổi – Trong định nghĩa thay cụm từ “góp phần vào phân phối” bằng “truyền tải” và thêm chú thích 1].

3.7.19

Dây PEM (PEM conductor)

Dây dẫn kết hợp các chức năng của cả dây nối đất bảo vệ và dây điểm giữa.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-02-13].

3.7.20

Dây PEL (PEL conductor)

Dây dẫn kết hợp các chức năng của cả dây nối đất bảo vệ và dây pha.

[NGUỒN: IEC 60050-195:1998, 195-02-14].

3.7.21

Cách điện phụ (supplementary insulation)

Cách điện độc lập đặt bổ sung vào cách điện chính để bảo vệ sự cố.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-12-15].

3.7.22

Cách điện kép (double insulation)

Cách điện bao gồm cả cách điện chính và cách điện phụ.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-12-16].

3.7.23**Cách điện tăng cường (reinforced insulation)**

Cách điện của phần mang điện nguy hiểm cung cấp cấp bảo vệ chống điện giật tương đương với cách điện kép.

CHÚ THÍCH 1: Cách điện tăng cường có thể bao gồm một vài lớp mà có thể được thử nghiệm riêng rẽ như cách điện chính hoặc cách điện phụ.

CHÚ THÍCH 2: Cách điện tăng cường phù hợp với IEC 60664-1:2007.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-12-17, có sửa đổi – Thêm chú thích 2].

3.7.24**Cụm lắp ráp cấp I (class I assembly)**

Cụm lắp ráp có ít nhất một trang bị cho bảo vệ cơ bản và đấu nối với dây bảo vệ như một trang bị cho bảo vệ sự cố.

CHÚ THÍCH 1: Xem IEC 61140:2016, 7.3 để biết thêm chi tiết.

CHÚ THÍCH 2: Cụm lắp ráp cấp I có thể có vỏ bọc cách điện cho bảo vệ cơ bản và dây bảo vệ để thuận lợi cho bảo vệ sự cố các mạch điện bên ngoài được cấp điện thông qua cụm lắp ráp cấp I.

3.7.25**Cụm lắp ráp cấp II (class II assembly)**

Cụm lắp ráp được cung cấp:

- cách điện chính như một trang bị cho bảo vệ cơ bản, và
 - cách điện phụ như một trang bị cho bảo vệ sự cố,
- hoặc trong đó
- bảo vệ cơ bản và bảo vệ sự cố được cung cấp bởi cách điện tăng cường.

CHÚ THÍCH 1: Xem IEC 61140:2016, 7.4.

3.8 Các đặc tính**3.8.1****Giá trị danh nghĩa (nominal value)**

Giá trị của đại lượng được sử dụng để gọi tên và nhận biết linh kiện, cơ cấu, thiết bị hoặc hệ thống.

CHÚ THÍCH 1: Giá trị danh nghĩa thường là giá trị được làm tròn.

[NGUỒN: IEC 60050-151:2001, 151-16-09].

3.8.2**Giá trị giới hạn (limiting value)**

Trong quy định kỹ thuật của linh kiện, cơ cấu, thiết bị hoặc hệ thống, giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất cho phép của đại lượng.

[NGUỒN: IEC 60050-151:2001, 151-16-10].

3.8.3

Giá trị danh định (rated value)

Giá trị của đại lượng được sử dụng cho mục đích quy định kỹ thuật, được thiết lập cho một tập quy định các điều kiện làm việc của linh kiện, cơ cấu, thiết bị hoặc hệ thống.

[NGUỒN: IEC 60050-151:2001, 151-16-08].

3.8.4

Thông số đặc trưng (rating)

Tập các giá trị danh định và các điều kiện làm việc.

[NGUỒN: IEC 60050-151:2001, 151-16-11].

3.8.5

Điện áp danh nghĩa (nominal voltage)

Giá trị xấp xỉ của điện áp được sử dụng để gọi tên hoặc nhận biết hệ thống điện.

[NGUỒN: IEC 60050-601:1985, 601-01-21, có sửa đổi – Bỏ "(của hệ thống)" trong thuật ngữ và thêm "điện" trong định nghĩa].

3.8.6

Dòng điện ngắn mạch (short-circuit current)

I_c

Quá dòng gây ra bởi ngắn mạch do sự cố hoặc đầu nối không đúng trong mạch điện.

[NGUỒN: IEC 60050-441:2000, 441-11-07].

3.8.7

Dòng điện ngắn mạch kỳ vọng (prospective short-circuit current)

I_{cp}

Dòng điện có thể có khi các dây dẫn cấp nguồn cho mạch điện bị ngắn mạch bởi một vật dẫn có trở kháng không đáng kể đặt gần nhất có thể với các đầu nối nguồn của cụm lắp ráp.

CHÚ THÍCH 1: Đối với các ứng dụng điện xoay chiều và một chiều, dòng điện là giá trị hiệu dụng và giá trị trung bình trong các điều kiện duy trì, một cách tương ứng.

3.8.8

Dòng điện ngưỡng cắt (cut-off current)

Dòng điện cho đi qua (let-through current)

I_{lt}

Giá trị dòng điện tức thời lớn nhất đạt được trong thao tác cắt của thiết bị đóng cắt hoặc cầu chảy.

CHÚ THÍCH 1: Khái niệm này là rất quan trọng khi thiết bị đóng cắt hoặc cầu chảy tác động theo cách sao cho không đạt được dòng điện đỉnh kỳ vọng của mạch điện.

[NGUỒN: IEC 60050-441:2000, 441-17-12].

3.8.9

Thông số đặc trưng điện áp (voltage ratings)

3.8.9.1

Điện áp danh định (rated voltage)

U_n

Điện áp danh nghĩa cao nhất của hệ thống điện, được nhà chế tạo cụm lắp ráp công bố, mà (các) mạch điện chính của cụm lắp ráp được thiết kế để nổi đến.

CHÚ THÍCH 1: Trong các mạch điện nhiều pha, đây là điện áp giữa các pha.

CHÚ THÍCH 2: Bỏ qua các quá độ.

CHÚ THÍCH 3: Giá trị điện áp nguồn có thể vượt quá điện áp danh định do các dung sai cho phép của hệ thống.

CHÚ THÍCH 4: Điện áp là giá trị hiệu dụng và giá trị trung bình đối với các ứng dụng điện xoay chiều và một chiều tương ứng.

3.8.9.2

Điện áp làm việc danh định (rated operational voltage)

U_e

Giá trị điện áp, xoay chiều (hiệu dụng) hoặc một chiều (giá trị trung bình), do nhà chế tạo cụm lắp ráp công bố cho cụm lắp ráp hoặc mạch điện của cụm lắp ráp mà kết hợp với dòng điện danh định, xác định ứng dụng của chúng.

CHÚ THÍCH 1: Trong các mạch điện nhiều pha, đây là điện áp giữa các pha.

3.8.9.3

Điện áp cách điện danh định (rated insulation voltage)

U_i

Giá trị điện áp chịu thử hiệu dụng, được nhà chế tạo cụm lắp ráp (3.10.2) ấn định cho cụm lắp ráp hoặc cho mạch điện của cụm lắp ráp, đặc trưng cho khả năng chịu thử (dài hạn) quy định của cách điện.

CHÚ THÍCH 1: Trong các mạch điện nhiều pha, đây là điện áp giữa các pha.

CHÚ THÍCH 2: Điện áp cách điện danh định không nhất thiết bằng điện áp làm việc danh định của thiết bị, mà về cơ bản liên quan đến tính năng hoạt động.

[NGUỒN: IEC 60664-1 2007, 3.9.1, có sửa đổi – Bổ sung ký hiệu U_i . Trong định nghĩa, “nhà chế tạo” được thay bằng “nhà chế tạo cụm lắp ráp (3.10.2)” và “thiết bị hoặc một phần của thiết bị” được thay bằng “cụm lắp ráp hoặc mạch điện của cụm lắp ráp”. Bổ sung chú thích 1.].

3.8.9.4

Điện áp chịu xung danh định (rated impulse withstand voltage)

U_{imp}

Giá trị điện áp chịu xung, được nhà chế tạo cụm lắp ráp ấn định cho cụm lắp ráp hoặc cho mạch điện của cụm lắp ráp, đặc trưng cho khả năng chịu các quá điện áp quá độ quy định của cách điện.

[NGUỒN: IEC 60664-1 2007, 3.9.2, có sửa đổi – Bổ sung từ “chịu” trong thuật ngữ; bổ sung ký hiệu U_{imp} . Trong định nghĩa, “thiết bị hoặc một phần của thiết bị” được thay bằng “cụm lắp ráp hoặc mạch điện của cụm lắp ráp”.]

3.8.10

Thông số đặc trưng dòng điện (current ratings)

3.8.10.1

Dòng điện danh định (rated current)

Giá trị dòng điện liên tục, được nhà chế tạo cụm lắp ráp công bố, có thể mang mà không làm cho độ tăng nhiệt của các phần khác nhau của cụm lắp ráp vượt quá các giới hạn quy định trong các điều kiện quy định.

CHÚ THÍCH 1: Đối với dòng điện danh định của cụm lắp ráp (I_{NA}), xem 3.8.10.7 và 5.3.1; đối với dòng điện danh định của mạch điện chính (I_{nc}), xem 3.8.10.5 và 5.3.2; và đối với dòng điện danh định nhóm của mạch điện chính (I_{ng}), xem 3.8.10.6 và 5.3.3.

CHÚ THÍCH 2: Thông thường không nhất thiết phải tính đến các dòng điện khởi động của động cơ, máy biến áp, v.v. khi xác định dòng điện danh định của mạch điện.

3.8.10.2

Dòng điện chịu thử đỉnh danh định (rated peak withstand current)

I_{pk}

Giá trị dòng điện ngắn mạch đỉnh do nhà chế tạo cụm lắp ráp công bố mà có thể chịu trong các điều kiện quy định.

3.8.10.3

Dòng điện chịu ngắn hạn danh định (rated short-time withstand current)

I_{cw}

Giá trị hiệu dụng của dòng điện ngắn hạn xoay chiều hoặc giá trị trung bình của dòng điện ngắn hạn một chiều, do nhà chế tạo cụm lắp ráp công bố, mà có thể chịu trong các điều kiện quy định, được xác định theo dòng điện và thời gian.

CHÚ THÍCH 1: Dòng điện chịu ngắn hạn danh định không giống với thông số đặc trưng về sự cố hồ quang bên trong như cho trong IEC TR 61641.

3.8.10.4

Dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện (rated conditional short-circuit current)

I_{cc}

Giá trị dòng điện ngắn mạch kỳ vọng, do nhà chế tạo cụm lắp ráp công bố, mà có thể chịu trong tổng thời gian tác động (thời gian mở) của SCPD trong các điều kiện quy định.

3.8.10.5

Dòng điện danh định của mạch điện chính (rated current of a main circuit)

I_{nc}

Dòng điện danh định mà mạch điện chính có thể mang khi nó chỉ là mạch điện chính trong một ngăn của cụm lắp ráp đang mang dòng.

CHÚ THÍCH 1: Dòng điện danh định của mạch điện chính có thể thấp hơn các dòng điện danh định của thiết bị được lắp trong mạch điện chính, theo các tiêu chuẩn thiết bị liên quan.

CHÚ THÍCH 2: Do các hệ số phức tạp xác định các dòng điện danh định, có thể không đưa ra giá trị tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH 3: Cụm lắp ráp có thể chỉ bao gồm một ngăn duy nhất.

3.8.10.6

Dòng điện danh định nhóm của mạch điện chính (group rated current of a main circuit)

I_{ng}

Dòng điện danh định mà mạch điện chính có thể mang có xét đến các ảnh hưởng nhiệt lẫn nhau của các mạch điện khác mà đồng thời mang tải trong cùng một ngăn của cụm lắp ráp.

CHÚ THÍCH 1: I_{ng} có thể bằng I_{nc} trong một số thiết kế của cụm lắp ráp.

CHÚ THÍCH 2: Cụm lắp ráp có thể chỉ bao gồm một ngăn duy nhất.

3.8.10.7

Dòng điện danh định của cụm lắp ráp (rated current of an assembly)

I_{nA}

Dòng điện danh định có thể phân phối bởi cụm lắp ráp mà không gây ra tăng nhiệt của các phần bất kỳ vượt quá các giới hạn quy định.

3.8.10.8

Dòng điện thiết kế (của mạch điện) (design current (of an electric circuit))

I_B

Dòng điện được thiết kế để được mang bởi mạch điện trong làm việc bình thường.

CHÚ THÍCH 1: I_B thường được cung cấp bởi người sử dụng.

[NGUỒN: IEC 60050-826:2004, 826-11-10, có sửa đổi – Bổ sung chú thích 1]

3.8.11

Hệ số đa dạng danh định (rated diversity factor)

RDF

Giá trị được tính bằng cách chia dòng điện danh định nhóm của mạch điện chính đi ra I_{ng} cho dòng điện danh định I_{nc} của từng mạch điện chính đi ra đó khi I_{ng} và I_{nc} có được từ thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 1: Khi đó RDF thể hiện giá trị trên một đơn vị I_{nc} mà đến giá trị đó hai hoặc nhiều mạch điện đi ra trong cùng một ngăn của cụm lắp ráp có thể được mang tải liên tục và đồng thời có tính đến các ảnh hưởng nhiệt lẫn nhau.

CHÚ THÍCH 2: Đối với nhóm các mạch điện được mang tải liên tục và đồng thời, dòng điện danh định của mạch điện (I_{nc}) nhân với hệ số đa dạng danh định (RDF) thường không nhỏ hơn dòng điện thiết kế (I_B) của mạch điện thường được cung cấp bởi người sử dụng, tức là $I_{nc} \times RDF \geq I_B$.

3.8.12

Tần số danh định (rated frequency)

f_n

Giá trị của tần số, do nhà chế tạo cụm lắp ráp công bố, mà mạch điện được thiết kế theo và các điều kiện làm việc cũng tham chiếu đến.

CHÚ THÍCH 1: Mạch điện có thể được ấn định một số tần số hoặc một dải tần số danh định hoặc được đặc trưng cho cả điện xoay chiều và điện một chiều.

3.8.13

Tương thích điện từ (electromagnetic compatibility)

EMC

Khả năng của thiết bị hoặc hệ thống làm việc thoả đáng trong môi trường điện từ mà không đưa vào các nhiễu điện từ quá mức cho bất cứ thứ gì trong môi trường đó.

CHÚ THÍCH 1: Đối với các thuật ngữ và định nghĩa liên quan đến EMC, xem Phụ lục J.

[NGUỒN: IEC 60050-161:2018, 161-01-07, có sửa đổi – Bổ sung chú thích 1]

3.9 Kiểm tra xác nhận

3.9.1

Kiểm tra xác nhận thiết kế (design verification)

Kiểm tra xác nhận được thực hiện trên mẫu cụm lắp ráp hoặc trên các phần của cụm lắp ráp để thể hiện là thiết kế đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan.

CHÚ THÍCH 1: Kiểm tra xác nhận thiết kế có thể bao gồm một hoặc nhiều phương pháp tương đương. Xem 3.9.1.1, 3.9.1.2 và 3.9.1.3.

3.9.1.1

Thử nghiệm kiểm tra xác nhận (verification test)

Thử nghiệm được thực hiện trên một mẫu cụm lắp ráp hoặc trên các phần của cụm lắp ráp nhằm kiểm tra xác nhận rằng thiết kế đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan.

CHÚ THÍCH 1: Thử nghiệm kiểm tra xác nhận là tương đương với thử nghiệm điển hình như trong bộ tiêu chuẩn IEC 60439.

3.9.1.2

So sánh kiểm tra xác nhận (verification comparison)

Việc so sánh có cấu trúc giữa thiết kế đề xuất của cụm lắp ráp, hoặc các phần của cụm lắp ráp, với (các) thiết kế tham chiếu đã được kiểm tra xác nhận bởi thử nghiệm.

3.9.1.3

Đánh giá kiểm tra xác nhận (verification assessment)

Việc kiểm tra xác nhận thiết kế sử dụng các quy tắc hoặc tính toán thiết kế nghiêm ngặt áp dụng cho cụm lắp ráp hoặc cho các phần của cụm lắp ráp để thể hiện rằng thiết kế đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan.

3.9.1.4

Thiết kế tham chiếu (reference design)

Thiết kế của cụm lắp ráp hoặc của các phần của cụm lắp ráp đã được kiểm tra xác nhận bởi thử nghiệm.

3.9.2

Kiểm tra thường xuyên (routine verification)

Kiểm tra xác nhận từng cụm lắp ráp được thực hiện trong quá trình và/hoặc sau khi chế tạo để khẳng định rằng cụm lắp ráp đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan.

3.9.3

Kiểm tra (inspection)

Hành động bao gồm việc xem xét cẩn thận, kể cả xem xét bằng mắt trong trường hợp các tình trạng là hiển nhiên, của một hạng mục được tiến hành mà không cần tháo dỡ hoặc tháo dỡ một phần khi có yêu cầu, được bổ sung ví dụ bằng phép đo, để đi đến kết luận tin cậy về tình trạng của hạng mục đó.

[NGUỒN: IEC 60050-426:2008, 426-14-02, có sửa đổi – Sửa đổi định nghĩa]

3.10 Nhà chế tạo

3.10.1

Nhà chế tạo ban đầu (original manufacturer)

Tổ chức thực hiện thiết kế ban đầu và kiểm tra xác nhận kèm theo của cụm lắp ráp theo tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan.

3.10.2

Nhà chế tạo cụm lắp ráp (assembly manufacturer)

Tổ chức chịu trách nhiệm với cụm lắp ráp hoàn chỉnh.

CHÚ THÍCH 1: Nhà chế tạo cụm lắp ráp có thể là cùng một tổ chức hoặc khác tổ chức với nhà chế tạo ban đầu.

3.11

Người sử dụng (user)

Người sẽ quy định, mua, sử dụng và/hoặc vận hành cụm lắp ráp hoặc người thay mặt cho họ.

4 Ký hiệu và chữ viết tắt

Ký hiệu/ chữ viết tắt	Thuật ngữ	Điều
CTI	Chỉ số phóng điện tương đối	3.6.16
EMC	Tương thích điện từ	3.8.13

Ký hiệu/ chữ viết tắt	Thuật ngữ	Điều
f_n	Tần số danh định	3.8.12
I_c	Dòng điện ngắn mạch	3.8.6
I_{cc}	Dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện của cụm lắp ráp hoặc của mạch điện cụm lắp ráp	3.8.10.4
I_{lt}	Dòng điện ngưỡng cắt, dòng điện cho qua	3.8.8
I_{cp}	Dòng điện ngắn mạch có kỳ vọng	3.8.7
I_{cw}	Dòng điện chịu ngắn mạch danh định	3.8.10.3
I_B	Dòng điện thiết kế (của một mạch điện)	3.8.10.8
I_{nA}	Dòng điện danh định của cụm lắp ráp	3.8.10.7
I_{nc}	Dòng điện danh định của mạch điện chính	3.8.10.5
I_{ng}	Dòng điện danh định nhóm của mạch điện chính	3.8.10.6
I_{pk}	Dòng điện chịu thử đỉnh danh định	3.8.10.2
L	Dây pha	3.1.14
M	Dây điểm giữa	3.7.18
N	Dây trung tính	3.7.5
PE	Dây bảo vệ	3.7.4
PEL	Dây PEL	3.7.20
PEM	Dây PEM	3.7.19
PELV	Điện áp cực thấp bảo vệ	3.7.11
PEN	Dây PEN	3.7.6
RDF	Hệ số đa dạng danh định	3.8.11
SCPD	Thiết bị bảo vệ ngắn mạch	3.1.11
SELV	Điện áp cực thấp an toàn	3.7.12
SPD	Thiết bị bảo vệ chống sét lan truyền	3.6.12
U_o	Điện áp làm việc danh định	3.8.9.2
U_i	Điện áp cách điện danh định	3.8.9.3
U_{imp}	Điện áp chịu xung danh định	3.8.9.4
U_n	Điện áp danh định	3.8.9.1

5 Đặc tính giao diện

5.1 Quy định chung

Đặc tính của cụm lắp ráp phải đảm bảo tính tương thích với các thông số đặc trưng của mạch điện mà nó nối đến và các điều kiện lắp đặt, và phải được nhà chế tạo cụm lắp ráp công bố bằng cách sử dụng các tiêu chí xác định trong 5.2 đến 5.6.

5.2 Thông số đặc trưng về điện áp

5.2.1 Điện áp danh định (U_n) (của cụm lắp ráp)

Điện áp danh định phải tối thiểu bằng điện áp danh nghĩa của hệ thống điện.

CHÚ THÍCH: Để có thêm thông tin về điện áp hệ thống danh nghĩa, xem IEC 60038.

5.2.2 Điện áp làm việc danh định (U_e) (của mạch điện cụm lắp ráp)

Điện áp làm việc danh định của mạch điện bất kỳ không được nhỏ hơn điện áp danh nghĩa của hệ thống điện mà nó nối tới. Nếu điện áp danh nghĩa cho trước đối với hệ thống ba pha thì điện áp làm việc danh định của các mạch điện một pha không được nhỏ hơn điện áp danh nghĩa chia cho $\sqrt{3}$.

Nếu khác với điện áp danh định của cụm lắp ráp, điện áp làm việc danh định thích hợp của mạch điện phải được quy định.

5.2.3 Điện áp cách điện danh định (U_i) (của mạch điện cụm lắp ráp)

Điện áp cách điện danh định của mạch điện cụm lắp ráp là giá trị điện áp mà điện áp thử nghiệm điện môi và chiều dài được rò tham khảo đến.

Điện áp cách điện danh định của một mạch điện phải bằng hoặc lớn hơn các giá trị quy định đối với U_n và U_e cho mạch điện đó.

Đối với các mạch điện một pha từ các hệ thống IT (xem TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009)), điện áp cách điện danh định phải tối thiểu bằng điện áp giữa các dây pha của nguồn.

5.2.4 Điện áp chịu xung danh định (U_{imp}) (của mạch điện)

Điện áp chịu xung danh định của cụm lắp ráp là giá trị điện áp mà chiều dài được rò và khả năng chịu quá áp quá độ của cách điện rắn tham khảo đến.

Điện áp chịu xung danh định phải bằng hoặc lớn hơn các giá trị quy định đối với quá điện áp quá độ xuất hiện trong (các) hệ thống điện mà mạch điện được thiết kế để nối đến.

Các giá trị ưu tiên của điện áp chịu xung danh định được cho trong Bảng G.1.

5.3 Thông số đặc trưng về dòng điện

5.3.1 Dòng điện danh định của cụm lắp ráp (I_{nA})

Dòng điện danh định của cụm lắp ráp là giá trị nhỏ nhất trong các giá trị sau:

- tổng dòng điện danh định nhóm I_{ng} của (các) mạch điện đi vào, là dòng điện danh định nhóm của một mạch điện đi vào hoặc tổng các dòng điện danh định nhóm của các mạch điện đi vào hoạt động song song và đồng thời trong phạm vi cụm lắp ráp.
- dòng điện tổng mà thanh cái chính có thể phân phối trong bố trí cụm lắp ráp cụ thể.

Dòng điện này phải được mang mà không làm cho độ tăng nhiệt trong các phần riêng rẽ vượt quá các giới hạn quy định trong 9.2.

CHÚ THÍCH 1: Dòng điện danh định nhóm của mạch điện đi vào có thể thấp hơn dòng điện danh định của thiết bị đi vào (theo tiêu chuẩn thiết bị liên quan) được lắp đặt trong cụm lắp ráp.

CHÚ THÍCH 2: Thanh cái chính là một thanh cái hoặc kết hợp nhiều thanh cái mà trong vận hành thường được nối ví dụ bằng bộ ghép nối thanh cái.

5.3.2 Dòng điện danh định của mạch điện chính đi ra (I_{nc})

Dòng điện danh định của một mạch điện chính đi ra là dòng điện mà mạch điện chính đi ra đó có thể mang khi tất cả các mạch điện chính đi ra khác trong cùng một ngăn không mang dòng (xem 10.10). Dòng điện này phải được mang mà không làm cho độ tăng nhiệt của các phần khác nhau của cụm lắp ráp vượt quá các giới hạn quy định trong 9.2.

Việc công bố dòng điện danh định của mạch điện I_{nc} là tự nguyện nếu dòng điện danh định nhóm I_{ng} của mạch điện được công bố. Nếu có nêu I_{nc} , dòng điện tải liên tục lớn nhất cho phép trên mạch điện riêng rẽ trong ngăn có mang tải nhẹ có thể được đánh giá và tải đặt lên mạch điện riêng rẽ có thể được phép vượt quá I_{ng} nhưng không cho phép vượt quá I_{nc} .

CHÚ THÍCH: I_{ng} thể hiện dòng điện tải liên tục lớn nhất cho phép trong ngăn được mang đầy tải.

5.3.3 Dòng điện danh định nhóm của mạch điện chính (I_{ng})

Dòng điện danh định nhóm của mạch điện chính là dòng điện có thể được mang bởi mạch điện này khi nó được mang tải liên tục và đồng thời cùng với tối thiểu một mạch điện khác trong cùng cụm lắp ráp hoặc ngăn của cụm lắp ráp, trong một bố trí cụ thể như xác định bởi nhà chế tạo ban đầu. Nó phải được mang mà không làm cho độ tăng nhiệt của các phần khác nhau của cụm lắp ráp vượt quá các giới hạn quy định trong 9.2.

CHÚ THÍCH 1: Trong trường hợp RDF đối với một thiết kế cụm lắp ráp đã được thiết lập theo các phiên bản trước đây của bộ tiêu chuẩn TCVN 13724 (IEC 61439), I_{ng} có thể tính bằng $I_{nc} \times RDF$.

Nếu I_{ng} được công bố, nhà chế tạo ban đầu phải nêu các bố trí cụ thể được đề cập bởi dòng điện danh định nhóm liên quan đến:

- (các) kiểu, thông số đặc trưng và số lượng mạch điện/khối chức năng lớn nhất được phép lắp đặt trong cùng cụm lắp ráp hoặc ngăn, và
- (các) bố trí khối chức năng trong phạm vi các ngăn và/hoặc cụm lắp ráp.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các khối chức năng có I_{ng} cho trước, bố trí cụ thể của cụm lắp ráp hoặc ngăn của cụm lắp ráp cũng có thể được nêu liên quan đến tổn hao công suất.

CHÚ THÍCH 3: Trong hầu hết các trường hợp, với cùng một kiểu ngăn được cung cấp bởi nhà chế tạo ban đầu có thể được trang bị số lượng và kiểu khác của mạch điện (khối chức năng), tùy thuộc vào nhu cầu của khách hàng cụ thể. Thông thường, không phải tất cả mạch điện được lắp trong một ngăn đều được đòi hỏi mang dòng điện danh định của nó một cách liên tục và đồng thời. Do đó, bố trí cụ thể được xác định bởi nhà chế tạo ban đầu sẽ làm rõ trường hợp nào được đề cập bởi giá trị công bố của I_{ng} .

Dòng điện danh định nhóm của các mạch điện chính, mà được mang tải liên tục và đồng thời, phải bằng hoặc lớn hơn tải giả định của các mạch đi ra (bằng dòng điện thiết kế I_B theo IEC 60364-1).

Tải giả định của các mạch điện đi ra phải được quy định bởi tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan.

CHÚ THÍCH 4: Tải giả định của mạch điện đi ra có thể là dòng điện liên tục ổn định hoặc đương lượng nhiệt của một dòng điện biến thiên (Phụ lục I).

I_{ng} đạt được bằng thử nghiệm theo 10.10.2.3.5 hoặc 10.10.2.3.6 hoặc 10.10.2.3.7, hoặc bằng cách tính toán theo 10.10.4. Khi sử dụng phương pháp 10.10.2.3.6 hoặc 10.10.2.3.7, các giá trị I_{ng} cần thiết để tính RDF.

Một cách khác để công bố I_{ng} đối với mỗi kiểu mạch điện là công bố I_{nc} đối với mỗi kiểu mạch điện chính và RDF thích hợp.

5.3.4 Dòng điện chịu đỉnh danh định (I_{pk})

Dòng điện chịu đỉnh danh định phải bằng hoặc lớn hơn các giá trị quy định cho giá trị đỉnh của dòng điện ngắn mạch kỳ vọng của (các) hệ thống nguồn mà (các) mạch điện được thiết kế để nối vào (xem thêm 9.3.3).

5.3.5 Dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định (I_{cw}) (của mạch điện chính của cụm lắp ráp)

Dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định của mạch điện chính của cụm lắp ráp phải bằng hoặc lớn hơn giá trị kỳ vọng của dòng điện ngắn mạch I_{cp} tại mỗi điểm nối đến nguồn (xem thêm 3.8.10.3).

Các giá trị khác nhau của I_{cw} đối với các khoảng thời gian khác nhau (ví dụ 0,2 s; 1 s; 3 s) có thể được ấn định cho cụm lắp ráp. Khoảng thời gian lớn nhất thường không vượt quá 1 s.

Đối với điện xoay chiều, giá trị dòng điện là giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều. Đối với điện một chiều, giá trị dòng điện là giá trị trung bình số học.

5.3.6 Dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện (I_{cc}) (của cụm lắp ráp hoặc mạch điện của cụm lắp ráp)

Dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện của cụm lắp ráp hoặc mạch điện của cụm lắp ráp, được nhà chế tạo cụm lắp ráp công bố, là dòng điện ngắn mạch lớn nhất mà mạch đó khi được bảo vệ bởi SCPD, như quy định bởi nhà chế tạo, có thể chịu được một cách thoả đáng trong thời gian vận hành của thiết bị trong các điều kiện thử nghiệm quy định trong 10.11.

Dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện của cụm lắp ráp hoặc mạch điện của cụm lắp ráp phải bằng hoặc lớn hơn giá trị dòng điện ngắn mạch kỳ vọng I_{cp} trong thời gian giới hạn bởi tác động của thiết bị bảo vệ ngắn mạch để bảo vệ mạch điện hoặc cụm lắp ráp. Nhà chế tạo cụm lắp ráp phải công bố khả năng cắt, đặc tính giới hạn dòng, I^2t và I_R , của thiết bị bảo vệ ngắn mạch quy định, có tính đến dữ liệu được cho bởi nhà chế tạo thiết bị.

5.4 Hệ số đa dạng danh định (RDF)

Thay cho việc công bố các dòng điện danh định nhóm, I_{ng} của từng mạch điện chính đi ra, khả năng mang dòng của nó trong các điều kiện tác động đồng thời có thể được quy định dưới dạng dòng điện danh định I_{nc} và hệ số đa dạng danh định.

Hệ số đa dạng danh định là giá trị tính trên một đơn vị của I_{nc} mà các mạch điện đi ra có thể được mang tải liên tục và đồng thời trong cùng một ngắn của cụm lắp ráp trong (các) bố trí cụ thể như xác định bởi nhà chế tạo ban đầu, có tính đến các ảnh hưởng nhiệt qua lại. Để có thể chi tiết về các bố trí cụ thể này, xem 5.3.3.

CHÚ THÍCH 1: Phụ lục E đưa thêm nhiều thông tin về RDF.

Hệ số đa dạng danh định được nhân với dòng điện danh định I_{nc} của các mạch điện phải bằng hoặc lớn hơn tải giả định của các mạch điện đi ra, trong đó dòng điện mang tải giả định bằng dòng điện thiết kế I_B đối với các mạch điện mang tải liên tục và đồng thời. Nếu dòng điện thiết kế I_B không được cung cấp thì tải giả định của các mạch đi ra phải được cho trong tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan của IEC 61439 và theo thoả thuận giữa người sử dụng và nhà chế tạo.

CHÚ THÍCH 2: Mang tải giả định của các mạch điện đi ra có thể là dòng điện liên tục ổn định hoặc đương lượng về nhiệt của dòng điện thay đổi (xem Phụ lục I).

5.5 Tần số danh định (f_n)

Tần số danh định của mạch điện là giá trị tần số mà các điều kiện làm việc được tham chiếu tới. Trong trường hợp các mạch điện của cụm lắp ráp được thiết kế cho các giá trị tần số khác nhau, tần số danh định của từng mạch điện phải được cho trước.

Tần số cần nằm trong các giới hạn quy định trong các tiêu chuẩn liên quan đối với các linh kiện tích hợp. Nếu không có quy định khác bởi nhà chế tạo cụm lắp ráp, các giá trị này được giả định là từ 98 % đến 102 % tần số danh định.

5.6 Các đặc tính khác

Phải công bố các đặc tính dưới đây:

- a) yêu cầu bổ sung tùy thuộc vào việc sử dụng khối chức năng (ví dụ kiểu phối hợp, đặc tính quá tải);
- b) độ nhiễu bản của môi trường rộng (xem 3.6.10.2);
- c) kiểu hệ thống nối đất mà cụm lắp ráp được thiết kế;
- d) hệ thống lắp đặt trong nhà và/hoặc ngoài trời (xem 3.5.1 và 3.5.2);
- e) tính tại hoặc di chuyển được (xem 3.5.3 và 3.5.4);
- f) cấp bảo vệ chống tiếp xúc với các phần mang điện nguy hiểm, sự thâm nhập của vật rắn bên ngoài và nước, mã IP (xem 8.2.2);
- g) được thiết kế để sử dụng bởi người bình thường hoặc người được uỷ quyền (xem 3.7.16 và 3.7.17);
- h) phân loại tương thích điện từ (EMC) (xem Phụ lục J);
- i) điều kiện vận hành đặc biệt, nếu áp dụng (xem 7.2);
- j) thiết kế bên ngoài (xem 3.3);
- k) cấp bảo vệ chống tác động về cơ, mã IK, nếu áp dụng (xem 8.2.1);
- l) kiểu kết cấu – các bộ phận cố định hoặc tháo ra được (xem 8.5.1 và 8.5.2);
- m) kiểu thiết bị bảo vệ ngắn mạch (xem 9.3.2);
- n) các biện pháp bảo vệ chống điện giật;
- o) kích thước tổng thể (kể cả các phần nhô ra ví dụ tay cầm, nắp, cửa), nếu yêu cầu;
- p) khối lượng, nếu yêu cầu.

6 Thông tin

6.1 Ghi nhãn ấn định cho cụm lắp ráp

Nhà chế tạo cụm lắp ráp phải cung cấp trên từng cụm lắp ráp một hoặc nhiều nhãn, được ghi theo cách để có độ bền lâu và đặt ở vị trí sao cho chúng có thể nhìn thấy và dễ đọc sau khi đã lắp cụm lắp ráp và trong khi làm việc. Kiểm tra sự phù hợp bằng thử nghiệm của 10.2.7 và bằng cách xem xét.

Thông tin dưới đây liên quan đến cụm lắp ráp phải được cung cấp trên (các) nhãn:

- a) tên nhà chế tạo cụm lắp ráp hoặc thương hiệu (xem 3.10.2);
- b) nhãn hiệu kiểu hoặc số nhận biết hoặc phương tiện nhận biết khác bất kỳ để có thể có thông tin liên quan từ nhà chế tạo cụm lắp ráp;
- c) phương tiện nhận biết ngày chế tạo;

- d) dòng điện danh định của cụm lắp ráp I_{nA} (xem 3.8.10.7 và 5.3.1);
- e) điện áp danh định của cụm lắp ráp U_{nA} (xem 3.8.9.1 và 5.2.1);
- f) tần số danh định của cụm lắp ráp f_n (xem 3.8.12 và 5.5);
- g) số hiệu tiêu chuẩn: TCVN 13724-X hoặc IEC 61439-X trong đó X là phần cụ thể của bộ tiêu chuẩn;

CHÚ THÍCH: Tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan có thể quy định trong trường hợp thông tin bổ sung được cung cấp trên nhãn nhận biết.

6.2 Tài liệu

6.2.1 Thông tin liên quan đến cụm lắp ráp

Tất cả các đặc tính giao diện theo Điều 5, khi áp dụng, phải được cung cấp trong tài liệu kỹ thuật của nhà chế tạo được cung cấp cùng với cụm lắp ráp.

6.2.2 Hướng dẫn cho xếp dỡ, lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng

Nhà chế tạo cụm lắp ráp phải cung cấp trong tài liệu hoặc catalo về các điều kiện, nếu cần, đối với xếp dỡ, lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng cụm lắp ráp và thiết bị chứa trong nó. Khi thích hợp, các hướng dẫn phải nêu rằng cần tham vấn nhà chế tạo cụm lắp ráp khi cần sửa cụm lắp ráp.

Nếu cần, hướng dẫn phải nêu các biện pháp đặc biệt quan trọng để vận chuyển, xếp dỡ, lắp đặt và vận hành cụm lắp ráp một cách an toàn, đúng và hợp lý. Quy định chi tiết về khối lượng cũng rất quan trọng liên quan đến vận chuyển và xếp dỡ các khối vận chuyển. Ngoài ra, hướng dẫn lắp đặt phải cung cấp đầy đủ nội dung chi tiết cho người lắp đặt giữ chắc chắn cụm lắp ráp trong vận hành.

Lắp đặt đúng vị trí các phương tiện nâng hạ và cỡ ren của phụ kiện nâng hạ, nếu áp dụng, phải được cho trong tài liệu của nhà chế tạo cụm lắp ráp hoặc các hướng dẫn về cách mà các khối vận chuyển phải được xếp dỡ.

Các biện pháp cần thực hiện, nếu cần, liên quan đến EMC kết hợp với lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng cụm lắp ráp phải được quy định (xem Phụ lục J).

Nếu cụm lắp ráp được thiết kế riêng cho môi trường A nhưng lại được sử dụng trong môi trường B thì phải có cảnh báo trong hướng dẫn vận hành, như sau:

LƯU Ý

Sản phẩm này được thiết kế cho môi trường A. Việc sử dụng sản phẩm này trong môi trường B có thể gây ra nhiễu điện từ không mong muốn, trong trường hợp đó người sử dụng có thể phải thực hiện các biện pháp giảm thiểu thích hợp.

Khi cần, các tài liệu đề cập ở trên phải chỉ ra phạm vi và tần suất bảo dưỡng khuyến cáo.

Nếu mạch điện trong cụm lắp ráp là không rõ ràng, có các đầu nối từ một vài nguồn cung cấp đi vào ví dụ nguồn quang điện, máy phát, pin/acquy, thì phải cung cấp thông tin nêu chi tiết các bố trí mạch điện.

Khi cầu chảy được lắp đặt, nhà chế tạo cụm lắp ráp phải nêu kiểu và thông số đặc trưng của các dây chảy cần sử dụng.

6.3 Nhận biết thiết bị và/hoặc linh kiện

Bên trong cụm lắp ráp, phải có khả năng nhận biết các mạch điện riêng rẽ và thiết bị bảo vệ của chúng. Các tấm nhãn nhận biết phải rõ ràng, cố định và thích hợp trong môi trường vật lý. Các nhãn nhận biết bất kỳ được sử dụng phải tương thích với IEC 81346-1:2009 và IEC 81346-2:2009 và nhất quán với nhãn được sử dụng trong sơ đồ đi dây và phải phù hợp với IEC 61082-1:2014.

7 Điều kiện vận hành

7.1 Điều kiện vận hành bình thường

7.1.1 Điều kiện khí hậu

Áp dụng Điều 7 của TCVN 13724-1:2023 (IEC 61439-1:2020).

Các cụm lắp ráp phù hợp với tiêu chuẩn này được thiết kế để sử dụng trong các điều kiện vận hành bình thường được nêu chi tiết trong Bảng 15.

Nếu các linh kiện, ví dụ rơ le, thiết bị điện tử, được sử dụng nhưng không được thiết kế cho các điều kiện này thì môi trường trong phạm vi cụm lắp ráp phải phù hợp cho các linh kiện này.

7.1.2 Mức nhiễm bẩn

Mức nhiễm bẩn được đề cập trong Phụ lục C là tình trạng của môi trường rộng mà cụm lắp ráp được thiết kế để sử dụng.

Đối với thiết bị đóng cắt và các linh kiện bên trong vỏ bọc, mức nhiễm bẩn của các tình trạng môi trường bên trong vỏ bọc, tức là môi trường hẹp, được áp dụng.

Để đánh giá khe hở không khí và chiều dài đường rò, bốn mức nhiễm bẩn trong môi trường hẹp dưới đây được thiết lập:

- Mức nhiễm bẩn 1: Không nhiễm bẩn hoặc chỉ xuất hiện nhiễm bẩn khô, không dẫn. Nhiễm bẩn không gây ảnh hưởng.
- Mức nhiễm bẩn 2: Chỉ xuất hiện nhiễm bẩn không dẫn nhưng đôi khi có thể xuất hiện nhiễm bẩn dẫn tạm thời gây ra do ngưng tụ.
- Mức nhiễm bẩn 3: Xuất hiện mức nhiễm bẩn dẫn, hoặc mức nhiễm bẩn khô, không dẫn mà dự kiến trở thành nhiễm bẩn dẫn khi có ngưng tụ.
- Mức nhiễm bẩn 4: Dẫn liên tục xuất hiện do bụi dẫn, mưa hoặc tình trạng ướt khác.

Trong tiêu chuẩn này không áp dụng mức nhiễm bẩn 4 cho môi trường hẹp bên trong cụm lắp ráp.

Môi trường hẹp bên trong cụm lắp ráp có thể khác với môi trường rộng bên ngoài vỏ bọc. Mức nhiễm bẩn của loại cụm lắp ráp cụ thể được cho trong tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan.

CHÚ THÍCH: Mức nhiễm bẩn của môi trường hẹp đối với thiết bị có thể bị ảnh hưởng bởi hệ thống lắp đặt bên trong vỏ bọc. Khi cần mở cụm lắp ráp trong vận hành và hoạt động bình thường thì môi trường rộng của hệ thống lắp đặt có thể có ảnh hưởng đến môi trường hẹp.

7.2 Điều kiện vận hành đặc biệt

Trong trường hợp có điều kiện vận hành đặc biệt bất kỳ, phải đáp ứng các yêu cầu cụ thể áp dụng được hoặc phải có các thoả thuận đặc biệt giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng. Người sử dụng phải thông tin cho nhà chế tạo cụm lắp ráp nếu có các điều kiện vận hành đặc biệt.

Các điều kiện vận hành đặc biệt bao gồm, ví dụ:

- a) các giá trị nhiệt độ, độ ẩm và/hoặc độ cao so với mực nước biển khác với quy định trong 7.1;
- b) các ứng dụng nơi mà sự thay đổi điều kiện khí hậu có nhiều khả năng gây ra ngưng tụ đặc biệt bên trong cụm lắp ráp;
- c) nhiễm bẩn nặng của không khí do bụi, khói, hạt ăn mòn và bức xạ, hơi hoặc muối;
- d) phơi nhiễm trường điện hoặc trường từ mạnh;
- e) phơi nhiễm điều kiện khí hậu quá mức;
- f) bị tấn công bởi nấm hoặc các sinh vật nhỏ;
- g) lắp đặt ở các vị trí có rủi ro cháy hoặc nổ;
- h) phơi nhiễm với rung, xóc mạnh hoặc địa chấn;
- i) lắp đặt theo cách ảnh hưởng đến khả năng mang dòng, ví dụ thiết bị được lắp trong máy hoặc lắp vào hốc trên vách;
- j) phơi nhiễm với nhiễu dẫn và nhiễu bức xạ không phải điện từ, và nhiễu điện từ trong các môi trường khác với môi trường quy định trong 9.4;
- k) điều kiện quá điện áp hoặc thấp điện áp đặc biệt;
- l) hài quá mức trong điện áp nguồn hoặc dòng điện tải;
- m) phơi nhiễm bức xạ (ví dụ tia X, vi sóng, cực tím không phải mặt trời, laser).

7.3 Các điều kiện trong vận chuyển, bảo quản và lắp đặt

Phải có thoả thuận đặc biệt giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng nếu các điều kiện trong vận chuyển, bảo quản và lắp đặt, ví dụ nhiệt độ và độ ẩm, khác với các điều kiện quy định trong 7.1.

8 Các yêu cầu về kết cấu

8.1 Độ bền vật liệu và các bộ phận

8.1.1 Quy định chung

Theo trách nhiệm của nhà chế tạo ban đầu, tất cả các hoạt động thiết kế phải được thực hiện bởi hoặc được giám sát bởi người có năng lực.

Hình dạng bên ngoài của vỏ bọc cụm lắp ráp, nếu có, có thể thay đổi để phù hợp với ứng dụng và mục đích sử dụng. Dưới đây là một số ví dụ:

- cụm lắp ráp kiểu tủ (xem 3.3.4);
- cụm lắp ráp kiểu nhiều tủ (xem 3.3.5);
- cụm lắp ráp kiểu bàn (xem 3.3.6);
- cụm lắp ráp kiểu hộp (xem 3.3.7);
- cụm lắp ráp kiểu nhiều hộp (xem 3.3.8);
- cụm lắp ráp kiểu lắp trên bề mặt của vách (xem 3.3.9);
- cụm lắp ráp kiểu lắp trong hốc của vách (xem 3.3.10);
- cụm lắp ráp kiểu đứng sàn (xem 3.3.11).

Các vỏ bọc này có thể có kết cấu từ các vật liệu khác nhau, ví dụ cách điện, kim loại hoặc kết hợp của chúng.

Cụm lắp ráp phải có kết cấu bằng các vật liệu có khả năng chịu được các ứng suất cơ, điện, nhiệt và môi trường mà có nhiều khả năng xảy ra trong các điều kiện vận hành quy định.

Trong trường hợp các điều kiện vận hành đặc biệt có thể có trong môi trường vật lý trong đó lắp cụm lắp ráp (ví dụ bụi, axit, khí ăn mòn, muối), các cụm lắp ráp phải được bảo vệ đủ chống các tạp chất (xem Phụ lục C). Khi cụm lắp ráp chịu bức xạ (ví dụ tia X, vi sóng, cực tím, laser), các biện pháp bổ sung phải được tiến hành để tránh làm việc sau của cụm lắp ráp và nhanh hỏng của cách điện. Khi cần có các biện pháp như vậy, cần có thỏa thuận giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng.

Khi cụm lắp ráp chịu các ảnh hưởng không mong muốn của rung hoặc xóc, ví dụ gây ra do máy và thiết bị liên quan của nó, việc chọn thiết bị thích hợp hoặc lắp đặt nó tránh xa các nguồn rung hoặc có giá treo chống rung phải được xem xét.

8.1.2 Bảo vệ chống ăn mòn

Phải đảm bảo bảo vệ chống ăn mòn bằng cách sử dụng các vật liệu thích hợp hoặc bằng các lớp phủ bảo vệ vỏ ngoài bị phơi nhiễm, có tính đến các điều kiện vận hành bình thường (7.1). Kiểm tra sự phù hợp với các yêu cầu bằng thử nghiệm trong 10.2.2.

8.1.3 Đặc tính của vật liệu cách điện

8.1.3.1 Tính ổn định nhiệt

Vỏ bọc hoặc các phần của vỏ bọc bằng vật liệu cách điện, chưa được chứng nhận theo tiêu chuẩn sản phẩm của chúng, ví dụ mái che, lưới, phải có khả năng làm việc ở các nhiệt độ tối thiểu là 70 °C. Tính ổn định nhiệt phải được kiểm tra theo 10.2.3.1.

8.1.3.2 Khả năng chịu nhiệt và chịu cháy của vật liệu cách điện

8.1.3.2.1 Quy định chung

Các phần bằng vật liệu cách điện có thể bị phơi nhiễm với các ứng suất nhiệt do các hiệu ứng điện bên trong, và việc giảm chất lượng có thể ảnh hưởng đến an toàn của cụm lắp ráp thì phải không bị ảnh hưởng bất lợi bởi nhiệt (trong làm việc) bình thường và nhiệt bất thường hoặc cháy.

8.1.3.2.2 Khả năng chịu nhiệt bình thường của vật liệu cách điện

Nhà chế tạo ban đầu phải chọn các vật liệu cách điện thích hợp với nhiệt độ lớn nhất mà chúng phải chịu trong làm việc bình thường, theo 9.2 và Bảng 6. Giới hạn độ tăng nhiệt áp dụng (xem 9.2) đối với các phần bằng vật liệu cách điện phải được đánh giá dựa trên, ví dụ, các phương pháp của IEC 60216 (tất cả các phần) hoặc cấp chịu nhiệt được xác định theo TCVN 8086:2009 (IEC 60085:2007).

CHÚ THÍCH: Với thừa nhận có sự khác biệt với các phương pháp khác, các vật liệu cách điện cũng có thể được chọn dựa trên chỉ số nhiệt (RTI), UL 746B.

8.1.3.2.3 Khả năng chịu nhiệt bất thường và chịu cháy của vật liệu cách điện do các hiệu ứng điện bên trong

Vật liệu cách điện được sử dụng cho các bộ phận giữ phần mang điện ở đúng vị trí và các bộ phận có thể bị phơi nhiễm với các ứng suất nhiệt do các hiệu ứng điện bên trong mà việc giảm chất lượng của nó có thể ảnh hưởng đến an toàn của cụm lắp ráp thì không được bị ảnh hưởng bất lợi bởi nhiệt bất thường và cháy và phải được kiểm tra bằng thử nghiệm sợi dây nóng đỏ trong 10.2.3.2. Với mục đích của thử nghiệm này, dây bảo vệ (PE) không được coi là phần mang điện.

8.1.4 Khả năng chịu bức xạ cực tím (UV)

Các bề mặt bên ngoài bằng vật liệu cách điện và các vỏ bọc phủ kim loại mà được thiết kế để sử dụng ngoài trời phơi nhiễm với bức xạ cực tím thì không được nứt hoặc giảm chất lượng đến mức ảnh hưởng đến an toàn của cụm lắp ráp. Khả năng chịu bức xạ cực tím phải được kiểm tra theo 10.2.4.

CHÚ THÍCH: Đối với các cụm lắp ráp phơi nhiễm với bức xạ UV, không phải bức xạ mặt trời, phương pháp kiểm tra khả năng chịu bức xạ của vỏ bọc và các phần bên ngoài bằng vật liệu cách điện hoặc các phần kim loại bên ngoài được phủ vật liệu tổng hợp lên bề mặt để hở của chúng, thì phải theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

8.1.5 Độ bền cơ

Tất cả các vỏ bọc và vách ngăn, kể cả phương tiện khoá hoặc bản lề cửa, phải có độ bền cơ đủ để chịu các ứng suất mà chúng có thể phải chịu trong vận hành bình thường (xem thêm 10.2.8) và trong điều kiện ngắn mạch (xem thêm 10.11).

Các thao tác cơ khí của các phần tháo ra được, kể cả khoá liên động chèn, phải được kiểm tra bằng thử nghiệm trong 10.2.8.

8.1.6 Trang bị nâng

Trong trường hợp nâng, không phải bằng phương pháp thủ công theo khuyến cáo của nhà chế tạo, ví dụ bằng cần cầu hoặc xe nâng, các đơn vị vận chuyển phải được cung cấp trang bị thích hợp để nâng. Kiểm tra sự phù hợp theo 10.2.5.

8.2 Cấp bảo vệ được cung cấp bởi vỏ ngoài của cụm lắp ráp

8.2.1 Bảo vệ chống tác động về cơ (mã IK)

Cấp bảo vệ tối thiểu được cung cấp bởi vỏ bọc cụm lắp ráp chống tác động về cơ, nếu cần, phải được xác định trong các tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.

Kiểm tra sự phù hợp theo 10.2.6.

8.2.2 Bảo vệ chống tiếp xúc với các bộ phận mang điện, thâm nhập của vật rắn bên ngoài và nước (mã IP)

Cấp bảo vệ được cung cấp bởi cụm lắp ráp chống tiếp xúc với các phần mang điện, thâm nhập của vật rắn từ bên ngoài và nước được chỉ ra bởi mã IP theo IEC 60529:1989, AMD1:1999 và AMD2:2013; và được kiểm tra theo 10.3.

Sau khi lắp đặt theo hướng dẫn của nhà chế tạo cụm lắp ráp, cấp bảo vệ của cụm lắp ráp có vỏ bọc phải tối thiểu là IP2X. Cấp bảo vệ được cung cấp từ phía trước của cụm lắp ráp kín phía trước phải tối thiểu là IPXXB.

Đối với cụm lắp ráp để lắp ngoài trời không có bảo vệ bổ sung thì chữ số đặc trưng thứ hai trong mã IP phải tối thiểu là 3.

CHÚ THÍCH: Đối với lắp đặt ngoài trời, bảo vệ bổ sung có thể là mái che bảo vệ hoặc tương tự.

Nếu không có quy định khác, cấp bảo vệ chỉ ra bởi nhà chế tạo cụm lắp ráp áp dụng cho cụm lắp ráp hoàn chỉnh khi được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà chế tạo, ví dụ che chắn bề mặt lắp đặt hở của cụm lắp ráp, v.v.

Trong trường hợp cụm lắp ráp không có cùng mã IP xuyên suốt, nhà chế tạo cụm lắp ráp phải công bố thông số đặc trưng IP cho các thành phần riêng rẽ.

Các thông số đặc trưng IP khác nhau không được ảnh hưởng đến sử dụng dự kiến của cụm lắp ráp.

VÍ DỤ:

- Bề mặt làm việc IP20 khác với các phần có IP00;
- Lỗ thoát nước trong đế IPXXD khác với các phần có IP43.

Nhà chế tạo cụm lắp ráp không được công bố mã IP trừ khi đã thực hiện các kiểm tra xác nhận thích hợp theo 10.3.

Cụm lắp ráp có vỏ bọc, để lắp đặt trong nhà và ngoài trời, được thiết kế để sử dụng ở các vị trí có nhiệt độ và độ ẩm cao, thay đổi trong phạm vi rộng, phải có bố trí thích hợp (thông gió và/hoặc gia nhiệt bên trong, lỗ thoát nước, v.v.) để ngăn các ngưng tụ có hại bên trong cụm lắp ráp. Tuy nhiên, đồng thời vẫn phải duy trì cấp bảo vệ quy định.

8.2.3 Cụm lắp ráp có các phần tháo ra được

Cấp bảo vệ (IP) được chỉ ra đối với các cụm lắp ráp thường áp dụng cho các vị trí đấu nối (xem 3.2.3) của các phần tháo ra được.

Nếu sau khi tháo các phần có thể tháo ra không thể duy trì được cấp bảo vệ ban đầu (ví dụ đóng cửa), nhà chế tạo cụm lắp ráp phải có sẵn các tấm che hoặc tương tự để phục hồi cấp bảo vệ ban đầu. Nếu không có sẵn các biện pháp này, các thử nghiệm IP phải được thực hiện mà không có các phần tháo ra được được đặt đúng vị trí.

8.3 Khe hở không khí và chiều dài đường rò

8.3.1 Quy định chung

Các yêu cầu đối với khe hở không khí và chiều dài đường rò dựa trên các nguyên tắc của IEC 60664-1:2007 và được thiết kế để cung cấp phối hợp cách điện trong hệ thống lắp đặt.

CHÚ THÍCH: Thông tin thêm được xem trong IEC TR 60664-2-1:2011.

Khe hở không khí và chiều dài đường rò của thiết bị tạo thành một phần của cụm lắp ráp phải phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.

Khi lắp thiết bị vào cụm lắp ráp, khe hở không khí và chiều dài đường rò quy định phải được duy trì trong các điều kiện vận hành liên quan.

Để xác định kích thước của khe hở không khí và chiều dài đường rò giữa các mạch điện riêng rẽ, phải sử dụng thông số điện áp đặc trưng cao nhất (điện áp chịu xung danh định đối với khe hở không khí và điện áp cách điện danh định đối với chiều dài đường rò).

Khe hở không khí và chiều dài đường rò áp dụng cho pha-pha, pha-trung tính, và trừ khi các dây dẫn được nối trực tiếp với đất, pha-đất và trung tính-đất.

Đối với các dây dẫn và đầu cốt mang điện trần, khe hở không khí và chiều dài đường rò phải tối thiểu tương đương với các giá trị quy định cho thiết bị mà chúng có liên quan trực tiếp.

Ảnh hưởng của ngăn mạch đến và bằng (các) thông số đặc trưng quy định của cụm lắp ráp không được làm giảm vĩnh viễn khe hở không khí và chiều dài đường rò giữa các thanh cái và/hoặc các đầu nối xuống thấp hơn các giá trị quy định cho cụm lắp ráp. Biến dạng của các phần của vỏ bọc hoặc của các vách, tấm chắn hoặc chướng ngại vật bên trong do ngăn mạch không được làm giảm vĩnh viễn khe hở không khí và chiều dài đường rò xuống thấp hơn các giá trị quy định trong 8.2.2 và 8.2.3 (xem thêm 10.11.5.5).

8.3.2 Khe hở không khí

Khe hở không khí phải đủ để cho phép đạt được điện áp chịu xung danh định công bố (U_{imp}) của mạch điện. Khe hở không khí phải tối thiểu như quy định trong Bảng 1; nếu không thì thực hiện thử nghiệm kiểm tra xác nhận thiết kế và thử nghiệm chịu xung thường xuyên theo 10.9.3 và 11.3 tương ứng.

Phương pháp xác định khe hở không khí bằng cách đo được cho trong Phụ lục F.

8.3.3 Chiều dài đường rò

Nhà chế tạo ban đầu phải chọn (các) điện áp cách điện danh định (U_i) đối với các mạch điện của cụm lắp ráp mà từ đó xác định (các) chiều dài đường rò. Đối với mạch điện cho trước bất kỳ, điện áp cách điện danh định không được nhỏ hơn điện áp làm việc danh định (U_e).

Trong trường hợp bất kỳ, chiều dài đường rò không được nhỏ hơn khe hở không khí nhỏ nhất liên quan.

Chiều dài đường rò phải tương ứng với mức nhiễm bẩn như quy định trong 7.1.2 và ứng với nhóm vật liệu ở điện áp cách điện danh định cho trong Bảng 2.

Phương pháp xác định chiều dài đường rò bằng phép đo được cho trong Phụ lục F.

Đối với các vật liệu cách điện vô cơ, ví dụ thủy tinh hoặc gốm, loại không bị tạo vết, chiều dài đường rò không nhất thiết phải lớn hơn khe hở không khí liên quan. Tuy nhiên, cần xem xét khả năng phóng điện đánh thủng.

Bằng cách sử dụng các đường gân có chiều cao tối thiểu 2 mm, chiều dài đường rò có thể được giảm xuống, nhưng bất kể sử dụng bao nhiêu đường gân thì chiều dài đường rò cũng không được nhỏ hơn 0,8 lần giá trị cho trong Bảng 2 và không nhỏ hơn khe hở không khí liên quan. Để nhỏ nhất của đường gân được xác định bởi các yêu cầu về cơ (xem Điều F.2).

8.4 Bảo vệ chống điện giật

8.1 Quy định chung

Trang thiết bị và mạch điện trong cụm lắp ráp phải được bố trí sao cho thuận tiện cho hoạt động và bảo dưỡng với bảo vệ yêu cầu chống điện giật.

Các yêu cầu dưới đây được thiết kế để đảm bảo đạt được các biện pháp bảo vệ cần thiết khi cụm lắp ráp được lắp trong hệ thống mạch điện phù hợp với bộ tiêu chuẩn TCVN 7447 (IEC 60364).

TCVN 13724-1:2023

CHÚ THÍCH: Đối với các biện pháp bảo vệ thường được chấp nhận, xem IEC 61140:2016 và IEC 60364-4-41:2005, AMD1:2017.

Các biện pháp bảo vệ này là quan trọng đối với cụm lắp ráp và được nêu lại trong 8.4.2 đến 8.4.6.

8.4.2 Bảo vệ cơ bản

8.4.2.1 Quy định chung

Bảo vệ cơ bản được thiết kế để cung cấp bảo vệ chống điện giật trong các điều kiện bình thường, ngăn ngừa tiếp xúc trực tiếp với các phần mang điện nguy hiểm.

Bảo vệ cơ bản có thể đạt được bằng các biện pháp kết cấu thích hợp trên bản thân cụm lắp ráp hoặc bằng các biện pháp bổ sung được thực hiện trong khi lắp đặt; điều này có thể đòi hỏi nhà chế tạo cụm lắp ráp phải cung cấp thông tin.

Ví dụ về biện pháp bổ sung được thực hiện trong khi lắp đặt cụm lắp ráp kiểu hở không có trang bị bổ sung ở vị trí mà chỉ người được ủy quyền mới được phép tiếp cận.

Trong trường hợp bảo vệ cơ bản đạt được bằng các biện pháp kết cấu, một hoặc nhiều biện pháp bảo vệ cho trong 8.4.2.2 và 8.4.2.3 có thể được chọn. Việc chọn biện pháp bảo vệ phải được công bố bởi nhà chế tạo cụm lắp ráp nếu không được quy định trong tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan.

8.4.2.2 Cách điện chính được cung cấp bởi vật liệu cách điện

Các phần mang điện nguy hiểm phải được che chắn hoàn toàn bởi cách điện mà cách điện này chỉ có thể tháo ra bằng cách phá hủy hoặc sử dụng dụng cụ.

Cách điện phải được làm bằng các vật liệu thích hợp có khả năng chịu các ứng suất cơ, điện và nhiệt mà cách điện đó có thể phải chịu trong vận hành.

VÍ DỤ: Thiết bị điện nằm trong cách điện và các dây dẫn cách điện.

Bản thân sơn, véc ni và sơn dầu nhìn chung không được xem là đáp ứng các yêu cầu đối với cách điện chính. Điều này không loại trừ việc sử dụng lớp phủ cách điện được thiết kế đặc biệt đáp ứng các yêu cầu điện môi quy định trong 10.9.6.

8.4.2.3 Tắm chắn hoặc vỏ bọc

Các phần mang điện được cách điện bằng không khí phải nằm bên trong vỏ bọc hoặc phía sau tắm chắn. Các vỏ bọc hoặc tắm chắn phải cung cấp bảo vệ tối thiểu IPXXB.

Các bề mặt trên cùng nằm ngang của vỏ bọc tiếp cận được có chiều cao bằng hoặc thấp hơn 1,6 m phía trên vị trí đứng phải cung cấp cấp bảo vệ tối thiểu IPXXD.

Tắm chắn và vỏ bọc phải được gắn chắc chắn vào vị trí và có đủ ổn định và độ bền để duy trì cấp bảo vệ cần thiết và phân cách thích hợp với các phần mang điện trong điều kiện vận hành bình thường, có tính đến các ảnh hưởng bên ngoài liên quan. Khoảng cách giữa tắm chắn hoặc vỏ bọc dẫn điện và các

phần mang điện mà chúng bảo vệ không được nhỏ hơn các giá trị quy định đối với khe hở không khí và chiều dài đường rò trong 8.3.

Trong trường hợp cần tháo tấm chắn hoặc mở vỏ bọc hoặc tháo các phần của vỏ bọc (xem 8.4.6), chỉ được thực hiện việc này khi các điều kiện từ a) đến c) được đáp ứng.

a) Bằng cách sử dụng chìa khoá hoặc dụng cụ, tức là hỗ trợ cơ khí bất kỳ, để mở cửa, nắp hoặc làm mất hiệu lực khoá liên động.

b) Sau khi cách ly nguồn với các phần mang điện, mà dựa vào sự cách ly này các tấm chắn hoặc vỏ bọc cung cấp bảo vệ cơ bản, việc khôi phục nguồn chỉ được phép sau khi đặt lại hoặc đóng lại các tấm chắn hoặc vỏ bọc. Trong hệ thống TN-C và TN-C-S, dây dẫn PEL, PEM hoặc PEN không được cách ly hoặc đóng cắt. Trong các hệ thống TN-S và TN-C-S, dây điểm giữa và dây trung tính không nhất thiết phải được cách ly hoặc đóng cắt (xem IEC 60364-5-53:2001, 536.1.2).

VÍ DỤ: Bằng cách khoá liên động (các) cửa có bộ ngắt sao cho chúng chỉ có thể mở khi bộ ngắt ở vị trí được cách ly và việc đóng lại bộ ngắt mà không sử dụng dụng cụ là không thực hiện được trong khi cửa đang mở.

c) Trong trường hợp tấm chắn trung gian cung cấp bảo vệ tối thiểu là IPXXB ngăn tiếp xúc với các phần mang điện, thì tấm chắn này chỉ có thể tháo ra khi sử dụng chìa khoá hoặc dụng cụ.

8.4.3 Bảo vệ sự cố

8.4.3.1 Điều kiện lắp đặt

Cụm lắp ráp phải có các biện pháp bảo vệ và thích hợp cho các hệ thống lắp đặt được thiết kế để phù hợp với IEC 60364-4-41:2005 và AMD1:2017.

CHÚ THÍCH: Biện pháp bảo vệ thích hợp đối với các hệ thống lắp đặt cụ thể có thể chịu các yêu cầu bổ sung hoặc yêu cầu khác, ví dụ đối với hệ thống lắp đặt trên tàu thủy như cho trong bộ tiêu chuẩn IEC 60092.

Khi hệ thống nối đất TT được sử dụng trong mạng điện, một trong các biện pháp bảo vệ dưới đây phải được đặt trong cụm lắp ráp:

- a) cách điện kép hoặc cách điện tăng cường của tất cả các dây dẫn (cáp đi vào, đầu nối kéo dài, v.v.) đến phía nguồn của RCD đầu tiên trong hệ thống (không yêu cầu khi sử dụng cụm lắp ráp Cấp II); hoặc
- b) thiết bị dòng dư (RCD) bảo vệ mạch điện đi vào.

CHÚ THÍCH 2: Cách thức tương đương với cách điện tăng cường có thể được cung cấp bởi các đầu nối cứng, không khí hoặc bảo vệ cơ thích hợp khác.

Các trang bị này phải theo thoả thuận giữa người sử dụng và nhà chế tạo.

8.4.3.2 Yêu cầu đối với dây bảo vệ để tự động ngắt nguồn

8.4.3.2.1 Quy định chung

Từng cụm lắp ráp phải có dây bảo vệ để tự động ngắt nguồn nhằm:

- a) bảo vệ chống các hậu quả của các sự cố chạm đất trong cụm lắp ráp cấp I;
- b) bảo vệ chống các hậu quả của các sự cố chạm đất trong các mạch bên ngoài được cấp điện thông qua cụm lắp ráp cấp I và cấp II. Trong trường hợp cụm lắp ráp cấp II, dây bảo vệ có thể lắp trong hoặc không được lắp trong cụm lắp ráp: cho phép nó đi qua bên ngoài cụm lắp ráp.

CHÚ THÍCH: Vỏ bọc có thể là mạch bảo vệ hoặc một phần của mạch bảo vệ.

Các yêu cầu cần phù hợp được cho trong 8.4.3.2.2 và 8.4.3.2.3.

Các yêu cầu để nhận biết dây bảo vệ (PE, PEN, PEM, PEL) được cho trong 8.6.6.

8.4.3.2.2 Yêu cầu đối với liên mạch nối đất cung cấp bảo vệ chống các hậu quả của sự cố trong cụm lắp ráp cấp I

Tất cả các phần dẫn để hở của cụm lắp ráp phải được nối liên kết với nhau và với dây bảo vệ của nguồn hoặc thông qua dây nối đất đến bố trí nối đất.

Các đầu nối liên kết này có thể đạt được bằng các đầu nối bắt vít kim loại, hàn hoặc các đầu nối dẫn khác, hoặc bởi dây dẫn riêng rẽ cung cấp liên mạch nối đất.

Với các phần kim loại của cụm lắp ráp khi sử dụng bề mặt chịu mài mòn (ví dụ tấm lắp ống lắp cáp có lớp phủ bột), các đầu nối liên kết cung cấp liên mạch nối đất đòi hỏi phải loại bỏ hoặc thâm nhập qua lớp phủ.

Phương pháp kiểm tra sự liên mạch nối đất giữa phần dẫn để hở của cụm lắp ráp và dây bảo vệ được cho trong 10.5.2.

Đối với sự liên mạch của các mối nối này, phải áp dụng như sau:

- a) Khi phần của cụm lắp ráp được tháo ra, ví dụ cho bảo dưỡng thường xuyên, sự liên mạch của nối đất đối với phần còn lại của cụm lắp ráp không được bị gián đoạn.

Phương tiện sử dụng để lắp các phần kim loại khác nhau của cụm lắp ráp được coi là đủ đảm bảo sự liên mạch nối đất nếu thực hiện các biện pháp phòng ngừa đảm bảo tính dẫn điện tốt lâu dài.

Các ống kim loại mềm không được sử dụng làm dây bảo vệ trừ khi chúng được thiết kế cho mục đích này.

Đối với các nắp, cửa, tấm đệm và tương tự, các mối nối bắt vít kim loại thông thường và các bản lề kim loại được coi là đủ để đảm bảo tính liên mạch nối đất với điều kiện không có thiết bị nào gắn với chúng trừ thiết bị là một phần của hệ thống PELV hoặc SELV.

Nếu thiết bị có điện áp vượt quá các giới hạn của các hệ thống PELV hoặc SELV, khi thích hợp, được gắn với nắp, cửa, hoặc tấm che, phải thực hiện các biện pháp bổ sung để đảm bảo liên mạch nối đất. Các phần này (nắp, cửa hoặc tấm đệm) phải được lắp với dây bảo vệ (PE) có tiết diện theo Bảng 3 tùy thuộc vào dòng điện làm việc danh định cao nhất I_e của thiết bị gắn vào. Một cách khác, nếu dòng điện làm việc danh định của thiết bị gắn vào nhỏ hơn hoặc bằng 16 A thì mối nối điện tương đương được

thiết kế riêng và được kiểm tra cho mục đích này phải được cung cấp (ví dụ tiếp điểm trượt, bản lề được bảo vệ chống ăn mòn).

Các phần dẫn đề hồ của thiết bị không thể nối liên kết để liền mạch nối đất bằng các phương tiện cố định của thiết bị thì phải được nối với bố trí nối đất của cụm lắp ráp bởi dây dẫn có tiết diện được chọn theo Bảng 3.

Các phần dẫn đề hồ nhất định của cụm lắp ráp không gây nguy hiểm thì không nhất thiết phải được nối với bố trí nối đất:

- vì chúng không thể bị chạm trên các bề mặt rộng hoặc kẹp bằng tay; hoặc
- vì chúng có kích cỡ nhỏ (khoảng 50 mm × 50 mm) hoặc được đặt sao cho loại bỏ tiếp xúc bất kỳ với phần mang điện.

Yêu cầu này áp dụng cho vít, đinh tán và tấm ghi nhãn. Nó cũng áp dụng cho các phần điện tử của công tắc tơ hoặc rơ le, lõi từ của máy biến áp, các phần nhất định của bộ phận hoặc tương tự, bất kể kích cỡ của chúng.

Khi các phần tháo ra có bề mặt đỡ bằng kim loại, các bề mặt này phải được coi là đủ đảm bảo liền mạch nối đất với điều kiện áp lực đặt lên chúng đủ lớn.

8.4.3.2.3 Yêu cầu đối với dây bảo vệ cung cấp bảo vệ chống các hậu quả do sự cố chạm đất trong mạch bên ngoài được cấp điện thông qua cụm lắp ráp cấp I và cấp II

Dây bảo vệ nằm trong cụm lắp ráp phải được thiết kế sao cho nó có thể chịu được các ứng suất nhiệt và ứng suất động cao nhất xảy ra do các dòng điện sự cố nối đất trong mạch điện bên ngoài được sử dụng làm dây bảo vệ hoặc một phần của nó. Các yêu cầu bổ sung đối với dây bảo vệ của các cụm lắp ráp cấp II được cho trong 8.4.4 c).

Ngoại trừ trường hợp kiểm tra xác nhận khả năng chịu ngắn mạch không được yêu cầu theo 10.11.2, việc kiểm tra xác nhận phải được thực hiện theo 10.5.3.

Về nguyên tắc, ngoại trừ các trường hợp được đề cập dưới đây, dây bảo vệ trong cụm lắp ráp không được có thiết bị ngắt (áp tô mát, bộ ngắt, v.v.).

- Trên dây bảo vệ, cho phép có các dây liên kết loại tháo rời được bằng dụng cụ và chỉ tiếp cận được bởi người được ủy quyền (các dây liên kết này có thể cần thiết đối với các thử nghiệm nhất định).
- Trong trường hợp sự liền mạch có thể bị gián đoạn bởi bộ nối hoặc thiết bị dạng phích cắm ổ cắm, mạch bảo vệ chỉ được gián đoạn sau khi các dây mang điện được ngắt và sự liền mạch được thiết lập trước khi dây mang điện được nối lại.

Trong trường hợp cụm lắp ráp chứa các bộ phận kết cấu, khung, vỏ bọc, v.v. bằng vật liệu dẫn điện, dây bảo vệ nếu có không nhất thiết phải cách điện với các bộ phận này. Dây dẫn đến thiết bị phát hiện sự cố hoạt động bằng điện, kể cả các dây nối chúng với điện cực đất riêng rẽ, phải được cách ly khi nhà chế tạo quy định như vậy. Điều này cũng có thể áp dụng cho mối nối đất của trung tính máy biến áp.

Tiết diện của dây bảo vệ (PE, PEL, PEM, PEN) trong cụm lắp ráp mà các dây bên ngoài được thiết kế để nối đến không được nhỏ hơn giá trị tính được bằng công thức chỉ ra trong Phụ lục B bằng cách sử dụng dòng điện sự cố chạm đất lớn nhất và thời gian sự cố mà có thể xảy ra và có tính đến giới hạn của SPD bảo vệ dây dẫn mang điện tương ứng. Khả năng chịu ngắn mạch được kiểm tra theo 10.5.3.

Đối với dây dẫn PEL, PEM, PEN, áp dụng các yêu cầu bổ sung sau.

- Tiết diện tối thiểu phải bằng 10 mm² đối với đồng và 16 mm² đối với nhôm,
- Dây PEN và PEM phải có tiết diện không nhỏ hơn tiết diện yêu cầu cho dây điểm giữa và dây trung tính (xem 8.6.1).
- Dây PEN, PEM và PEL không nhất thiết phải có cách điện trong cụm lắp ráp cấp I.
- Các bộ phận kết cấu không được sử dụng làm dây PEN, PEL và PEM; tuy nhiên cho phép sử dụng các ray lắp đặt theo IEC 60947-7-2:2009, Phụ lục A, bằng đồng hoặc nhôm.

Để xem chi tiết về các yêu cầu đối với đầu nối của dây bảo vệ bên ngoài, xem 8.8.

8.4.3.3 Phân cách về điện

Phân cách về điện của các mạch điện riêng rẽ được thiết kế để ngăn điện giật do tiếp xúc với các phần mang điện dễ sờ mà có thể trở nên mang điện khi cách điện chính của mạch điện bị hỏng.

Đối với kiểu bảo vệ này, xem IEC 60364-4-41:2005 và AMD1:2017.

8.4.4 Yêu cầu bổ sung đối với cụm lắp ráp cấp II

Đối với bảo vệ cơ bản và bảo vệ sự cố, bằng cách điện kép hoặc cách điện tăng cường, các yêu cầu bổ sung sau phải được đáp ứng. Thiết bị điện phải được bọc trong vật liệu cách điện tương đương với cách điện kép hoặc cách điện tăng cường. Vỏ bọc phải mang ký hiệu và phải nhìn thấy được từ bên ngoài không gian được bảo vệ.

CHÚ THÍCH 1: Vỏ bọc có thể là không gian được bảo vệ hoặc không gian được bảo vệ có thể nằm phía sau tấm chắn phía sau cửa của vỏ bọc.

CHÚ THÍCH 2: Yêu cầu của cụm lắp ráp cấp II có thể được đáp ứng bằng vỏ bọc kim loại được phân cách với các phần mang điện nguy hiểm và các dây PEL, PEM và PEN bởi cách điện kép hoặc cách điện tăng cường.

b) Vỏ bọc không được có điểm nào bị chọc thủng bởi các phần dẫn điện theo cách sao cho có khả năng điện áp sự cố bị đưa ra khỏi vỏ bọc.

Điều này có nghĩa là các phần kim loại, ví dụ như trục của cơ cấu chấp hành mà vì lý do kết cấu phải xuyên qua vỏ bọc, phải được cách điện ở phía bên trong hoặc bên ngoài của vỏ bọc khỏi các phần mang điện đối với điện áp cách điện danh định lớn nhất và điện áp chịu xung danh định lớn nhất của tất cả các mạch điện trong cụm lắp ráp.

Nếu cơ cấu chấp hành hoặc tương tự được làm bằng kim loại (được bọc vật liệu cách điện hoặc không), nó phải có cách điện được tính theo điện áp cách điện danh định lớn nhất và điện áp chịu xung danh định lớn nhất của tất cả các mạch điện trong cụm lắp ráp.

c) Nếu cơ cấu chấp hành hoặc tương tự về cơ bản được làm bằng vật liệu cách điện, phần kim loại bất kỳ có thể trở nên tiếp cận được khi cách điện bị hỏng cũng phải được cách điện với các phần mang điện đối với điện áp cách điện danh định lớn nhất và điện áp chịu xung danh định lớn nhất của tất cả các mạch điện trong cụm lắp ráp. Vỏ bọc hoặc không gian được bảo vệ, khi cụm lắp ráp cấp II được sẵn sàng để hoạt động và được nối với nguồn, phải bọc tất cả các phần mang điện, phần dẫn điện để hở và phần thuộc về mạch bảo vệ theo cách sao cho chúng không thể bị chạm tới. Vỏ bọc tối thiểu phải cung cấp bảo vệ IP2XC (xem IEC 60529:1989, AMD1:1999 và AMD2:2013).

Nếu dây dẫn bảo vệ bên ngoài PEL, PEM hoặc PEN đi qua cụm lắp ráp cấp II thì cụm lắp ráp cần có đầu nối được nhận biết thích hợp.

Bên trong vỏ bọc hoặc không gian được bảo vệ của cụm lắp ráp cấp II, dây bảo vệ (dây PE, PEL, PEM hoặc PEN) và đầu nối của nó phải được cách điện với các phần mang điện và phần dẫn điện để hở. Phần dẫn điện để hở bên trong cụm lắp ráp không được nối với dây bảo vệ. Điều này cũng áp dụng với thiết bị lắp sẵn, ngay cả khi chúng có đầu nối dùng cho dây bảo vệ.

e) Nếu cửa hoặc tấm che của vỏ bọc có thể được mở ra mà không cần sử dụng chìa khoá hoặc dụng cụ, tấm chắn bằng vật liệu cách điện phải được cung cấp mà sẽ cung cấp bảo vệ tối thiểu là IPXXB chống tiếp xúc không chủ ý không chỉ với các phần mang điện có thể tiếp cận mà cả với phần dẫn điện để hở mà chỉ có thể tiếp cận sau khi cửa hoặc tấm che được mở ra; tuy nhiên tấm chắn không được có thể tháo ra khi không sử dụng dụng cụ.

8.4.5 Hạn chế điện tích và dòng điện chạm trạng thái ổn định

Nếu cụm lắp ráp chứa các thiết bị có thể lưu giữ các điện tích sau khi chúng cắt điện (dây tụ điện không có bảo vệ cơ bản, v.v.) thì phải có nhãn cảnh báo.

Các tụ điện nhỏ ví dụ như các tụ điện được sử dụng để dập hồ quang, làm chậm đáp ứng của rơ le, v.v. không được coi là nguy hiểm.

Tiếp xúc không chủ ý không được coi là nguy hiểm nếu điện áp tạo ra từ các điện tích tĩnh điện thấp hơn điện áp một chiều 60 V trong ít hơn 5 s sau khi ngắt khỏi nguồn cung cấp.

Dòng điện chạm được giới hạn bằng cách đảm bảo các phần dẫn điện để hở được nối hiệu quả đến dây bảo vệ. Xem 10.5.2.

8.4.6 Điều kiện hoạt động và vận hành

8.4.6.1 Thiết bị được hoạt động hoặc linh kiện được thay bởi người bình thường

Bảo vệ chống tiếp xúc với phần mang điện phải được duy trì khi vận hành thiết bị hoặc khi thay linh kiện.

Cấp bảo vệ tối thiểu phải là IPXXC. Trong quá trình thay thế các bóng đèn hoặc dây chầy, các lỗ hở lớn hơn lỗ hở được xác định bởi cấp bảo vệ IPXXC là được phép.

8.4.6.2 Các yêu cầu liên quan đến việc tiếp cận trong vận hành bởi người được uỷ quyền

8.4.6.2.1 Quy định chung

Tuỳ thuộc vào ứng dụng và khả năng tiếp cận cần thiết trong vận hành bởi người được uỷ quyền, một hoặc nhiều yêu cầu dưới đây trong 8.4.6.2.2 đến 8.4.6.2.4 phải được đáp ứng. Các yêu cầu này phải được bổ sung cho bảo vệ cơ bản quy định trong 8.4.2.

Nếu các cửa hoặc tấm che của cụm lắp ráp có thể được mở bởi người được uỷ quyền bằng cách làm mất hiệu lực khoá liên động để tiếp cận đến các phần mang điện, sau đó khoá liên động phải tự động khôi phục sau khi đóng lại các cửa hoặc đặt lại tấm che.

Chướng ngại vật có thể được sử dụng để ngăn ngừa:

- tiếp cận không chủ ý của cơ thể với phần mang điện; hoặc
- tiếp xúc không chủ ý với các phần mang điện trong hoạt động của thiết bị mang điện trong vận hành bình thường.

Chướng ngại vật có thể được loại bỏ mà không cần sử dụng chìa khoá hoặc dụng cụ nhưng phải được bảo đảm sao cho ngăn ngừa việc loại bỏ không chủ ý. Khoảng cách giữa chướng ngại vật dẫn điện và các phần mang điện mà chúng bảo vệ không được nhỏ hơn các giá trị quy định đối với khe hở không khí và chiều dài đường rõ trong 8.3.

Trong trường hợp chướng ngại vật dẫn điện được phân cách với các phần mang điện nguy hiểm chỉ bằng bảo vệ cơ bản thì nó là phần dẫn điện dễ hở và phải áp dụng các biện pháp bảo vệ sự cố.

8.4.6.2.2 Các yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận để kiểm tra và các thao tác tương tự

Cụm lắp ráp phải có kết cấu sao cho các thao tác nhất định có thể được thực hiện khi cụm lắp ráp đang hoạt động và đang được cấp điện.

Các thao tác này có thể gồm:

- kiểm tra bằng mắt
 - o thiết bị đóng cắt và các thiết bị khác;
 - o giá trị đặt và cơ cấu chỉ thị của rơ le và bộ nhả;
 - o các đầu nối và ghi nhãn dây dẫn.
- điều chỉnh hoặc đặt lại rơ le, bộ nhả và thiết bị điện tử;
- thay dây chầy;
- thay bóng đèn chỉ thị;

– thao tác xác định vị trí sự cố ví dụ đo điện áp và dòng điện bằng thiết bị được thiết kế và cách điện thích hợp.

8.4.6.2.3 Các yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận để bảo dưỡng

Để cho phép bảo dưỡng các khối chức năng được cách ly hoặc nhóm các khối chức năng được cách ly trong cụm lắp ráp với các khối chức năng hoặc nhóm các khối chức năng liền kề vẫn mang điện, phải thực hiện các biện pháp cần thiết. Việc lựa chọn phụ thuộc vào các yếu tố như điều kiện vận hành, tần suất bảo dưỡng, năng lực của người được uỷ quyền cũng như quy tắc lắp đặt cục bộ. Các biện pháp này có thể gồm:

- đủ không gian giữa khối hoặc nhóm các khối chức năng với khối hoặc nhóm khối chức năng liền kề. Khuyến cáo rằng các phần có nhiều khả năng phải tháo ra khi bảo dưỡng nên có các phương tiện xiết chặt có thể giữ được;
- sử dụng tấm chắn hoặc chướng ngại vật được thiết kế và bố trí để bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp với thiết bị trong các khối hoặc nhóm các khối chức năng liền kề;
- sử dụng tấm che đầu nối;
- sử dụng các ngăn cho mỗi khối hoặc nhóm các khối chức năng;
- lắp phương tiện bảo vệ bổ sung được nhà chế tạo cung cấp hoặc quy định.

8.4.6.2.4 Các yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận để mở rộng khi vẫn được cấp điện

Khi có yêu cầu cho phép mở rộng cụm lắp ráp sau này với các khối hoặc nhóm các khối chức năng bổ sung trong khi phần còn lại của cụm lắp ráp vẫn được cấp điện, phải áp dụng các yêu cầu quy định trong 8.4.6.2.3, theo thoả thuận giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng. Các yêu cầu này cũng áp dụng để lắp đặt và đấu nối bổ sung các cáp khi cáp hiện có vẫn mang điện.

Việc mở rộng thanh cái và đấu nối các khối bổ sung vào nguồn cấp vào của chúng không được thực hiện khi đang cấp điện, trừ khi cụm lắp ráp được thiết kế cho mục đích này.

8.5 Kết hợp thiết bị đóng cắt và linh kiện

8.5.1 Các phần cố định

Đối với các phần cố định (xem 3.2.1), các đầu nối của mạch điện chính (xem 3.1.3) chỉ được nối hoặc ngắt khi không mang điện. Việc tháo và lắp các phần cố định đòi hỏi phải sử dụng dụng cụ.

Việc ngắt các phần cố định đòi hỏi phải cách ly toàn bộ cụm lắp ráp hoặc một phần của nó.

Để ngăn các thao tác không được uỷ quyền, thiết bị đóng cắt có thể được cung cấp cùng với phương tiện để gắn nó vào một hoặc nhiều vị trí của nó.

8.5.2 Các phần tháo ra được

Các phần tháo ra được phải được kết cấu sao cho thiết bị điện của nó có thể được tháo ra một cách an toàn khỏi, hoặc được nối vào, mạch điện chính ngay cả khi mạch này đang mang điện. Các phần tháo ra được có thể có khoá liên động (xem 3.2.5).

Phải đáp ứng khe hở không khí và chiều dài đường rò (xem 8.3) khi chuyển từ vị trí này sang vị trí khác.

Phần tháo ra được phải được lắp với thiết bị để đảm bảo rằng nó chỉ có thể được tháo ra vào lắp lại sau khi mạch điện chính của nó được cắt khỏi tải.

Nếu có thể xảy ra các thao tác không chủ ý thì các phần tháo ra được phải có phương tiện khoá để giữ chúng ở một hoặc nhiều vị trí của chúng.

8.5.3 Chọn thiết bị đóng cắt và linh kiện

Thiết bị đóng cắt và linh kiện lắp trong các cụm lắp ráp phải phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan.

Thiết bị đóng cắt và linh kiện phải thích hợp cho ứng dụng cụ thể liên quan đến thiết kế bên ngoài của cụm lắp ráp (ví dụ kiểu mở hoặc kiểu kín), điện áp danh định, dòng điện danh định, tuổi thọ vận hành, khả năng mang và cắt, khả năng chịu ngắn mạch, v.v.

Điện áp cách điện danh định và điện áp chịu xung danh định của thiết bị được lắp trong mạch điện phải bằng hoặc lớn hơn giá trị tương ứng được ấn định cho mạch điện đó. Trong một số trường hợp, bảo vệ quá áp có thể cần thiết (ví dụ đối với thiết bị đáp ứng cấp quá áp cấp II (xem 3.6.11)). Thiết bị đóng cắt và linh kiện có khả năng chịu ngắn mạch và/hoặc khả năng cắt không đủ để chịu được các ứng suất có nhiều khả năng xảy ra tại nơi lắp đặt, phải được bảo vệ bởi thiết bị bảo vệ có đặc tính giới hạn dòng thích hợp, ví dụ cầu chảy hoặc áp tô mát giới hạn dòng. Khi chọn thiết bị bảo vệ giới hạn dòng dùng cho thiết bị đóng cắt lắp liền, các giá trị lớn nhất cho phép được nhà chế tạo thiết bị quy định phải được tính đến liên quan đến phối hợp (xem 9.3.4).

Phối hợp của thiết bị đóng cắt và linh kiện phải phù hợp với các tiêu chuẩn liên quan. Phối hợp của bộ khởi động động cơ và thiết bị bảo vệ ngắn mạch phải phù hợp với IEC 60947-4-1:2018. Xem thêm 9.3.4.

CHÚ THÍCH: Hướng dẫn được cho trong IEC TR 61912-1:2007 và IEC TR 61912-2:2009.

8.5.4 Lắp thiết bị đóng cắt và linh kiện

Thiết bị đóng cắt và linh kiện phải được lắp đặt và đi dây trong cụm lắp ráp theo các hướng dẫn của nhà chế tạo và theo cách để làm việc đúng của chúng không bị ảnh hưởng bởi tương tác qua lại, ví dụ nhiệt, phát xạ đóng cắt, rung, trường điện từ, mà có mặt trong làm việc bình thường. Trong trường hợp thiết bị điện từ, chúng có thể cần phân cách hoặc chống nhiễu tất cả các mạch xử lý tín hiệu điện từ.

Khi lắp đặt cầu chảy, nhà chế tạo ban đầu phải quy định kiểu và thông số đặc trưng của dây chảy cần sử dụng.

8.5.5 Khả năng tiếp cận

Các thiết bị điều chỉnh và đặt lại loại phải thao tác bên trong cụm lắp ráp thì phải dễ dàng tiếp cận được.

Các khối chức năng được lắp trên cùng một giá đỡ (tấm lắp đặt, khung lắp đặt) và các đầu nối của chúng dùng cho các dây dẫn ngoài phải được bố trí sao cho có thể tiếp cận để lắp đặt, đi dây, bảo dưỡng và thay thế.

Giả thiết để của cụm lắp ráp và khu vực đứng cho người thao tác ở cùng một mức, thì phải áp dụng các yêu cầu về khả năng tiếp cận nêu dưới đây kết hợp với các cụm lắp ráp đứng sàn.

- Các đầu nối, ngoại trừ đầu nối dùng cho dây bảo vệ, phải được đặt ở vị trí tối thiểu là 0,2 m cao hơn đế của cụm lắp ráp và, ngoài ra, được đặt sao cho các cáp có thể dễ dàng đầu nối với các đầu nối này với bán kính uốn dự kiến của chúng.
- Thiết bị đo chỉ thị cần được đọc bởi người vận hành phải được đặt ở khu vực giữa 0,2 m và 2,2 m phía trên đế của cụm lắp ráp.
- Thiết bị thao tác ví dụ tay cầm, nút ấn hoặc tương tự phải được đặt ở độ cao sao cho chúng có thể dễ dàng thao tác; điều này có nghĩa là đường tâm của chúng phải ở vị trí trong vùng từ 0,2 m đến 2 m phía trên đế của cụm lắp ráp. Thiết bị được thao tác không thường xuyên (ví dụ ít hơn một lần một tháng) có thể được lắp ở độ cao đến 2,2 m.
- Cơ cấu chấp hành dùng cho thiết bị đóng cắt khẩn cấp (xem 536.4.2 của IEC 60364-5-53:2001) phải tiếp cận được trong vùng từ 0,8 m đến 1,6 m phía trên đế của cụm lắp ráp.

8.5.6 Tắm chắn

Tắm chắn dùng cho thiết bị đóng cắt bằng tay phải được thiết kế sao cho phát xạ đóng cắt không gây nguy hiểm cho người thao tác.

Để giảm thiểu nguy hiểm khi thay cầu chảy, tắm chắn giữa các pha phải được đặt vào trừ khi thiết kế và vị trí của cầu chảy làm cho yêu cầu này là không cần thiết.

8.5.7 Hướng thao tác và chỉ thị các vị trí đóng cắt

Các vị trí hoạt động của linh kiện và thiết bị phải được nhận biết rõ ràng. Các vị trí hoạt động là vị trí “on” và “off” (xem 8.1.6 của IEC 60947-1:2020). Vị trí tác động không được coi là vị trí hoạt động và không nhất thiết phải được nhận biết. Nếu hướng thao tác không phù hợp với IEC 60447:2004 thì hướng thao tác phải được nhận biết rõ ràng.

8.5.8 Đèn chỉ thị và nút ấn

Nếu không có quy định khác trong tiêu chuẩn sản phẩm liên quan, màu của đèn chỉ thị và nút ấn phải theo IEC 60073:2002.

8.5.9 Khối hiệu chỉnh hệ số công suất

Đối với các khối hiệu chỉnh hệ số công suất lắp trong cụm lắp ráp, các yêu cầu của IEC 61921:2017 phải được đáp ứng.

CHÚ THÍCH: IEC 61439 là tham chiếu chính để kiểm tra xác nhận được yêu cầu bởi IEC 61921:2017.

8.6 Mạch điện bên trong và các mối nối

8.6.1 Mạch điện chính

Các thanh cái (để trần hoặc có cách điện, xem 3.1.5) phải được bố trí theo cách sao cho không xảy ra ngắn mạch bên trong. Chúng phải được đánh giá ít nhất là phù hợp với các yêu cầu liên quan đến khả năng chịu ngắn mạch (xem 9.3) và được thiết kế để chịu được tối thiểu là ứng suất ngắn mạch được giới hạn bởi (các) thiết bị bảo vệ về phía nguồn của thanh cái.

Trong một ngăn, dây dẫn (bao gồm cả thanh cái phân phối) giữa thanh cái chính và phía nguồn cấp của các khối chức năng – hoặc giữa các đầu nối tải của thiết bị đi vào và các đầu nối nguồn của từng SCPD đi ra trong trường hợp cụm lắp ráp có một ngăn – cũng như các linh kiện lắp trong các khối này, có thể được đánh giá trên cơ sở giảm ứng suất ngắn mạch xảy ra ở phía tải của thiết bị bảo vệ ngắn mạch tương ứng trong mỗi khối. Điều này được áp dụng với điều kiện là các dây dẫn này được bố trí sao cho trong làm việc bình thường, không xảy ra ngắn mạch bên trong giữa các phần mang điện và/hoặc giữa các phần mang điện và đất (xem 8.6.4).

Tiết diện nhỏ nhất của dây trung tính trong mạch điện ba pha và trung tính phải bằng:

- 100 % tiết diện dây tương ứng, đối với mạch điện có tiết diện dây pha đến và bằng 16 mm²,
- 50 % tiết diện dây tương ứng với tối thiểu là 16 mm², đối với các mạch điện có tiết diện dây pha lớn hơn 16 mm².

CHÚ THÍCH: Có một số ứng dụng cụ thể khi người sử dụng chấp nhận dây trung tính nhỏ hơn.

Giả thiết là dây trung tính:

- a) dòng điện không vượt quá 50 % dòng điện pha;
- b) dây được làm bằng cùng vật liệu với dây pha. Trong trường hợp không phải như vậy, dây trung tính phải có tối thiểu điện dung hoặc khả năng mang dòng giống với khi dây trung tính có cùng vật liệu với dây pha.

Đối với các ứng dụng nhất định có các giá trị cao của hài thứ tự không (ví dụ hài bậc ba), có thể cần tiết diện của dây trung tính lớn hơn vì các hài này của đường dây được đưa thêm vào dây trung tính và dẫn đến tải dòng điện cao ở các tần số cao hơn. Điều này phải có thoả thuận đặc biệt giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng.

Dây PEL, PEM và PEN phải được tính kích thước theo quy định trong 8.4.3.2.3.

8.6.2 Mạch điện phụ trợ

Thiết kế các mạch điện phụ trợ phải tính đến nối đất của (các) mạch điện phụ trợ này và đảm bảo rằng sự cố chạm đất không gây ra hoạt động nguy hiểm ngoài dự kiến.

Nhìn chung, các mạch điện phụ trợ phải được bảo vệ chống các ảnh hưởng của ngắn mạch. Tuy nhiên, không được có thiết bị bảo vệ ngắn mạch nếu hoạt động của chúng có nhiều khả năng gây nguy hiểm. Trong trường hợp như vậy, dây dẫn của mạch điện phụ trợ phải được bố trí theo cách để ngắn mạch không xảy ra (xem 8.6.4).

CHÚ THÍCH: Thông tin thêm về các yêu cầu đối với mạch điện phụ trợ được cho trong IEC 60364-5-55:2011, AMD1:2012 và AMD2:2016, 555.3.4.

8.6.3 Dây dẫn trần và dây dẫn cách điện

Các đầu nối của phần mang dòng không được chịu sự thay đổi quá mức do độ tăng nhiệt thông thường, lão hoá các vật liệu cách điện và rung xuất hiện trong làm việc bình thường. Ảnh hưởng của việc dẫn nở do nhiệt, hoạt động điện hoá trong trường hợp các kim loại khác nhau và lão hoá do nhiệt độ được giữ lại phải được đưa vào xem xét.

Các đầu nối đến thiết bị lắp trên cửa hoặc lắp vào các phần di động khác phải được thực hiện bằng cách sử dụng dây dẫn mềm, ví dụ dây dẫn Cấp 5 hoặc Cấp 6 theo IEC 60228:2004, để cho phép di chuyển các phần. Dây dẫn phải được giữ chặt vào phần cố định và phần di động một cách độc lập với các đầu nối đầu nối điện.

Các đầu nối giữa các phần mang dòng phải được thiết lập bởi phương pháp để đảm bảo áp lực tiếp xúc đủ và lâu bền.

Nếu kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt được tiến hành trên cơ sở các thử nghiệm (xem 10.10.2), việc chọn dây dẫn và tiết diện của nó được sử dụng trong cụm lắp ráp là trách nhiệm của nhà chế tạo ban đầu. Nếu kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt được thực hiện sau các nguyên tắc đánh giá của 10.10.4, các dây dẫn phải có tiết diện nhỏ nhất theo TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009). Các ví dụ về cách sử dụng tiêu chuẩn này đối với các điều kiện bên trong cụm lắp ráp được cho trong Bảng H.1 và H.2. Ngoài khả năng mang dòng của dây dẫn việc chọn còn bị chi phối bởi:

- ứng suất cơ mà cụm lắp ráp có thể phải chịu;
- phương pháp sử dụng để đặt và giữ dây dẫn;
- kiểu cách điện;
- kiểu linh kiện cần được nối (ví dụ thiết bị đóng cắt và điều khiển theo bộ tiêu chuẩn IEC 60947; thiết bị điện tử).

Trong trường hợp các dây dẫn một sợi hoặc mềm được cách điện, áp dụng tiêu chí sau:

- Chúng phải được tính thông số đặc trưng theo tối thiểu là điện áp cách điện danh định (xem 5.2.3) của mạch điện được nối vào.

- Dây dẫn nối hai điểm đầu cuối phải có khớp trung gian, ví dụ bằng cách bện hoặc hàn;
- Dây chỉ có cách điện chính phải được ngăn không tiếp xúc với phần mang điện để trần tại các điện thế khác nhau.
- Các tiếp xúc với các dây dẫn có các cạnh sắc phải được ngăn ngừa.
- Dây dẫn nguồn và thiết bị đo trong tấm che hoặc cửa phải được lắp đặt sao cho không xảy ra hỏng hóc về cơ cho dây dẫn do di chuyển các tấm che hoặc cửa này.
- Chỉ cho phép các đầu nối dạng hàn với thiết bị trong cụm lắp ráp trong các trường hợp có trang bị cho kiểu đầu nối này trên thiết bị và sử dụng kiểu dây dẫn quy định.
- Đối với các thiết bị không phải loại đề cập ở trên, các vấu cáp được hàn hoặc các đầu dây bện được hàn không được chấp nhận trong các điều kiện rung mạnh. Trong các vị trí nơi có rung mạnh trong làm việc bình thường, ví dụ trong trường hợp làm việc của máy nạo vét hoặc cần cẩu, làm việc trên các boong tàu, thiết bị nâng và đầu máy, cần lưu ý đến việc đỡ các dây dẫn.
- Nhìn chung, chỉ một dây được nối với khối kẹp đầu nối; đầu nối hai hoặc nhiều dây dẫn vào một khối kẹp đầu nối chỉ được phép trong các trường hợp khi các khối kẹp đầu nối được thiết kế cho mục đích này.
- Các dây dẫn của các mạch khác nhau có thể được lắp đặt cạnh nhau, có thể chiếm cùng một đường ống (ví dụ ống, hệ thống máng cáp) hoặc có thể nằm trong cùng một cáp nhiều dây nếu bố trí này không ảnh hưởng đến hoạt động đúng của các mạch liên quan. Trong trường hợp các mạch điện này làm việc ở các điện áp khác nhau, dây dẫn phải được phân cách bởi các tấm chắn thích hợp. Một cách khác, tất cả các dây dẫn trong cùng một đường ống hoặc các dây dẫn trong các cáp nhiều lõi phải được cách điện tính theo điện áp cao nhất mà dây dẫn trong cùng đường ống có thể phải chịu, ví dụ điện áp dây đối với các hệ thống không nối đất và điện áp pha đối với các hệ thống nối đất.

8.6.4 Chọn và lắp đặt dây dẫn mang điện không được bảo vệ để giảm khả năng ngắn mạch

Dây mang điện trong cụm lắp ráp không được bảo vệ bởi thiết bị bảo vệ ngắn mạch (xem 8.6.1 và 8.6.2) phải được chọn và lắp đặt trong toàn bộ cụm lắp ráp theo Bảng 4. Dây mang điện không được bảo vệ được chọn và lắp đặt như trong Bảng 4 phải có tổng chiều dài không quá 3 m giữa thanh cái chính và từng SCPD liên quan hoặc giữa các đầu nối tải của các thiết bị đầu vào và đầu nối nguồn của từng SCPD đầu ra trong trường hợp cụm lắp ráp chỉ có một ngắn.

8.6.5 Nhận biết các dây dẫn của mạch điện chính và mạch điện phụ trợ

Trừ các trường hợp được đề cập trong 8.6.6, phương pháp và phạm vi nhận biết dây dẫn ví dụ bằng cách bố trí, màu hoặc ký hiệu, trên các đầu nối mà chúng được nối đến hoặc trên (các) đầu của bản thân các dây dẫn, thuộc về trách nhiệm của nhà chế tạo cụm lắp ráp và phải phù hợp với các chỉ thị trên sơ đồ đi dây và bản vẽ. Khi thích hợp, phải áp dụng các nhận biết theo IEC 60445:2017.

8.6.6 Nhận biết các dây bảo vệ (PE, PEL, PEM, PEN) và dây trung tính (N) và dây điểm giữa (M) của mạch điện chính

Dây bảo vệ (PE, PEL, PEM hoặc PEN) phải phân biệt rõ ràng bởi vị trí và/hoặc ghi nhãn hoặc màu. Nếu sử dụng nhận biết bởi màu hoặc ghi nhãn thì phải theo IEC 60445:2017. Khi dây bảo vệ cáp một lõi được cách điện, nhận biết bằng màu phải được sử dụng, ưu tiên trên toàn bộ chiều dài cáp.

Dây trung tính hoặc dây điểm giữa của mạch điện chính phải được phân biệt dễ dàng bởi vị trí và/hoặc ghi nhãn hoặc màu (xem IEC 60445:2017 khi có yêu cầu màu xanh lam).

8.6.7 Dây dẫn trong các mạch điện xoay chiều đi qua vỏ bọc hoặc tấm sắt từ

Khi dây dẫn trong các mạch điện xoay chiều có thông số dòng điện vượt quá 200 A đi qua các vỏ bọc, các ngăn hoặc tấm sắt từ, chúng phải:

- được bố trí sao cho các dây dẫn chỉ được bao quanh một cách tập trung bởi vật liệu sắt từ, ví dụ đi qua cùng một lỗ; hoặc
- khi bố trí các dây dẫn đi qua các lỗ riêng rẽ, chúng phải được kiểm tra xác nhận bằng (các) thử nghiệm độ tăng nhiệt.

Cho phép dây dẫn bảo vệ bổ sung đi vào vỏ bọc sắt một cách riêng rẽ.

8.7 Làm mát

Nếu có yêu cầu các biện pháp phòng ngừa đặc biệt tại nơi lắp đặt để đảm bảo làm mát thích hợp, nhà chế tạo cụm lắp ráp phải cung cấp thông tin cần thiết (ví dụ chỉ dẫn về nhu cầu giãn cách đối với bộ phận có nhiều khả năng cản trở sự tản nhiệt hoặc tự sinh nhiệt).

8.8 Đầu nối dùng cho cáp bên ngoài

Dựa trên thông tin từ nhà chế tạo ban đầu, nhà chế tạo cụm lắp ráp phải chỉ ra đầu nối nào thích hợp cho đầu nối các dây dẫn đồng hoặc nhôm, hoặc cả hai. Đầu nối phải sao cho các dây dẫn bên ngoài có thể được nối bởi các phương tiện (vít, bộ nối, v.v.) đảm bảo duy trì được áp lực tiếp xúc cần thiết ứng với thông số dòng điện và khả năng chịu ngắn mạch của thiết bị và mạch điện.

Trong trường hợp không có thông tin cụ thể, các cáp lớn hơn được sử dụng khi đó yêu cầu các đầu nối lớn hơn, các đầu nối phải có khả năng chứa các dây dẫn bằng đồng từ kích cỡ nhỏ nhất đến lớn nhất ứng với dòng điện danh định của thiết bị bảo vệ mạch điện I_n (xem Phụ lục A). Đối với các thiết bị bảo vệ điều chỉnh được, dòng điện danh định là giá trị dòng điện đặt được chọn.

Trong trường hợp đầu nối các dây dẫn bằng nhôm, kiểu, cỡ và phương pháp nối dây dẫn phải theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng.

Trong trường hợp khi dây dẫn bên ngoài dùng cho mạch điện tử có dòng điện và điện áp mức thấp (nhỏ hơn 1 A và nhỏ hơn 50 V AC hoặc 120 V DC) có nối với cụm lắp ráp, thì không áp dụng Bảng A.1.

Không gian đi dây có sẵn phải cho phép đầu nối đúng các dây dẫn bên ngoài bằng vật liệu cho trước và, trong trường hợp các cáp nhiều lõi, cho phép trải rộng các lõi.

Các dây dẫn phải không được chịu ứng suất làm giảm tuổi thọ kỳ vọng bình thường của chúng. Trong trường hợp không có thông tin cụ thể về việc sử dụng các cáp lớn hơn, yêu cầu đầu nối lớn hơn, thì trên mạch ba pha và trung tính, các đầu nối dùng cho dây trung tính phải cho phép đầu nối các dây dẫn bằng đồng có tiết diện nhỏ nhất như sau:

- bằng một nửa tiết diện của dây pha, với tối thiểu là 16 mm², nếu kích cỡ dây pha vượt quá 16 mm²;
- bằng tiết diện đầy đủ của dây pha nếu kích cỡ của dây pha nhỏ hơn hoặc bằng 16 mm².

Đối với các dây dẫn không phải dây dẫn bằng đồng, tiết diện nêu trên cần được thay bằng tiết diện có độ dẫn điện tương đương mà có thể đòi hỏi các đầu nối lớn hơn.

Đối với các ứng dụng nhất định mà dẫn đến các giá trị cao của hài thứ tự không (ví dụ hài bậc ba), có thể đòi hỏi tiết diện của dây trung tính lớn hơn vì các hài này của đường dây được đưa thêm vào dây trung tính và dẫn đến tải dòng điện cao ở các tần số cao hơn. Điều này phải theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng.

Nếu có phương tiện đầu nối dùng cho các dây trung tính, dây điểm giữa, dây bảo vệ, dây PEL, PEM và PEN đi vào hoặc đi ra, chúng phải được bố trí gần với các đầu nối dây pha có liên quan.

CHÚ THÍCH: TCVN 12669-1:2020 (IEC 60204-1:2016) yêu cầu tiết diện nhỏ nhất của dây dẫn và không cho phép đầu nối dây PEN vào thiết bị điện của máy điện.

Các lỗ hờ trong lối vào của cáp, tấm che, v.v. phải được thiết kế sao cho khi các cáp được lắp đặt đúng, phải đạt được các biện pháp bảo vệ chống tiếp xúc và cáp bảo vệ quy định. Điều này ngụ ý là việc lựa chọn phương tiện đi vào thích hợp theo ứng dụng như quy định bởi nhà chế tạo cụm lắp ráp.

Các đầu nối dùng cho dây dẫn bảo vệ bên ngoài phải được ghi nhãn theo IEC 60445:2017. Ví dụ xem ký hiệu đồ họa IEC 60417-5019:2006-08-25. Ký hiệu này không được yêu cầu khi dây bảo vệ bên ngoài được thiết kế để được nối với dây bảo vệ bên trong mà được nhận biết rõ ràng với màu xanh lục và vàng.

Các đầu nối dùng cho dây bảo vệ bên ngoài (PE, PEL, PEM, PEN) và vỏ kim loại của các cáp đầu nối (ống thép, vỏ bọc chì, v.v.) nếu có, phải để trần trụi khi có quy định khác, phù hợp để đầu nối các dây dẫn bằng đồng. Một đầu nối riêng rẽ có kích thước thích hợp phải được cung cấp cho (các) dây dẫn bảo vệ đi ra của mỗi mạch điện.

Trong trường hợp không có thông tin cụ thể về việc sử dụng các cáp lớn hơn, điều này đòi hỏi các đầu nối lớn hơn, đầu nối dùng cho dây bảo vệ phải cho phép đầu nối dây dẫn bằng đồng có tiết diện tùy thuộc vào tiết diện của dây pha tương ứng theo Bảng 5. Các đầu nối dùng cho dây PEN phải giống với đầu nối của dây trung tính.

Trong trường hợp các vỏ bọc và dây dẫn bằng nhôm hoặc hợp kim nhôm, phải có xem xét đặc biệt đến sự nguy hiểm của ăn mòn điện hoá. Phương tiện đấu nối để đảm bảo sự liên mạch của các phần dẫn với các dây bảo vệ bên ngoài không được có chức năng nào khác.

Các biện pháp phòng ngừa đặc biệt có thể cần thiết với các phần kim loại của cụm lắp ráp, đặc biệt là tấm lắp các bộ làm kín các vị trí luồn cáp vào/ra của cụm lắp ráp, nơi sử dụng lớp chống ăn mòn, ví dụ như sơn tĩnh điện.

Việc nhận biết các đầu nối phải phù hợp với IEC 60445:2017 nếu không có quy định khác.

9 Yêu cầu tính năng

9.1 Đặc tính điện môi

9.1.1 Quy định chung

Mỗi mạch điện của cụm lắp ráp phải có khả năng chịu:

- quá điện áp tạm thời;
- quá điện áp quá độ.

Khả năng chịu quá điện áp tạm thời và sự nguyên vẹn của cách điện rắn được kiểm tra bằng điện áp chịu tần số nguồn còn khả năng chịu quá điện áp quá độ được kiểm tra bởi điện áp chịu xung.

Trong trường hợp có các bộ biến tần hoặc các bộ chuyển đổi nguồn, các sóng điện áp phản xạ, các điện áp đỉnh lặp lại và tần số có thể đòi hỏi sự lưu ý đặc biệt.

9.1.2 Điện áp chịu tần số nguồn

Các mạch điện của cụm lắp ráp phải có khả năng chịu các điện áp chịu tần số nguồn thích hợp cho trong Bảng 8 và Bảng 9 (xem 10.9.2). Điện áp cách điện danh định của mạch điện bất kỳ của cụm lắp ráp phải bằng hoặc lớn hơn điện áp làm việc lớn nhất danh định của nó.

Vỏ bọc và các tay cầm thao tác bên ngoài được chế tạo từ hoặc được bao phủ bởi các vật liệu cách điện phải có khả năng chịu các thử nghiệm điện môi tần số nguồn như cho trong 10.9.4 và 10.9.5.

Các dây dẫn được bao phủ bởi vật liệu cách điện để cung cấp bảo vệ chống điện giật phải có khả năng chịu được thử nghiệm điện môi tần số nguồn như cho trong 10.9.6. Thử nghiệm này không yêu cầu đối với các dây dẫn cách điện mà đã được kiểm tra xác nhận là được cách điện thích hợp theo tiêu chuẩn sản phẩm của chúng (ví dụ các cáp).

9.1.3 Điện áp chịu xung

9.1.3.1 Điện áp chịu xung của mạch điện chính

Khe hở không khí từ các phần mang điện đến các phần dẫn dễ hờ và giữa các phần mang điện có điện thế khác nhau phải có khả năng chịu được điện áp thử nghiệm cho trong Bảng 10 tương ứng với điện áp chịu xung danh định.

Điện áp chịu xung danh định của một điện áp làm việc danh định nhất định không được nhỏ hơn giá trị tương ứng trong Phụ lục G với kiểu hệ thống nguồn và điện áp danh nghĩa của hệ thống nguồn của mạch điện tại điểm mà cụm lắp ráp được sử dụng và cấp quá điện áp thích hợp.

9.1.3.2 Điện áp chịu xung của các mạch điện phụ trợ

a) Các mạch điện phụ trợ được nối với mạch điện chính và làm việc ở điện áp làm việc danh định mà không có biện pháp để giảm quá điện áp phải phù hợp với các yêu cầu của 9.1.3.1.

b) Các mạch điện phụ trợ không được nối với mạch điện chính có thể có khả năng chịu quá điện áp khác với khả năng của mạch điện chính. Khe hở không khí của các mạch điện này – xoay chiều hoặc một chiều – phải có khả năng chịu được điện áp chịu xung thích hợp theo Phụ lục G.

9.1.4 Bảo vệ thiết bị bảo vệ chống sét lan truyền

Khi các điều kiện quá điện áp yêu cầu phải kết nối các thiết bị bảo vệ chống sét lan truyền (SPD) với mạch điện chính, thì các SPD đó phải được bảo vệ để ngăn ngừa tình trạng ngắn mạch không kiểm soát được theo quy định của nhà chế tạo SPD.

Việc lắp đặt SPD cần tuân theo các hướng dẫn của nhà chế tạo SPD, ví dụ, tổng chiều dài của dây dẫn giữa các đầu nối của SPD đến dây pha và đất, nếu có.

9.2 Giới hạn độ tăng nhiệt

9.2.1 Quy định chung

Cụm lắp ráp và các mạch điện của nó phải có khả năng mang dòng điện danh định trong các điều kiện quy định (xem 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 và 5.4), có tính đến thông số đặc trưng danh định của linh kiện, bố trí và ứng dụng, mà không vượt quá các giới hạn cho trong Bảng 6 khi được kiểm tra xác nhận theo 10.10. Các giới hạn độ tăng nhiệt cho trong Bảng 6 áp dụng cho nhiệt độ không khí môi trường trung bình hàng ngày là 35 °C.

Độ tăng nhiệt của phần tử hoặc bộ phận là khác nhau giữa nhiệt độ của phần tử hoặc bộ phận này được đo theo 10.10.2.3.3 và nhiệt độ không khí môi trường xung quanh cụm lắp ráp. Nếu nhiệt độ không khí môi trường trung bình cao hơn 35 °C, thì các giới hạn độ tăng nhiệt phải được điều chỉnh theo điều kiện vận hành đặc biệt này, sao cho tổng của nhiệt độ không khí môi trường và giới hạn độ tăng nhiệt riêng rẽ được duy trì như nhau. Nếu nhiệt độ không khí môi trường trung bình hàng ngày thấp hơn 35 °C, điều chỉnh tương tự các giới hạn độ tăng nhiệt là được phép khi có thoả thuận giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng.

Trong một số trường hợp, ví dụ phương tiện làm việc bằng tay, các tấm che bên ngoài và vỏ bọc, cho phép các nhiệt độ cao hơn nhưng không cao hơn các giới hạn lớn nhất từ Bảng 6. Xem Bảng 6, chú thích h.

Độ tăng nhiệt không được gây hỏng cho các phần mang dòng hoặc phần liền kề của cụm lắp ráp. Cụ thể, đối với các vật liệu cách điện, nhà chế tạo ban đầu phải chứng tỏ sự phù hợp bằng tham chiếu chỉ

số nhiệt độ, ví dụ bằng các phương pháp của IEC 60216 (tất cả các phần) hoặc theo TCVN 8086:2009 (IEC 60085:2007).

9.2.2 Điều chỉnh dòng điện danh định đối với các nhiệt độ không khí môi trường thay thế

Nếu các giới hạn độ tăng nhiệt được thay đổi để bao trùm nhiệt độ không khí môi trường khác, thì các dòng điện danh định của tất cả các thanh cái, khối chức năng, v.v. có thể không cần thay đổi theo. Nhà chế tạo ban đầu phải nêu các biện pháp cần thực hiện, nếu có, để đảm bảo sự phù hợp với các giới hạn nhiệt độ. Nếu thực hiện điều chỉnh theo các nhiệt độ không khí môi trường thấp hơn thì các dòng điện danh định của thiết bị công bố bởi nhà chế tạo thiết bị sẽ bị vượt quá.

Nếu thử nghiệm độ tăng nhiệt được thực hiện trước áp dụng các giới hạn độ tăng nhiệt đối với nhiệt độ không khí môi trường trung bình hàng ngày là 35 °C thì lên đến nhiệt độ không khí môi trường trung bình hàng ngày 50 °C, các dòng điện danh định được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm có thể được điều chỉnh bằng cách tính toán cho trong 10.10.3.6.

9.3 Bảo vệ ngắn mạch và khả năng chịu ngắn mạch

9.3.1 Quy định chung

Cụm lắp ráp phải có khả năng chịu các ứng suất nhiệt và động do các dòng điện ngắn mạch không vượt quá các giới hạn danh định.

CHÚ THÍCH 1: Ứng suất ngắn mạch có thể bị giảm bằng cách sử dụng thiết bị giới hạn dòng, ví dụ điện cảm, cầu chảy giới hạn dòng hoặc thiết bị đóng cắt giới hạn dòng khác.

CHÚ THÍCH 2: Khi ngắn mạch gây ra do tác động của thiết bị dập hồ quang (AQD) theo IEC 60947-9-1 hoặc thiết bị ngắn mạch có chủ ý khác, điều này gây ra ứng suất lớn nhất lên mạch điện liên quan.

Cụm lắp ráp phải được bảo vệ chống các dòng điện ngắn mạch bằng, ví dụ, áp tô mát, cầu chảy hoặc kết hợp cả hai, mà có thể được lắp trong cụm lắp ráp hoặc bố trí bên ngoài cụm lắp ráp.

Đối với cụm lắp ráp được thiết kế để sử dụng trong hệ thống IT, thiết bị bảo vệ ngắn mạch cần có khả năng cắt đủ trên mỗi cực ở điện áp pha-pha để giải trừ sự cố chạm đất kép. (Xem IEC 60364-5-53:2001, AMD1:2002 và AMD2:2015).

Nếu không có quy định khác trong hướng dẫn làm việc và bảo dưỡng của nhà chế tạo cụm lắp ráp, các cụm lắp ráp phải chịu ngắn mạch có thể không thích hợp với vận hành sau này khi không có kiểm tra và/hoặc bảo dưỡng bởi người có kỹ năng.

9.3.2 Thông tin liên quan đến khả năng chịu ngắn mạch

Đối với cụm lắp ráp có SCPD lắp trong nguồn đầu vào, nhà chế tạo cụm lắp ráp phải công bố giá trị lớn nhất cho phép của dòng điện ngắn mạch kỳ vọng tại các đầu nối vào của cụm lắp ráp. Giá trị này không được vượt quá (các) thông số đặc trưng thích hợp (xem 5.3.4, 5.3.5 và 5.3.6). Hệ số công suất tương ứng và các giá trị đỉnh phải là các giá trị được thể hiện trong 9.3.3.

Nếu sử dụng áp tô mát có bộ nhà trễ thời gian làm thiết bị bảo vệ ngắn mạch, nhà chế tạo cụm lắp ráp phải nêu thời gian trễ lớn nhất và giá trị đặt dòng điện ứng với dòng điện ngắn mạch kỳ vọng được chỉ ra.

Đối với cụm lắp ráp không lắp thiết bị bảo vệ ngắn mạch trong nguồn đầu vào, nhà chế tạo cụm lắp ráp phải chỉ ra khả năng chịu ngắn mạch theo một hoặc cả hai cách sau:

a) dòng điện chịu ngắn hạn danh định (I_{cw}) cùng với thời gian kết hợp (xem 5.3.5) và dòng điện chịu đỉnh danh định (I_{pk}) (xem 5.3.4);

b) dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện (I_{cc}) kể cả đặc tính giới hạn dòng của SCPD về phía nguồn (xem 3.1.11).

Trong khoảng thời gian tối đa đến 3 s, mối quan hệ giữa dòng điện ngắn hạn danh định và khoảng thời gian tương ứng được cho bởi công thức $I^2t = \text{hằng số}$, với điều kiện giá trị đỉnh không vượt quá dòng điện chịu thử đỉnh danh định.

Đối với cụm lắp ráp có một vài nguồn cấp vào, mà ít có khả năng được làm việc đồng thời, khả năng chịu ngắn mạch có thể được chỉ ra cho mỗi nguồn cấp vào theo như quy định ở trên.

Đối với cụm lắp ráp có một số nguồn đầu vào mà có nhiều khả năng làm việc đồng thời, và đối với cụm lắp ráp có một nguồn cấp vào và một hoặc nhiều nguồn cấp ra công suất lớn góp phần vào dòng điện ngắn mạch, cần xác định các giá trị của dòng điện ngắn mạch kỳ vọng có xét đến tất cả các chế độ làm việc, trong từng nguồn cấp vào, trong từng nguồn cấp ra và trong thanh cái. Dòng điện ngắn mạch kỳ vọng được xác định phải dựa trên dữ liệu do người sử dụng cung cấp.

9.3.3 Quan hệ giữa dòng điện đỉnh và dòng điện ngắn hạn

Để xác định ứng suất điện động, giá trị dòng điện đỉnh phải đạt được bằng cách nhân giá trị hiệu dụng đối với các ứng dụng điện xoay chiều và giá trị trung bình đối với các ứng dụng điện một chiều của dòng điện ngắn mạch bởi hệ số n . Các giá trị đối với hệ số n và hệ số công suất tương ứng trong các ứng dụng điện xoay chiều được cho trong Bảng 7. Hệ số đỉnh đối với các ứng dụng điện một chiều theo thoả thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

CHÚ THÍCH: Đối với các ứng dụng điện một chiều, nếu người sử dụng không quy định giá trị dòng điện đỉnh, thường áp dụng giá trị $n = 1,42$.

9.3.4 Phối hợp thiết bị bảo vệ

Việc phối hợp các thiết bị bảo vệ bên trong cụm lắp ráp với các thiết bị được sử dụng bên ngoài cụm lắp ráp phải tuân theo thoả thuận giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng. Thông tin được cung cấp trong catalo của nhà chế tạo cụm lắp ráp có thể thay cho thoả thuận này.

Nếu các điều kiện làm việc yêu cầu nguồn cung cấp liên tục tối đa, thì việc cài đặt hoặc lựa chọn thiết bị bảo vệ ngắn mạch bên trong cụm lắp ráp, nếu có thể, cần được phối hợp sao cho ngắn mạch xảy ra

trong mạch đầu ra bất kỳ được giải trừ bởi SCPD lắp trong mạch điện đó mà không ảnh hưởng đến các mạch đầu ra khác, do đó đảm bảo tính chọn lọc của hệ thống bảo vệ.

Trong trường hợp thiết bị bảo vệ được nối nối tiếp và được thiết kế để làm việc đồng thời để đạt đến khả năng đóng cắt ngăn mạch yêu cầu (tức là bảo vệ dự phòng), nhà chế tạo cụm lắp ráp phải thông tin cho người sử dụng (ví dụ bằng nhãn cảnh báo trong cụm lắp ráp hoặc trong hướng dẫn làm việc, xem 6.2) rằng không có thiết bị bảo vệ nào được phép thay thế bởi thiết bị khác mà không có kiểu và thông số đặc trưng đồng nhất, trừ khi thiết bị đã được thử nghiệm và chấp nhận kết hợp với thiết bị dự phòng vì khả năng đóng cắt của toàn bộ tổ hợp có thể được thoả hiệp. Hướng dẫn thêm được cho trong IEC TR 61912-1:2007 và IEC TR 61912-2:2009. Xem thêm 8.5.3.

9.4 Tương thích điện từ (EMC)

Đối với các yêu cầu tính năng liên quan đến EMC, xem J.9.4.

10 Kiểm tra xác nhận thiết kế

10.1 Quy định chung

Trong phạm vi trách nhiệm của nhà chế tạo ban đầu, tất cả các kiểm tra xác nhận thiết kế phải được thực hiện hoặc giám sát bởi người có năng lực.

Kiểm tra xác nhận thiết kế được thiết kế để kiểm tra sự phù hợp của thiết kế cụm lắp ráp hoặc hệ thống cụm lắp ráp với các yêu cầu của bộ tiêu chuẩn TCVN 13724 (IEC 61439).

Kiểm tra xác nhận thiết kế phải bao gồm tất cả các hướng lắp đặt được công bố.

Trong trường hợp thử nghiệm trên cụm lắp ráp đã phù hợp với bộ tiêu chuẩn IEC 60439 (đã bị hủy bỏ) hoặc các phiên bản trước đây của bộ tiêu chuẩn TCVN 13724 (IEC 61439) và các kết quả đáp ứng các yêu cầu của phiên bản hiện tại của phần liên quan trong bộ tiêu chuẩn TCVN 13724 (IEC 61439), không cần lặp lại việc kiểm tra xác nhận theo các yêu cầu này.

Không yêu cầu lặp lại các kiểm tra xác nhận trong các tiêu chuẩn sản phẩm của thiết bị đóng cắt hoặc các linh kiện kể cả các dây dẫn được lắp trong cụm lắp ráp, mà đã được chọn theo 8.5.3 và được lắp đặt theo các hướng dẫn của nhà chế tạo chúng. Các thử nghiệm trên thiết bị và linh kiện riêng rẽ kể cả các dây dẫn theo tiêu chuẩn sản phẩm liên quan của chúng không dùng để thay cho các kiểm tra xác nhận thiết kế trong tiêu chuẩn này đối với cụm lắp ráp.

Nếu có các sửa đổi cụm lắp ráp đã được kiểm tra xác nhận, phải sử dụng Điều 10 để kiểm tra xem liệu các sửa đổi này có ảnh hưởng đến tính năng của cụm lắp ráp không. Các kiểm tra xác nhận mới phải được thực hiện nếu có thể có nhiều ảnh hưởng bất lợi.

Các phương pháp khác nhau gồm:

- kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm;

- kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với (các) thiết kế tham chiếu;
- kiểm tra xác nhận bằng đánh giá, tức là khẳng định việc áp dụng đúng các công thức và quy tắc thiết kế, kể cả sử dụng các biên an toàn thích hợp.

Xem Phụ lục D để có đầy đủ danh mục các kiểm tra xác nhận thiết kế.

Khi có nhiều hơn một phương pháp cho cùng một kiểm tra xác nhận, chúng được coi là tương đương và việc chọn phương pháp thích hợp là trách nhiệm của nhà chế tạo ban đầu.

Các thử nghiệm phải được thực hiện trên mẫu đại diện của cụm lắp ráp trong tình trạng sạch và mới.

Tính năng của cụm lắp ráp có thể bị ảnh hưởng bởi các thử nghiệm kiểm tra xác nhận (ví dụ thử nghiệm ngắn mạch). Các thử nghiệm này không cần thực hiện trên cụm lắp ráp được thiết kế để đưa vào vận hành.

Cụm lắp ráp được kiểm tra theo tiêu chuẩn này bởi nhà chế tạo ban đầu (xem 3.10.1) và được chế tạo hoặc lắp ráp bởi nhà chế tạo khác thì không đòi hỏi phải lặp lại các kiểm tra xác nhận thiết kế ban đầu nếu tất cả các yêu cầu và hướng dẫn được quy định và cung cấp bởi nhà chế tạo ban đầu được đáp ứng đầy đủ. Trong trường hợp nhà chế tạo cụm lắp ráp có lắp các bố trí của họ không nằm trong các kiểm tra xác nhận của nhà chế tạo ban đầu thì nhà chế tạo cụm lắp ráp được coi là nhà chế tạo ban đầu liên quan đến các bố trí này và họ phải có trách nhiệm thực hiện các kiểm tra xác nhận thiết kế cho các bố trí thay thế này.

Kiểm tra xác nhận thiết kế phải gồm:

a) Kết cấu

- 10.2 Độ bền của vật liệu và các bộ phận;
- 10.3 Cấp bảo vệ của cụm lắp ráp (mã IP);
- 10.4 Khe hở không khí và chiều dài đường rò;
- 10.5 Bảo vệ chống điện giật và tính toàn vẹn của mạch bảo vệ;
- 10.6 Lắp các thiết bị đóng cắt và linh kiện
- 10.7 Mạch điện bên trong và các đầu nối
- 10.8 Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài

b) Tính năng:

- 10.9 Đặc tính điện môi
- 10.10 Độ tăng nhiệt;
- 10.11 Khả năng chịu ngắn mạch
- 10.12 Tương thích điện từ

Các thiết kế tham chiếu, số lượng các cụm lắp ráp hoặc các phần trong đó được sử dụng để kiểm tra xác nhận, chọn phương pháp kiểm tra xác nhận khi áp dụng và thứ tự tiến hành các kiểm tra xác nhận phải tham vấn nhà chế tạo ban đầu.

Dữ liệu sử dụng, các tính toán được thực hiện và so sánh được tiến hành đối với kiểm tra xác nhận các cụm lắp ráp phải được ghi vào trong các báo cáo kiểm tra xác nhận.

10.2 Độ bền của vật liệu và các bộ phận

10.2.1 Quy định chung

Khả năng về cơ, điện và nhiệt của các vật liệu và các phần kết cấu của cụm lắp ráp phải được coi là được chứng minh bằng kiểm tra xác nhận kết cấu và đặc tính tính năng.

Trong trường hợp sử dụng vỏ tủ điện theo TCVN 13725:2023 (IEC 62208:2011) và không có sửa đổi nào làm giảm tính năng của vỏ bọc, không yêu cầu lắp lại thử nghiệm vỏ bọc theo 10.2.

10.2.2 Khả năng chịu ăn mòn

10.2.2.1 Kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm

Khả năng chịu ăn mòn của các mẫu đại diện của vỏ bọc bằng kim loại sắt từ kể cả các phần kết cấu bằng kim loại sắt từ nằm bên trong và bên ngoài cụm lắp ráp phải được kiểm tra xác nhận.

Thử nghiệm phải được thực hiện trên"

- vỏ bọc hoặc mẫu vỏ bọc đại diện có các phần bên trong đại diện được đặt đúng vị trí và (các) cửa được đóng lại như trong sử dụng bình thường, hoặc
- các phần vỏ bọc đại diện và các phần bên trong một cách riêng rẽ.

Trong tất cả các trường hợp, bản lề, khóa và cơ cấu xiết cũng phải được thử nghiệm trừ khi trước đó chúng đã chịu thử nghiệm tương đương và khả năng chịu ăn mòn không bị thỏa hiệp bởi ứng dụng của chúng.

Khi vỏ bọc chịu thử nghiệm, nó phải được lắp như trong sử dụng bình thường theo hướng dẫn của nhà chế tạo ban đầu.

Các mẫu thử nghiệm phải mới và ở tình trạng sạch và phải chịu thử nghiệm mức khắc nghiệt A hoặc B, như nêu chi tiết trong 10.2.2.2 và 10.2.2.3.

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm sương muối cung cấp khi quyền làm tăng ăn mòn và không ngụ ý là cụm lắp ráp thích hợp cho khí hậu sương muối.

10.2.2.2 Thử nghiệm độ khắc nghiệt A

Thử nghiệm này được áp dụng cho:

- vỏ bọc trong nhà bằng kim loại sắt từ;

TCVN 13724-1:2023

- các phần kim loại sắt từ bên trong của các cụm lắp ráp trong nhà và ngoài trời mà thao tác cơ khí có thể dựa trên đó.

Thử nghiệm gồm:

sáu chu kỳ 24 h mỗi chu kỳ gồm một thử nghiệm chu kỳ nóng ẩm theo TCVN 7699-2-30:2007 (IEC 60068-2-30:2005) (Thử nghiệm Db) ở $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Biến thể 1 hoặc 2 cần được chọn như khuyến cáo bởi Phụ lục A của TCVN 7699-2-30:2007 (IEC 60068-2-30:2005).

theo sau bởi

hai chu kỳ 24 h mỗi chu kỳ gồm một thử nghiệm sương muối theo TCVN 7699-2-11:2007 (IEC 60068-2-11:1981) (Thử nghiệm Ka: Sương muối) ở nhiệt độ $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

10.2.2.3 Thử nghiệm độ khắc nghiệt B

Thử nghiệm này được áp dụng cho:

- vỏ bọc ngoài trời bằng kim loại sắt từ;
- các phần kim loại sắt từ bên ngoài của các cụm lắp ráp ngoài trời.

Thử nghiệm gồm hai chu kỳ 12 ngày giống nhau.

Mỗi chu kỳ 12 ngày gồm:

Năm chu kỳ 12 h mỗi chu kỳ gồm một thử nghiệm chu kỳ nóng ẩm theo TCVN 7699-2-30:2007 (IEC 60068-2-30:2005) (Thử nghiệm Db) ở $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Biến thể 1 hoặc biến thể 2 cần được chọn như khuyến cáo bởi Phụ lục A của TCVN 7699-2-30:2007 (IEC 60068-2-30:2005).

theo sau bởi

bảy chu kỳ 24 h mỗi chu kỳ gồm một thử nghiệm sương muối theo TCVN 7699-2-11:2007 (IEC 60068-2-11:1981) (Thử nghiệm Ka: Sương muối) ở nhiệt độ $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

10.2.2.4 Các kết quả cần đạt được

Sau thử nghiệm, vỏ bọc hoặc các mẫu phải được rửa dưới vòi nước chảy trong 5 min, tráng lại bằng nước cất hoặc nước khử khoáng, sau đó lắc hoặc thổi không khí để loại bỏ các giọt nước. Mẫu cần thử nghiệm sau đó được bảo vệ trong các điều kiện vận hành bình thường trong 2 h.

Kiểm tra sự phù hợp bằng cách xem xét để xác định rằng:

- không có bằng chứng về việc nứt hoặc biến dạng khác không phải loại oxy hóa sắt như cho phép trong TCVN 12005-3:2017 (ISO 4628-3:2016) đối với cấp chống rỉ Ri1 (xem tổng thể mẫu). Tuy nhiên, cho phép giảm chất lượng bề mặt của lớp phủ bảo vệ. Trong trường hợp có nghi ngờ liên quan đến sơn và vec ni, tham chiếu TCVN 12005-3:2017 (ISO 4628-3:2016) để xác nhận rằng các mẫu phù hợp với mẫu Ri1;
- tính toàn vẹn về cơ không được bị ảnh hưởng;

- hợp chất gắn không bị hỏng;
- cửa, bản lề, khóa và cơ cấu xiết vẫn hoạt động mà không cần một nỗ lực bất thường nào.

10.2.2.5 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu

Vỏ bọc, các phần của vỏ bọc và các phần kim loại sắt từ bên trong tương tự bất kể hình dạng và kích cỡ được đưa vào trong thử nghiệm mài mòn trên các mẫu đại diện nếu chúng được chế tạo từ cùng các vật liệu và với các xử lý bề mặt giống nhau, bằng cách sử dụng cùng một quá trình chế tạo.

10.2.3 Đặc tính của vật liệu cách điện

10.2.3.1 Độ ổn định nhiệt

10.2.3.1.1 Kiểm tra xác nhận độ ổn định nhiệt của vỏ bọc bằng thử nghiệm

Độ ổn định nhiệt của vỏ bọc được chế tạo từ vật liệu cách điện phải được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm nóng khô.

Thử nghiệm phải được tiến hành theo TCVN 7699-2-2:2011 (IEC 60068-2-2:2007) (Thử nghiệm Bb), nhiệt độ 70 °C, với lưu thông không khí tự do, trong thời gian 168 h và với 96 h hồi phục.

Các phần được thiết kế cho mục đích trang trí không có ý nghĩa về mặt kỹ thuật không được xem xét với mục đích của thử nghiệm này.

Vỏ bọc, được lắp như trong sử dụng bình thường, chịu thử nghiệm trong tủ gia nhiệt với khí quyển có thành phần và áp suất không khí môi trường và được thông gió bởi lưu thông tự nhiên. Nếu các kích thước của vỏ bọc quá lớn đối với tủ gia nhiệt có sẵn, thử nghiệm có thể được tiến hành trên mẫu đại diện của vỏ bọc.

Khuyến cáo sử dụng tủ được gia nhiệt bằng điện.

Lưu thông tự nhiên có thể được cung cấp bởi các lỗ trên các vách của tủ gia nhiệt.

Vỏ bọc hoặc mẫu không được cho thấy nứt có thể nhìn thấy bằng mắt thường hoặc có điều tiết nhưng không khuếch đại bổ sung và vật liệu không được trở nên dính hoặc có mỡ, điều này được đánh giá như sau:

- dùng ngón trỏ được quấn một mảnh vải khô, thô ráp ấn lên mẫu với một lực 5 N.

CHÚ THÍCH: Lực 5 N có thể đạt được theo cách sau: vỏ bọc hoặc mẫu được đặt lên một trong các đĩa cân, đĩa còn lại được mang tải với vật nặng bằng khối lượng của mẫu + 500 g. Sau đó cân bằng đạt được bằng cách ấn ngón tay quấn trong miếng vải khô, thô ráp lên mẫu.

Không được có vết của mảnh vải lưu lại trên mẫu và vật liệu vỏ bọc hoặc mẫu không được dính lên mảnh vải.

10.2.3.1.2 Kiểm tra xác nhận độ ổn định nhiệt của vỏ bọc bằng so sánh

Vỏ bọc hoặc các phần gắn với vỏ bọc bằng cùng vật liệu, cùng màu, cùng độ dày hoặc có độ dày lớn hơn các vách và cùng kết cấu chung, nhưng với, ví dụ, các kích thước khác, được đưa vào thử nghiệm trên các mẫu đại diện.

10.2.3.2 Kiểm tra xác nhận khả năng chịu nhiệt bất thường và chịu cháy của vật liệu cách điện do các hiệu ứng điện bên trong

10.2.3.2.1 Kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm

Các nguyên tắc thử nghiệm sợi dây nóng đỏ của IEC 60695-2-10:2013 và chi tiết cho trong IEC 60695-2-11:2014 phải được sử dụng để kiểm tra tính thích hợp của vật liệu được sử dụng:

- a) trên các phần của cụm lắp ráp, hoặc
- b) trên các mẫu được lấy từ các phần này.

Thử nghiệm phải được tiến hành trên vật liệu có chiều dài nhỏ nhất được sử dụng cho các phần trong a) hoặc b).

Đối với bản mô tả thử nghiệm, xem Điều 8 của IEC 60695-2-11:2014. Trang thiết bị cần sử dụng phải được mô tả trong Điều 5 của IEC 60695-2-11:2014.

Nhiệt độ của đầu sợi dây nóng đỏ phải như sau:

- 960 °C đối với các phần cần để giữ các phần mang dòng đúng vị trí;
- 850 °C đối với vỏ bọc cần được lắp trong các vách rỗng;
- 650 °C đối với các phần khác, kể cả các phần cần thiết để giữ dây bảo vệ và các phần của vỏ bọc được thiết kế để lắp trong vách chống cháy.

CHÚ THÍCH 1: Các dung sai đối với nhiệt độ của đầu sợi dây nóng đỏ được cho trong IEC 60695-2-11:2014.

CHÚ THÍCH 2: Các phần của cụm lắp ráp được làm bằng vật liệu cách điện được xem là sản phẩm cuối và được thử nghiệm theo IEC 60695-2-11:2014.

Đối với các phần nhỏ có kích thước bề mặt không vượt quá 14 mm × 14 mm, cho phép sử dụng thử nghiệm thay thế (ví dụ thử nghiệm ngọn lửa hình kim, theo IEC 60695-11-5:2016). Có thể áp dụng cùng một quy trình vì các nguyên nhân khả thi khác khi vật liệu kim loại của một phần lớn hơn so với vật liệu cách điện.

10.2.3.2.2 Kiểm tra xác nhận bằng so sánh với thiết kế tham chiếu

Nếu phần làm bằng vật liệu đồng nhất có độ dày bằng hoặc lớn hơn phần tham chiếu mà đã đáp ứng các yêu cầu trong 8.1.3.2.3 thì thử nghiệm không nhất thiết phải được thực hiện. Nó cũng tương tự với tất cả các phần được thử nghiệm trước đó theo quy định kỹ thuật của chúng.

10.2.3.2.3 Kiểm tra bằng cách đánh giá

Để thay thế, nhà chế tạo ban đầu phải cung cấp dữ liệu về tính thích hợp của vật liệu từ nhà chế tạo vật liệu cách điện để chứng tỏ sự phù hợp với TCVN 9900-2-12 (IEC 60695-2-12) đối với các vật liệu được sử dụng và nhiệt độ áp dụng được theo 10.2.3.2.1.

10.2.4 Khả năng chịu bức xạ cực tím (UV)

10.2.4.1 Kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm

Thử nghiệm này chỉ áp dụng cho vỏ bọc và các phần bên ngoài của cụm lắp ráp được thiết kế để lắp ngoài trời và có kết cấu bằng các vật liệu cách điện hoặc các vỏ bọc được phủ hoàn toàn bởi vật liệu tổng hợp. Các mẫu đại diện của các phần này phải chịu thử nghiệm sau.

10.2.4.1.1 Kiểm tra xác nhận vỏ bọc và các phần bên ngoài của cụm lắp ráp có kết cấu bằng vật liệu cách điện

Các mẫu thử nghiệm:

- sáu mẫu thử nghiệm có kích cỡ tiêu chuẩn theo ISO 178:2010; và
- sáu mẫu thử nghiệm có kích cỡ tiêu chuẩn theo ISO 179-1:2010, ISO 179-2:1997 và AMD:2011

phải được chuẩn bị.

Các mẫu thử nghiệm phải được chế tạo trong cùng điều kiện với các mẫu được sử dụng để chế tạo vỏ bọc cần xét.

Trình tự thử nghiệm:

- a) thử nghiệm UV trên tất cả 12 mẫu theo TCVN 11994-2:2017 (ISO 4892-2:2013), Phương pháp A, Chu kỳ 1 cung cấp thời gian thử nghiệm tổng là 500 h.
- b) Kiểm tra xác nhận độ bền uốn theo ISO 178 (phương pháp A) với sáu mẫu. Bề mặt của mẫu phơi nhiễm với bức xạ UV phải được quay xuống dưới và áp lực đặt lên bề mặt không bị phơi nhiễm.
- c) Kiểm tra xác nhận va đập Charpy theo ISO 179 trên sáu mẫu còn lại. Không được có các khía trên các mẫu và va đập phải được đặt lên bề mặt bị phơi nhiễm.

Kết quả cần đạt được:

- i) Các mẫu không được cho thấy có vết nứt hoặc giảm chất lượng nhìn thấy được bằng mắt thường hoặc có điều chỉnh nhưng không có khuếch đại.
- ii) độ bền uốn theo ISO 178 phải có khả năng lưu giữ tối thiểu 70 %.
- iii) va đập Charpy theo ISO 179 phải có khả năng lưu giữ tối thiểu 70 %. Đối với các vật liệu mà độ bền uốn do va đập không thể xác định trước khi phơi nhiễm vì không xảy ra vỡ thì không nhiều hơn ba trong số các mẫu thử nghiệm bị phơi nhiễm được phép gãy.

10.2.4.1.2 Kiểm tra xác nhận đối với các vỏ bọc và phần bên ngoài của cụm lắp ráp được phủ trên (các) bề mặt phơi nhiễm bởi vật liệu tổng hợp

Mẫu thử nghiệm: Ba mẫu đại diện có kích cỡ thích hợp phải được thử nghiệm. Các mẫu thử nghiệm phải được chế tạo trong cùng điều kiện như với mẫu được sử dụng để chế tạo vỏ bọc cần xét.

a) thử nghiệm UV trên tất cả ba mẫu theo TCVN 11994-2:2017 (ISO 4892-2:2013), Phương pháp A, Chu kỳ 1 cung cấp thời gian thử nghiệm tổng là 500 h.

b) Kiểm tra xác nhận độ lưu giữ của lớp phủ theo ISO 2409.

Các kết quả cần đạt được:

Độ bám dính của vật liệu tổng hợp phải có độ lưu giữ tối thiểu là cấp 3 theo ISO 2409.

10.2.4.2 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu

Vỏ bọc và các phần bên ngoài được làm bằng cùng vật liệu cách điện, bất kể hình dạng và kích cỡ của chúng, phải được đưa vào bởi thử nghiệm trên các mẫu đại diện.

10.2.4.3 Kiểm tra xác nhận bằng cách đánh giá

Để thay thế, nhà chế tạo ban đầu phải cung cấp dữ liệu về tính thích hợp của vật liệu của cùng kiểu và dày hơn hoặc mỏng hơn từ nhà cung cấp vật liệu cách điện để chứng tỏ sự phù hợp với các yêu cầu trong 8.1.4.

10.2.5 Nâng

10.2.5.1 Kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm

Nếu nhà chế tạo ban đầu có trang bị để nâng mà không phải phương tiện thủ công, kiểm tra sự phù hợp bằng các thử nghiệm sau.

Số lượng lớn nhất các ngăn được nhà chế tạo ban đầu cho phép nâng lên cùng nhau phải được trang bị các thành phần và/hoặc trọng lượng để đạt được khối lượng bằng 1,25 lần khối lượng vận chuyển lớn nhất của nó. Với các cửa được đóng lại, nó phải được nâng lên bằng phương tiện nâng quy định và theo cách được nhà chế tạo ban đầu xác định.

Từ vị trí đứng yên, khối vận chuyển phải được nâng lên nhẹ nhàng không giật trong mặt phẳng thẳng đứng đến độ cao ≥ 1 m và hạ xuống theo cách tương tự về vị trí đứng yên. Thử nghiệm này được lặp lại thêm hai lần nữa sau khi khối vận chuyển được nâng lên và treo tự do phía trên sàn trong 30 min mà không dịch chuyển.

Sau thử nghiệm trên và sử dụng cùng khối vận chuyển, khối vận chuyển phải được nâng lên nhẹ nhàng không giật từ vị trí đứng yên đến độ cao ≥ 1 m và được di chuyển theo chiều ngang ($10 \pm 0,5$) m, sau đó hạ về vị trí đứng yên. Trình tự này phải được thực hiện ba lần tại tốc độ đồng đều, mỗi trình tự được thực hiện trong 1 min.

Sau thử nghiệm, với các khối lượng thử nghiệm đặt đúng vị trí, khối vận chuyển phải không cho thấy các vết nứt hoặc méo vĩnh viễn, nhìn thấy được bằng mắt thường hoặc có điều chỉnh nhưng không phóng đại mà có thể ảnh hưởng đến đặc tính của nó.

10.2.5.2 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu

Vỏ bọc có thiết kế và bố trí kết cấu tương tự hoặc giống nhau để nâng thì được kiểm tra xác nhận nếu có khối lượng bằng hoặc nhỏ hơn khối lượng được thử nghiệm như một mẫu đại diện.

10.2.6 Kiểm tra bảo vệ chống tác động về cơ (mã IK)

Các thử nghiệm tác động về cơ khi có yêu cầu trong tiêu chuẩn cụm lắp ráp cụ thể được tiến hành theo các yêu cầu thử nghiệm của tiêu chuẩn cụm lắp ráp cụ thể.

10.2.7 Ghi nhãn

10.2.7.1 Kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm

Ghi nhãn được thực hiện bằng cách đúc, ép, khắc hoặc tương tự, kể cả các nhãn có lớp phủ vật liệu nhựa cán lớp, không phải chịu thử nghiệm sau.

Thử nghiệm được thực hiện bằng cách chà xát lên nhãn bằng tay trong 15 s với miếng vải thấm dấm nước và sau đó 15 s với miếng vải thấm dấm xăng nhẹ.

CHÚ THÍCH: Xăng nhẹ n-hexan hoặc heptan là những dung môi thích hợp cho thử nghiệm này.

Sau thử nghiệm, ghi nhãn phải rõ ràng khi nhìn bằng mắt thường hoặc có điều chỉnh nhưng không khuếch đại.

10.2.7.2 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu

Ghi nhãn của cùng vật liệu và phương pháp in được bao gồm trong các thử nghiệm đã được hoàn thành trên các mẫu tham chiếu.

10.2.8 Thao tác cơ khí

10.2.8.1 Kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm

Thử nghiệm kiểm tra xác nhận không được thực hiện trên thiết bị của cụm lắp ráp đã được thử nghiệm điển hình theo tiêu chuẩn sản phẩm liên quan của nó (ví dụ áp tô mát loại rút ra được) trừ khi thao tác cơ khí của nó đã được sửa đổi bởi các bố trí lắp đặt của chúng trừ khi chúng được cho trong các hướng dẫn của nhà chế tạo thiết bị.

Đối với các phần cần kiểm tra xác nhận thông qua thử nghiệm (xem 8.1.5), các thao tác cơ khí phải được kiểm tra xác nhận sau khi lắp đặt trong cụm lắp ráp. Số chu kỳ thao tác phải là 200. Khi thiết bị đã được thử nghiệm theo tiêu chuẩn sản phẩm của nó, nhưng bố trí lắp đặt không theo các hướng dẫn của nhà chế tạo, số lần thao tác phải theo tiêu chuẩn sản phẩm.

Đồng thời hoạt động của các khoá liên động cơ khí kết hợp với các di chuyển này phải được kiểm tra. Thử nghiệm đạt nếu các điều kiện làm việc của thiết bị, khoá liên động, cấp bảo vệ quy định và chỉ thị vị

trí, nếu có, không được bị ảnh hưởng và nếu cần có nỗ lực để làm việc về cơ bản là tương tự như trước khi thử nghiệm. Đối với các thiết bị có tiêu chí làm việc cụ thể, tiêu chuẩn sản phẩm thiết bị và/hoặc hướng dẫn của nhà chế tạo cần được tuân thủ.

10.2.8.2 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu

Vỏ bọc có cùng giải pháp kết cấu đối với thao tác cơ khí được bao gồm trong các thử nghiệm được hoàn thành trên các mẫu tham chiếu.

10.3 Cấp bảo vệ cụm lắp ráp (mã IP)

Cấp bảo vệ được cung cấp theo 8.2.2, 8.2.3 và 8.2.4 phải được kiểm tra xác nhận theo IEC 60529:1989, AMD1:1999 và AMD2:2013; thử nghiệm có thể được tiến hành trên mẫu đại diện trong điều kiện quy định bởi nhà chế tạo ban đầu. Trong trường hợp sử dụng vỏ tủ điện theo TCVN 13725:2023 (IEC 62208:2011) hoặc vỏ bọc cụm lắp ráp đã được thử nghiệm theo bộ tiêu chuẩn TCVN 13724 (IEC 61439), đánh giá kiểm tra xác nhận phải được thực hiện để đảm bảo rằng các sửa đổi bên ngoài bất kỳ đã được tiến hành không gây ra việc giảm chất lượng của cấp bảo vệ. Đánh giá này có thể, ví dụ, được kiểm tra bằng mắt để khẳng định rằng thiết bị có cấp bảo vệ thích hợp (mã IP) được lắp đặt trong lỗ hờ trong vỏ bọc theo hướng dẫn lắp đặt của nhà chế tạo thiết bị. Trong trường hợp này, không yêu cầu thử nghiệm thêm.

Các thử nghiệm cấp bảo vệ (mã IP) phải được tiến hành:

- với tất cả các tấm che và cửa đặt đúng vị trí và được đóng lại như trong vận hành bình thường, bất kể chúng có thể được mở ra hoặc tháo ra, có hoặc không sử dụng chìa khóa hoặc dụng cụ;
- ở tình trạng không được cấp điện (các mạch điện chính và mạch điện phụ trợ);
- trong trường hợp cụm lắp ráp được chế tạo từ nhiều ngăn hoặc được mô tả là có thể mở rộng, các ngăn được nối khớp với nhau cũng thuộc loại này.

Cụm lắp ráp có cấp bảo vệ IP5X phải được thử nghiệm theo cấp 2 trong 13.4 của IEC 60529:1989 và AMD1:1999;

Cụm lắp ráp có cấp bảo vệ IP6X phải được thử nghiệm theo cấp 1 trong 13.4 của IEC 60529:1989 và AMD1:1999;

CHÚ THÍCH: Các thử nghiệm được cho trong IEC 60529:1989, AMD1:1999 và AMD2:2013; liên quan đến nước và bụi là các thử nghiệm gia tốc và không thể hiện các điều kiện làm việc thực tế đối với cụm lắp ráp. Thử nghiệm mô phỏng các điều kiện đối với cụm lắp ráp trên suốt tuổi thọ trong một thời gian ngắn. Trong tuổi thọ thực, diễn ra nhiễm bẩn chậm mà có thể loại bỏ bằng cách bảo dưỡng thường xuyên.

Thiết bị thử nghiệm đối với IPX3 và IPX4 cũng như kiểu đỡ vỏ bọc trong thử nghiệm IPX4 phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

Thử nghiệm IPX1 có thể được tiến hành bằng cách di chuyển hộp nhỏ giọt thay vì quay cụm lắp ráp. Nếu các kích thước của bề mặt cụm lắp ráp cần thử nghiệm lớn hơn các kích thước của hộp nhỏ giọt,

thử nghiệm phải được lặp lại bất cứ khi nào cần thiết để bao gồm tất cả các bề mặt liên quan của cụm lắp ráp. Mỗi thử nghiệm riêng rẽ phải diễn ra trong 10 min.

Sự thâm nhập của nước trong các thử nghiệm từ IPX1 đến IPX6 chỉ được phép nếu lối đi vào là hiển nhiên và nước chỉ tiếp xúc với vỏ bọc tại vị trí nơi nó sẽ giảm khe hở không khí và chiều dài đường rò. Nếu khe hở không khí và chiều dài đường rò bị giảm xuống, chúng không được xuống thấp hơn giá trị nhỏ nhất quy định trong Bảng 1 và Bảng 2 tương ứng.

Thử nghiệm IP5X được coi là không đạt nếu bụi nhìn thấy được trên các tuyến đường rò nằm bên trong vỏ bọc và chiều dài đường rò bị giảm xuống dưới giá trị nhỏ nhất quy định trong Bảng 2, xem IEC 60529:1989, 13.5.2.

10.4 Khe hở không khí và chiều dài đường rò

Phải kiểm tra xác nhận rằng khe hở không khí và chiều dài đường rò phù hợp với các yêu cầu trong 8.3.

Chiều dài đường rò phải được đo theo Phụ lục F.

Khe hở không khí được kiểm tra xác nhận bằng phép đo theo Phụ lục F hoặc bằng thử nghiệm theo 10.9.3.

10.5 Bảo vệ chống điện giật và tính toàn vẹn của mạch bảo vệ

10.5.1 Quy định chung

Hiệu quả của sự liên mạch nối đất và mạch bảo vệ được kiểm tra xác nhận đối với các chức năng sau:

- 1) bảo vệ chống hậu quả của sự cố bên trong cụm lắp ráp cấp 1 (các sự cố bên trong) như nêu trong 10.5.2; và
- 2) bảo vệ chống các hậu quả của các sự cố trong các mạch điện bên ngoài được cấp điện thông qua cụm lắp ráp (sự cố bên ngoài) như nêu trong 10.5.3.

10.5.2 Sự liên mạch nối đất hiệu quả giữa các phần dẫn điện dễ hở của cụm lắp ráp cấp I và mạch bảo vệ

Phải kiểm tra xác nhận rằng các phần dẫn điện dễ hở khác nhau của cụm lắp ráp được nối hiệu quả với đầu nối dùng cho dây bảo vệ bên ngoài đi vào.

Kiểm tra xác nhận phải được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị đo điện trở có khả năng điều khiển dòng điện tối thiểu 10 A (xoay chiều hoặc một chiều). Dòng điện được cho đi qua giữa từng phần dẫn điện dễ hở và đầu nối dùng cho dây bảo vệ bên ngoài. Điện trở không được vượt quá 0,1 Ω .

Khuyến cáo nên giới hạn thời gian của thử nghiệm khi sử dụng thiết bị dòng điện thấp; nếu không nó có thể bị ảnh hưởng bất lợi bởi thử nghiệm.

10.5.3 Khả năng chịu ngắn mạch của mạch điện bảo vệ

10.5.3.1 Quy định chung

TCVN 13724-1:2023

Khả năng chịu ngắn mạch danh định phải được kiểm tra xác nhận. Việc kiểm tra xác nhận có thể được tiến hành bằng cách so sánh với (các) thiết kế tham chiếu (xem 10.5.3.3 hoặc 10.5.3.4) hoặc bằng thử nghiệm như nêu trong 10.5.3.5.

Nhà chế tạo ban đầu phải xác định (các) thiết kế tham chiếu mà sẽ được sử dụng trong 10.5.3.3 và 10.5.3.4.

10.5.3.2 Mạch bảo vệ không cần thực hiện kiểm tra xác nhận khả năng chịu ngắn mạch

Trong trường hợp dây bảo vệ riêng rẽ được cung cấp theo 8.4.3.2.3, không yêu cầu thử nghiệm ngắn mạch nếu một trong các điều kiện trong 10.11.2 được đáp ứng.

10.5.3.3 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với các thiết kế tham chiếu – Sử dụng danh mục kiểm tra

Việc kiểm tra xác nhận đạt được khi so sánh cụm lắp ráp cần được kiểm tra với các thiết kế đã được thử nghiệm bằng cách sử dụng các hạng mục từ 1 đến 6 và 8 đến 10 của danh mục kiểm tra cho trong Bảng 13 không cho thấy sự sai lệch.

Để đảm bảo khả năng mang dòng đối với phần dòng điện sự cố chạy qua phần dẫn điện để hở, thiết kế, số lượng và bố trí của các phần cung cấp tiếp xúc giữa dây bảo vệ và các phần mang điện để hở phải giống như trong thiết kế tham chiếu.

10.5.3.4 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với các thiết kế tham chiếu – Sử dụng tính toán

Việc kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với các thiết kế tham chiếu dựa trên tính toán được tiến hành theo 10.11.4.

Để đảm bảo khả năng mang dòng đối với phần dòng điện sự cố chạy qua phần dẫn điện để hở, thiết kế, số lượng và bố trí của các phần cung cấp tiếp xúc giữa dây bảo vệ và các phần mang điện để hở phải giống như trong thiết kế tham chiếu.

10.5.3.5 Kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm

Áp dụng 10.11.5.6.

10.6 Lắp thiết bị đóng cắt và các thành phần

10.6.1 Quy định chung

Kiểm tra sự phù hợp với các yêu cầu thiết kế của 8.5 để lắp thiết bị đóng cắt và các thành phần phải được khẳng định bởi xem xét của nhà chế tạo ban đầu.

CHÚ THÍCH: Nếu nhà chế tạo cụm lắp ráp tiến hành sửa đổi thiết kế của nhà chế tạo ban đầu thì nhà chế tạo cụm lắp ráp đảm nhận trách nhiệm của nhà chế tạo ban đầu đối với sự thay đổi thiết kế đó và có trách nhiệm tiến hành xem xét của nhà chế tạo ban đầu. Xem 10.1.

10.6.2 Tương thích điện từ

Yêu cầu về tính năng của J.9.4 đối với tương thích điện từ phải được khẳng định bởi xem xét hoặc khi cần, bởi thử nghiệm (xem 10.12).

10.7 Mạch điện bên trong và các mối nối

Kiểm tra sự phù hợp với các yêu cầu thiết kế của 8.6 đối với các mạch điện bên trong và các mối nối phải được khẳng định bởi xem xét của nhà chế tạo ban đầu.

CHÚ THÍCH: Nếu nhà chế tạo cụm lắp ráp tiến hành sửa đổi thiết kế của nhà chế tạo ban đầu thì nhà chế tạo cụm lắp ráp đảm nhận trách nhiệm của nhà chế tạo ban đầu đối với sự thay đổi thiết kế đó và có trách nhiệm tiến hành xem xét của nhà chế tạo ban đầu. Xem 10.1.

10.9 Đặc tính điện môi

10.9.1 Quy định chung

Đối với thử nghiệm này, tất cả các thiết bị điện của cụm lắp ráp phải được nối, ngoại trừ các thiết bị mà theo các quy định kỹ thuật liên quan, được thiết kế cho điện áp thử nghiệm thấp hơn; thiết bị tiêu thụ dòng (ví dụ cuộn dây, thiết bị đo, thiết bị triệt tiêu đột biến điện áp) trong đó việc đặt điện áp thử nghiệm có thể gây ra dòng điện, phải được ngắt ra.

Đối với các dung sai điện áp thử nghiệm và việc chọn thiết bị thử nghiệm, xem TCVN 11325:2016 (IEC 61180:2016).

10.9.2 Điện áp chịu tần số nguồn

10.9.2.1 Mạch điện chính và mạch điện phụ trợ

Mạch điện chính và mạch điện phụ trợ được nối với mạch điện chính phải chịu điện áp thử nghiệm theo Bảng 8.

Mạch điện phụ trợ, xoay chiều hoặc một chiều, mà không được nối với mạch điện chính phải chịu điện áp thử nghiệm theo Bảng 9. Thử nghiệm này không được thực hiện trên mạch điện phụ trợ:

- chỉ chứa dây dẫn cách điện có độ bền cách điện thích hợp như nêu bởi nhà chế tạo dây dẫn; và
- được bảo vệ bởi thiết bị bảo vệ ngắn mạch với thông số đặc trưng không quá 16 A; và
- nếu thử nghiệm chức năng về điện được tiến hành trước tại điện áp làm việc danh định đối mà mạch điện phụ trợ được thiết kế.

10.9.2.2 Điện áp thử nghiệm

Các mạch điện được thiết kế cho các ứng dụng điện xoay chiều phải ưu tiên thử nghiệm với điện áp thử nghiệm xoay chiều. Việc thay thử nghiệm điện áp xoay chiều bằng thử nghiệm điện áp một chiều chỉ được xem xét khi mẫu không cho phép thử nghiệm điện xoay chiều, ví dụ trong trường hợp bộ lọc, tụ điện và tương tự, (xem IEC 60664-1:2007, 6.1.3.4.1, đoạn 5).

TCVN 13724-1:2023

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm với điện áp thử nghiệm một chiều có giá trị bằng giá trị đỉnh của điện áp thử nghiệm xoay chiều sẽ ít chặt chẽ hơn thử nghiệm điện áp xoay chiều.

Mạch điện dùng cho các ứng dụng điện một chiều phải được thử nghiệm với các điện áp thử nghiệm xoay chiều hoặc một chiều ứng với điện áp cách điện danh định U_i .

Trong trường hợp điện áp thử nghiệm xoay chiều được sử dụng, nó phải có dạng sóng về cơ bản là hình sin và tần số bằng tần số danh định của cụm lắp ráp với dung sai $\pm 25\%$. Điện áp thử nghiệm một chiều phải có nhấp nhô không đáng kể.

Nguồn điện áp cao được sử dụng cho thử nghiệm phải được thiết kế sao cho khi các đầu nối ra được ngắt mạch sau khi điện áp ra được điều chỉnh đến điện áp thử nghiệm thích hợp, dòng điện ra là đủ để tác động rơ le quá dòng và lớn hơn 100 mA.

Rơ le quá dòng không được tác động khi dòng điện ra nhỏ hơn 100 mA.

Giá trị của điện áp thử nghiệm phải như quy định trong Bảng 8 hoặc Bảng 9 khi thích hợp với dung sai cho phép là $\pm 3\%$.

10.9.2.3 Đặt điện áp thử nghiệm

Điện áp thử nghiệm tại thời điểm đặt không được vượt quá 50 % giá trị thử nghiệm đầy đủ. Sau đó nó được tăng lên liên tục đến giá trị đầy đủ và duy trì trong 60^{+2}_0 như sau:

a) giữa tất cả các phần mang điện của mạch điện chính được nối với nhau (kể cả các mạch điện phụ trợ được nối với mạch điện chính) và phần dẫn điện để hở, với các tiếp điểm chính của tất cả các thiết bị đóng cắt ở vị trí đóng hoặc được bắc cầu bởi dây liên kết trở kháng thấp;

b) giữa từng phần mang điện có điện thế khác nhau của mạch điện chính và, các phần mang điện khác có điện thế khác và các phần dẫn điện để hở được nối với nhau, với các tiếp điểm chính của tất cả các thiết bị đóng cắt ở vị trí đóng hoặc được bắc cầu bởi dây liên kết trở kháng thấp;

c) giữa từng mạch điện phụ trợ thường không được nối với mạch điện chính và

- mạch điện chính;
- các mạch điện khác;
- phần dẫn điện để hở.

CHÚ THÍCH: Các thử nghiệm điện áp chịu tần số nguồn được tiến hành với điện áp được duy trì trong tối thiểu 5 s trước khi xây dựng tiêu chuẩn này được coi là chấp nhận được và không cần thử nghiệm lại.

10.9.2.4 Tiêu chí chấp nhận

Rơ le quá điện áp không được tác động và không được có phóng điện đánh thủng (xem 3.6.17) trong cả thử nghiệm.

10.9.3 Điện áp chịu xung

10.9.3.1 Quy định chung

Kiểm tra xác nhận phải được thực hiện bằng thử nghiệm hoặc bằng cách đánh giá.

Thay cho thử nghiệm điện áp chịu xung của 10.9.3.2, nhà chế tạo ban đầu có thể thực hiện thử nghiệm điện áp xoay chiều hoặc một chiều tương đương theo 10.9.3.3 hoặc 10.9.3.4.

10.9.3.2 Thử nghiệm điện áp chịu xung

Máy phát điện áp xung phải được điều chỉnh đến điện áp xung yêu cầu với cụm lắp ráp được nối vào. Giá trị điện áp thử nghiệm phải như quy định trong 9.1.3. Dung sai của điện áp đỉnh đặt vào phải là $\pm 3\%$. Khi nhà chế tạo đồng ý, cho phép vượt quá dung sai dương của điện áp thử nghiệm.

Mạch điện phụ trợ không được nối với các mạch điện chính phải được nối với đất trong các thử nghiệm a) và b) dưới đây. Điện áp xung $1,2/50\ \mu\text{s}$ phải được đặt vào cụm lắp ráp năm lần đối với mỗi cực tính ở những khoảng thời gian tối thiểu 1 s như dưới đây:

a) giữa tất cả các phần mang điện có điện thế khác nhau của mạch điện chính được nối với nhau (kể cả các mạch điện phụ trợ được nối với mạch điện chính) và các phần dẫn điện để hở, với các tiếp điểm chính của tất cả các thiết bị đóng cắt ở vị trí đóng hoặc được bắc cầu bằng dây liên kết điện áp thấp thích hợp;

b) giữa từng phần mang điện có điện thế khác nhau của mạch điện chính và các phần mang điện còn lại có điện thế khác nhau và phần dẫn điện để hở nối với nhau, với các tiếp điểm chính của tất cả các thiết bị đóng cắt ở vị trí đóng hoặc được bắc cầu bằng dây liên kết điện áp thấp thích hợp;

c) giữa từng mạch điện phụ trợ thường không được nối với mạch điện chính và

- mạch điện chính;
- mạch điện khác;
- phần dẫn điện để hở.

Thử nghiệm này không được thực hiện trên các mạch điện phụ trợ:

- mà chỉ chứa các dây dẫn cách điện với độ bền cách điện thích hợp như nêu bởi nhà chế tạo chúng; và
- được bảo vệ bởi thiết bị bảo vệ ngắn mạch có thông số đặc trưng không quá 16 A; và
- nếu thử nghiệm chức năng về điện được thực hiện trước đó tại điện áp làm việc danh định mà mạch điện phụ trợ được thiết kế.

Để có kết quả chấp nhận được, không được có phóng điện đánh thủng trong các thử nghiệm điện áp xung.

TCVN 13724-1:2023

Một số bố trí dây dẫn duy trì điện tích đáng kể sau thử nghiệm xung, và đối với các trường hợp này, cần thận trọng khi đảo cực tính. Để cho phép bố trí phóng điện, khuyến cáo sử dụng các phương pháp thích hợp ví dụ như đặt ba xung ở khoảng 80 % điện áp thử nghiệm với cực tính đảo ngược trước khi thử nghiệm.

10.9.3.3 Thử nghiệm điện áp tần số nguồn thay thế

Điện áp thử nghiệm về cơ bản phải có dạng hình sin ở tần số danh định với dung sai $\pm 25\%$.

Nguồn điện áp cao được sử dụng cho thử nghiệm phải được thiết kế sao cho, khi các đầu nối ra được ngắn mạch sau khi điện áp ra được điều chỉnh đến điện áp thử nghiệm thích hợp, dòng điện đầu ra là đủ để tác động rơ le quá dòng và lớn hơn 100 mA.

Rơ le quá dòng không được tác động khi dòng điện ra nhỏ hơn 100 mA.

Giá trị điện áp thử nghiệm phải như quy định trong 9.1.3 và Bảng 10 khi thích hợp với dung sai cho phép là $\pm 3\%$.

Điện áp tần số nguồn phải được đặt vào một lần, ở giá trị đầy đủ, trong ba chu kỳ (xem IEC 60664-1:2007, 6.1.2.2.2.2). Điện áp này phải được đặt vào cụm lắp ráp theo cách mô tả trong 10.9.3.2 a), b) và c) nêu trên.

Để có kết quả chấp nhận được, không được có phóng điện đánh thủng trong các thử nghiệm.

10.9.3.4 Thử nghiệm điện áp một chiều thay thế

Điện áp thử nghiệm phải có nhấp nhô không đáng kể.

Nguồn điện áp cao đối với thử nghiệm phải được thiết kế sao cho, khi các đầu nối ra được ngắn mạch sau khi điện áp ra được điều chỉnh đến điện áp thử nghiệm thích hợp, dòng điện ra đủ để tác động rơ le quá dòng và lớn hơn 100 mA.

Rơ le quá dòng không được tác động khi dòng điện ra nhỏ hơn 100 mA.

Giá trị điện áp thử nghiệm phải như quy định trong 9.1.3 và Bảng 10 khi thích hợp với dung sai cho phép là $\pm 3\%$.

Điện áp một chiều được đặt vào ba lần với mỗi cực tính trong thời gian 10 ms (xem IEC 60664-1:2007, 6.1.2.2.2.3).

Phải đặt điện áp vào cụm lắp ráp theo cách mô tả trong 10.9.3.2 a) và b) nêu trên.

Để có kết quả chấp nhận được, không được có phóng điện đánh thủng trong các thử nghiệm.

10.9.3.5 Đánh giá kiểm tra xác nhận

Khe hở không khí phải được kiểm tra xác nhận bằng phép đo hoặc kiểm tra xác nhận của các phép đo trên bản vẽ thiết kế, sử dụng các phương pháp đo được nêu trong Phụ lục F. Khe hở không khí phải tối thiểu là 1,5 lần các giá trị quy định trong Bảng 1.

CHÚ THÍCH: Hệ số 1,5 áp dụng cho các giá trị trong Bảng 1 nhằm tránh các thử nghiệm điện áp chịu xung đối với kiểm tra xác nhận thiết kế. Nó là hệ số an toàn có tính đến dung sai chế tạo.

Phải kiểm tra xác nhận bằng cách đánh giá dữ liệu của nhà chế tạo thiết bị để cho thấy rằng tất cả các thiết bị nổi vào đều thích hợp đối với điện áp chịu xung danh định quy định (U_{imp}).

10.9.4 Thử nghiệm vỏ bọc làm bằng vật liệu cách điện

Đối với các cụm lắp ráp có vỏ bọc làm bằng vật liệu cách điện, thử nghiệm điện bổ sung phải được tiến hành bằng cách đặt điện áp thử nghiệm xoay chiều giữa lá kim loại nằm trên phía bên ngoài của vỏ bọc che qua các lỗ hở và khớp nối, và các phần mang điện nối liền kết và các phần dẫn điện để hở nằm trong cụm lắp ráp gần với các lỗ hở và khớp nối. Đối với thử nghiệm bổ sung, điện áp thử nghiệm phải bằng 1,5 lần giá trị cho trong Bảng 8.

10.9.5 Tay cầm thao tác bằng vật liệu cách điện được lắp trên cửa hoặc tấm đáy bên ngoài

Trong trường hợp các tay cầm bằng hoặc được phủ vật liệu cách điện, thử nghiệm điện áp chịu tần số nguồn phải được tiến hành bằng cách đặt điện áp thử nghiệm bằng 1,5 lần điện áp thử nghiệm cho trong Bảng 8 giữa các phần mang điện và lá kim loại quấn quanh toàn bộ bề mặt của tay cầm đại diện. Trong thử nghiệm này, phần dẫn điện để hở không được nối đất hoặc nối với mạch điện khác bất kỳ.

10.9.6 Thử nghiệm dây dẫn và các phần mang điện nguy hiểm được bọc bởi vật liệu cách điện để cung cấp bảo vệ chống điện giật

Dây dẫn và phần mang điện nguy hiểm được bọc bởi vật liệu cách điện tiếp xúc trực tiếp với dây dẫn sao cho cung cấp bảo vệ chống điện giật, trừ khi đã được kiểm tra xác nhận trước đó theo tiêu chuẩn sản phẩm của nó (ví dụ cáp), phải chịu thử nghiệm điện môi bổ sung. Thử nghiệm này phải được tiến hành bằng cách đặt điện áp thử nghiệm xoay chiều giữa lá kim loại bọc bên ngoài cách điện của dây dẫn kể cả các lỗ hở và khớp nối trong cách điện, và các phần dẫn điện nối liền kết nằm trong cách điện. Đối với thử nghiệm bổ sung, điện áp thử nghiệm bằng 1,5 lần giá trị cho trong Bảng 8.

10.10 Kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt

10.10.1 Quy định chung

Phải kiểm tra xác nhận rằng các giới hạn độ tăng nhiệt trong 9.2 đối với các phần khác nhau của cụm lắp ráp hoặc hệ thống cụm lắp ráp sẽ không bị vượt quá.

Kiểm tra xác nhận phải được thực hiện với một hoặc nhiều phương pháp sau (xem Phụ lục L để có hướng dẫn):

- a) thử nghiệm (10.10.2);
- b) so sánh với thiết kế tham chiếu (10.10.3);
- c) đánh giá (tính toán) (10.10.4)

TCVN 13724-1:2023

Trong các cụm lắp ráp được thiết kế cho các tần số trên 60 Hz, luôn yêu cầu việc kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt bằng thử nghiệm (10.10.2) hoặc bằng sai lệch so với thiết kế tương tự được thử nghiệm ở cùng tần số thiết kế (10.10.3).

Khả năng mang dòng của các mạch điện cần được kiểm tra xác nhận được xác định bằng:

- dòng điện danh định nhóm của mạch điện chính I_{ng} (xem 5.3.3); hoặc
- dòng điện danh định của mạch điện chính I_{nc} (xem 5.3.2) và RDF (xem 5.4).

CHÚ THÍCH: Ngoài I_{ng} , I_{nc} có thể được nêu để cho phép đánh giá khả năng mang dòng trong các ngăn mang tải nhẹ, xem 5.3.2.

Đối với các cụm lắp ráp có các dây hiệu chỉnh hệ số công suất, kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt phải đáp ứng các yêu cầu bổ sung trong IEC 61921:2017.

10.10.2 Kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm

10.10.2.1 Quy định chung

Kiểm tra xác nhận thông qua thử nghiệm bao gồm các nội dung sau.

a) Nếu hệ thống cụm lắp ráp cần kiểm tra xác nhận gồm một số biến thể, (các) bố trí nặng nề nhất đối với cụm lắp ráp phải được chọn theo 10.10.2.2.

b) (Các) biến thể cụm lắp ráp được chọn phải được kiểm tra xác nhận bằng một trong các phương pháp sau (xem Phụ lục L):

1) xem xét các khối chức năng, thanh cái chính, thanh cái phân phối và cụm lắp ráp một cách đồng thời theo 10.10.2.3.5;

2) xem xét các khối chức năng một cách riêng rẽ, và cụm lắp ráp hoàn chỉnh kể cả các thanh cái chính và thanh cái phân phối theo 10.10.2.3.6;

3) xem xét các khối chức năng và thanh cái chính, thanh cái phân phối một cách riêng rẽ cũng như cụm lắp ráp hoàn chỉnh theo 10.10.2.3.7.

c) Khi (các) biến thể cụm lắp ráp được thử nghiệm là các biến thể nặng nề nhất của hệ thống cụm lắp ráp thì kết quả thử nghiệm có thể được sử dụng để thiết lập các thông số đặc trưng của các biến thể tương tự mà không cần thử nghiệm thêm. Quy tắc so sánh đối với những sai lệch này được cho trong 10.10.3.

10.10.2.2 Chọn bố trí đại diện

10.10.2.2.1 Quy định chung

Thử nghiệm phải được thực hiện trên một hoặc nhiều bố trí đại diện mang một hoặc nhiều tổ hợp tải đại diện được chọn để xác định độ tăng nhiệt lớn nhất với độ chính xác hợp lý trong các điều kiện lắp đặt và làm việc bình thường. Việc chọn các bố trí đại diện cần thử nghiệm được cho trong 10.10.2.2.2 và

10.10.2.2.3 và là trách nhiệm của nhà chế tạo ban đầu. Nhà chế tạo ban đầu phải xem xét lựa chọn thử nghiệm các cấu hình cần rút ra từ các bố trí được thử nghiệm theo 10.10.3.

10.10.2.2.2 Thanh cái

Đối với các hệ thống thanh cái bao gồm một hoặc nhiều đoạn dẫn điện hình chữ nhật, khi các biến thể chỉ khác nhau ở việc giảm một hoặc nhiều:

- chiều cao,
 - chiều dày,
 - số lượng thanh trên mỗi đoạn dẫn,
- và giống nhau ở
- bố trí hình học các thanh dẫn,
 - khoảng cách giữa các đường tâm của vật dẫn,
 - vỏ bọc, và
 - ngăn chứa thanh dẫn (nếu có),

thì các thanh cái có tiết diện lớn nhất phải được chọn làm bố trí đại diện tối thiểu cho thử nghiệm này. Đối với các thông số đặc trưng của các biến thể kích cỡ nhỏ nhất của thanh cái hoặc vật liệu khác, xem 10.10.3.3.

10.10.2.2.3 Khối chức năng

a) Chọn các nhóm khối chức năng có thể so sánh

Các khối chức năng được thiết kế để sử dụng ở các dòng điện danh định khác nhau có thể được xem là có đáp ứng nhiệt tương tự và từ bố trí có thể so sánh của các khối nếu chúng đáp ứng các yêu cầu sau:

- 1) sơ đồ chức năng và sơ đồ đi dây cơ bản của mạch điện chính là giống nhau (ví dụ nguồn cấp vào, bộ khởi động đảo chiều, fi đơ cáp);
- 2) các thiết bị có kích cỡ khung giống nhau và thuộc về cùng một sê ri;
- 3) kết cấu đỡ thuộc cùng một kiểu;
- 4) bố trí tương hỗ giữa các thiết bị là giống nhau;
- 5) kiểu và bố trí dây dẫn là giống nhau;
- 6) tiết diện của dây dẫn mạch điện chính trong phạm vi khối chức năng phải có thông số đặc trưng tối thiểu bằng thông số của thiết bị có giá trị danh định thấp nhất trong mạch điện. Việc chọn các cáp phải như được thử nghiệm hoặc theo IEC 60364-5-55:2009. Ví dụ về cách thức điều chỉnh tiêu chuẩn này theo các điều kiện bên trong cụm lắp ráp được cho trong Bảng H.1 và Bảng H.2. Tiết diện các thanh cái phải như được thử nghiệm hoặc như cho trong Phụ lục K.

b) Việc chọn biến thể quan trọng trong từng nhóm có thể so sánh để làm mẫu thử nghiệm

Thông số đặc trưng dòng điện lớn nhất có thể có đối với từng biến thể của khối chức năng được thiết lập. Đối với các khối chức năng chỉ chứa một thiết bị, thông số đặc trưng của dòng điện được lấy là dòng điện danh định của thiết bị đó. Đối với các khối chức năng có một vài thiết bị, thông số đặc trưng của dòng điện được lấy là giá trị của thiết bị với dòng điện danh định nhỏ nhất. Đối với mỗi khối chức năng, tổn hao công suất được tính ở dòng điện lớn nhất có thể có sử dụng dữ liệu cho bởi nhà chế tạo thiết bị đối với từng thiết bị cùng với các tổn hao công suất của các dây dẫn đi kèm.

Các khối chức năng có dòng điện đến và bằng 630 A, khối quan trọng trong mỗi dây là khối chức năng có tổn hao công suất tổng lớn nhất.

Đối với các khối chức năng có dòng điện lớn hơn 630 A, khối quan trọng trong mỗi dây là khối có dòng điện danh định lớn nhất. Điều này đảm bảo rằng các hiệu ứng nhiệt bổ sung liên quan đến các dòng điện xoáy và dịch chuyển dòng điện được đưa vào xem xét.

Khối chức năng ít quan trọng nhất phải được thử nghiệm:

- bên trong ngăn nhỏ nhất (nếu có) được thiết kế cho khối chức năng này; và
- với biến thể xấu nhất của ngăn cách bên trong (nếu có) liên quan đến kích cỡ của lỗ thông gió;
- với vỏ bọc có tổn hao công suất lắp đặt trên một đơn vị thể tích là lớn nhất; và
- với biến thể xấu nhất của thông gió của vỏ bọc liên quan đến loại thông gió (tự nhiên hoặc cưỡng bức) và kích cỡ của các lỗ thông gió.

Nếu khối chức năng có thể được bố trí theo các hướng khác nhau (ngang, dọc) thì phải thử nghiệm bố trí nặng nề nhất.

Các thử nghiệm bổ sung có thể được thực hiện khi có tham vấn nhà chế tạo ban đầu đối với các bố trí và các biến thể của các khối chức năng ít quan trọng hơn, nếu có.

10.10.2.3 Phương pháp thử nghiệm

10.10.2.3.1 Quy định chung

Trong 10.10.2.3.5 đến 10.10.2.3.7, ba phương pháp thử nghiệm được đưa ra, khác nhau về số lượng thử nghiệm cần thiết và phạm vi áp dụng của các kết quả thử nghiệm. 10.10.2.3.5 cung cấp phương tiện thử nghiệm một cụm lắp ráp hoàn chỉnh trong đó dòng điện danh định nhóm I_{ng} là kết quả thử nghiệm. 10.10.2.3.6 cung cấp phương tiện thử nghiệm cụm lắp ráp khi có thêm dòng điện danh định I_{nc} của các nguồn cấp ra được xác định với ít thử nghiệm hơn quy định trong 10.10.2.3.7. Giải thích được cung cấp trong Phụ lục L.

Thử nghiệm độ tăng nhiệt trên các mạch riêng lẻ phải được thực hiện với loại dòng điện mà chúng dự định, và ở tần số thiết kế. Cho phép sử dụng bất kỳ giá trị thuận tiện nào của điện áp thử nghiệm có thể được sử dụng để tạo ra dòng điện mong muốn. Các thiết bị tiêu thụ điện như, các linh kiện điện tử, cuộn dây của roto, công tắc tơ, bộ nhả, v.v. phải được cấp nguồn với các điện áp làm việc danh định của nó.

Đối với các cụm lắp ráp có làm mát chủ động, thiết bị làm mát phải hoạt động như trong vận hành bình thường.

Cụm lắp ráp phải được lắp như trong sử dụng bình thường, với tất cả các nắp kể cả tấm đáy dưới cùng, v.v. được đặt đúng vị trí.

Nếu cụm lắp ráp có cầu chảy, thì cụm lắp ráp đó phải được lắp với các dây chảy như quy định bởi nhà chế tạo đối với thử nghiệm này.

Chi tiết về các dây chảy được sử dụng cho thử nghiệm, nghĩa là tên và tham chiếu của nhà chế tạo, dòng điện danh định, tổn hao công suất của dây chảy và khả năng cắt, phải được đưa ra trong báo cáo thử nghiệm. Thử nghiệm điển hình với các dây chảy quy định phải được coi là bao hàm việc sử dụng các dây chảy khác bất kỳ có tổn hao công suất, ở dòng điện nhiệt thông thường của khối tổ hợp, không vượt quá tổn hao công suất của dây chảy được sử dụng cho thử nghiệm.

Kích thước và bố trí của các dây dẫn bên ngoài được sử dụng cho thử nghiệm phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

Thử nghiệm phải được thực hiện trong thời gian đủ để độ tăng nhiệt đạt đến giá trị không đổi. Trong thực tế, điều kiện này đạt được khi độ biến thiên tại tất cả các điểm được đo (bao gồm cả nhiệt độ không khí xung quanh) không vượt quá 1 K/h.

Để rút ngắn thời gian thử nghiệm, nếu thiết bị cho phép, dòng điện có thể tăng lên trong phần đầu tiên của thử nghiệm, sau đó được giảm xuống giá trị dòng điện thử nghiệm quy định.

Khi nam châm điện điều khiển được cấp điện trong quá trình thử nghiệm, nhiệt độ được đo khi đạt được trạng thái cân bằng nhiệt trong cả mạch điện chính và trong nam châm điện điều khiển.

Giá trị trung bình của dòng thử nghiệm thực tế đi vào phải nằm trong khoảng từ 100 % đến 103 % của giá trị dự kiến. Mỗi pha phải nằm trong khoảng ± 5 % giá trị dự kiến.

Các thử nghiệm trên từng ngăn riêng lẻ của cụm lắp ráp được chấp nhận. Để làm đại diện cho thử nghiệm, các bề mặt bên ngoài mà các ngăn bổ sung có thể được kết nối phải được cách nhiệt bằng một lớp phủ để ngăn ngừa làm mát quá mức bất kỳ.

Khi tính năng của một khối chức năng duy nhất trong một ngăn được thử nghiệm như một phần của một cụm lắp ráp hoàn chỉnh (hoặc một phần của cụm lắp ráp) theo yêu cầu của 10.10.2.3.7 d) có tính đến ảnh hưởng của các khối chức năng khác trong các ngăn riêng của chúng, các khối chức năng khác này có thể được thay thế bằng điện trở gia nhiệt nếu thông số đặc trưng của từng khối không vượt quá 630 A và thông số đặc trưng của chúng không được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm này.

Trong các cụm lắp ráp có khả năng lắp thêm các mạch điện hoặc thiết bị phụ trợ, các điện trở gia nhiệt phải mô phỏng sự tiêu tán công suất của các hạng mục bổ sung này.

Để giảm thử nghiệm cần thiết để xác định dòng điện danh định của mạch điện I_1 ở độ tăng nhiệt lớn nhất cho phép ΔT_1 , thông số đặc trưng dòng điện có thể được tính toán từ dòng điện thử nghiệm thực tế I_2

TCVN 13724-1:2023

nếu độ tăng nhiệt đo được ΔT_2 của các phần mang dòng (ví dụ thanh cái và đầu nối) lệch khỏi giá trị cho phép không quá ± 5 K, sử dụng công thức sau:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)^{0.61}$$

[NGUỒN: Hiệp hội Phát triển Đồng; Xuất bản số 22:1996 công thức số 8.]

Công thức này chỉ có thể áp dụng nếu tổn hao công suất của thiết bị và dây dẫn về cơ bản tỷ lệ với I_2 .

VÍ DỤ: Thanh cái đạt đến $\Delta T_2 = 102$ K (cho phép $\Delta T_1 = 105$ K) trong thử nghiệm ở dòng điện 973 A; bằng cách sử dụng công thức này, giá trị ghi lại của thử nghiệm sẽ là 990 A ở 105 K.

CHÚ THÍCH: Đối với dải giới hạn các điều chỉnh nhiệt cần xem xét, công thức này cũng được áp dụng cho các dây nhôm.

Phải thận trọng để đảm bảo rằng tất cả các điểm đo khác sẽ không đạt đến nhiệt độ lớn nhất của chúng ở dòng điện cao hơn này. Mọi thông số đặc trưng dòng điện được điều chỉnh phải được xác định rõ ràng trong tài liệu thử nghiệm bằng cách ghi lại các kết quả thu được trong quá trình thử nghiệm. Cần thận trọng khi xác định số lượng điểm áp dụng tính toán này để đảm bảo ảnh hưởng của việc thay đổi một số dòng điện có ảnh hưởng đến các điểm đo khác (bao gồm cả nhiệt độ không khí bên trong) do tổn hao công suất bị thay đổi.

10.10.2.3.2 Dây dẫn thử nghiệm

Trong trường hợp không có thông tin chi tiết liên quan đến dây dẫn bên ngoài và điều kiện vận hành, tiết diện của dây dẫn thử nghiệm bên ngoài phải được chọn có xét dòng điện danh định của mỗi mạch như sau:

a) Đối với các giá trị dòng điện danh định đến và bằng 400 A:

- 1) Dây dẫn phải là cáp đồng, một lõi hoặc sợi dây có cách điện có tiết diện như cho trong Bảng 11;
- 2) Nếu thực tế cho phép, dây dẫn phải được đặt trong không khí tự do;
- 3) Chiều dài tối thiểu của từng mối nối tạm thời giữa các đầu nối phải:
 - 1 m đối với tiết diện đến và bằng 35 mm²;
 - 2 m đối với tiết diện lớn hơn 35 mm².

b) Đối với các giá trị dòng điện danh định lớn hơn 400 A nhưng không quá 1 600 A:

- 1) Dây dẫn phải là cáp đồng một lõi có tiết diện như cho trong Bảng 12, hoặc các thanh đồng tương đương cho trong Bảng 12 theo quy định của nhà chế tạo ban đầu.
- 2) Cáp hoặc thanh đồng phải được đặt ở khoảng cách xấp xỉ nhau giữa các đầu nối. Nhiều cáp song song trên mỗi đầu nối phải được bó lại với nhau và được bố trí cách nhau xấp xỉ 10 mm trong không khí. Nhiều thanh đồng trên mỗi đầu nối phải được đặt cách nhau một khoảng xấp xỉ bằng chiều dày của

thanh. Nếu kích thước đã nêu của các thanh không phù hợp với các đầu nối hoặc không có sẵn, cho phép sử dụng các thanh khác có cùng tiết diện $\pm 10\%$ và các bề mặt làm mát giống nhau hoặc nhỏ hơn. Các thanh đồng không được đan xen.

3) Đối với thử nghiệm một pha hoặc nhiều pha, chiều dài tối thiểu của mỗi nối với tạm thời bất kỳ với nguồn thử nghiệm phải là 2 m. Chiều dài tối thiểu đến một điểm sao có thể giảm xuống còn 1,2 m khi có thỏa thuận với nhà chế tạo ban đầu.

c) Đối với các giá trị dòng điện danh định lớn hơn 1 600 A nhưng không quá 7 000 A:

1) Dây dẫn phải là thanh đồng có kích cỡ như cho trong Bảng 12 trừ khi cụm lắp ráp chỉ được thiết kế để đấu nối cáp. Trong trường hợp này, kích cỡ và đầu nối cáp phải theo quy định của nhà chế tạo ban đầu.

2) Thanh đồng phải được đặt ở khoảng cách xấp xỉ nhau giữa các đầu nối. Nhiều thanh đồng trên mỗi đầu nối phải được đặt cách nhau một khoảng xấp xỉ bằng chiều dày của thanh. Nếu kích thước đã nêu của các thanh không phù hợp với các đầu nối hoặc không có sẵn, cho phép sử dụng các thanh khác có cùng tiết diện $\pm 10\%$ và các bề mặt làm mát giống nhau hoặc nhỏ hơn. Các thanh đồng không được đan xen.

3) Đối với thử nghiệm một pha hoặc nhiều pha, chiều dài tối thiểu của mỗi nối với tạm thời bất kỳ với nguồn thử nghiệm phải là 3 m, nhưng có thể giảm xuống còn 2 m với điều kiện độ tăng nhiệt tại đầu phía nguồn của mỗi nối không nhỏ hơn độ tăng nhiệt ở phần giữa của đoạn đầu nối không quá 5 K. Chiều dài tối thiểu đến một điểm sao phải là 2 m.

d) Đối với các giá trị dòng điện danh định lớn hơn 7 000 A

Nhà chế tạo ban đầu phải xác định tất cả các hạng mục liên quan của thử nghiệm, ví dụ loại nguồn cung cấp, số lượng dây pha và tần số (nếu thuộc đối tượng áp dụng), tiết diện của dây dẫn thử nghiệm, v.v. Thông tin này phải tạo thành một phần của báo cáo thử nghiệm.

10.10.2.3.3 Đo nhiệt độ

Phải sử dụng nhiệt ngẫu hoặc nhiệt kế để đo nhiệt độ. Đối với cuộn dây, phương pháp đo nhiệt độ bằng sự thay đổi điện trở thường được sử dụng. Trong trường hợp điều này là không thực tế, cho phép sử dụng nhiệt ngẫu để xác định độ tăng nhiệt trên bề mặt của cuộn dây.

Các nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu phải được bảo vệ khỏi các luồng không khí và bức xạ nhiệt.

Nhiệt độ phải được đo tại tất cả các điểm mà tại đó phải quan sát giới hạn độ tăng nhiệt (xem 9.2). Phải đặc biệt chú ý đến các mối nối trong dây dẫn và đầu nối nằm trong các mạch điện chính. Để đo nhiệt độ của không khí bên trong một tổ hợp, một số thiết bị đo phải được bố trí ở những nơi thuận tiện.

10.10.2.3.4 Nhiệt độ không khí môi trường

Nhiệt độ không khí môi trường phải được đo bằng ít nhất hai nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu được phân bố đều xung quanh cụm lắp ráp ở xấp xỉ một nửa chiều cao của nó và ở khoảng cách xấp xỉ 1 m tính từ cụm lắp ráp. Nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu phải được bảo vệ khỏi các luồng không khí và bức xạ nhiệt.

Nhiệt độ không khí môi trường trong quá trình thử nghiệm phải nằm trong khoảng từ +10 °C đến +40 °C.

10.10.2.3.5 Kiểm tra xác nhận cụm lắp ráp hoàn chỉnh

Các mạch điện chính của cụm lắp ráp phải được mang tải với các dòng điện danh định nhóm ước tính của chúng, I_{ng} , (xem 5.3.3) (xem Phụ lục L).

Nếu dòng danh định nhóm, I_{ng} , của mạch điện đi vào hoặc hệ thống thanh cái phân phối nhỏ hơn tổng các dòng điện danh định của nhóm, I_{ng} , của tất cả các mạch điện đi ra, thì các mạch điện đi ra phải được chia thành các bộ thử nghiệm tương ứng với dòng điện danh định nhóm của mạch điện đi vào hoặc hệ thống thanh cái phân phối. Các bộ thử nghiệm phải được hình thành theo cách sao cho có thể thu được độ tăng nhiệt cao nhất. Phải tạo thành đủ các bộ thử nghiệm và các thử nghiệm được thực hiện để bao gồm tất cả các biến thể khác nhau của các khối chức năng trong ít nhất một bộ thử nghiệm.

Trường hợp các mạch điện đầy tải không phân phối chính xác tổng dòng điện đi vào thì dòng điện còn lại phải được phân phối thông qua mạch điện thích hợp bất kỳ khác. Thử nghiệm này phải được lặp lại cho đến khi tất cả các loại mạch điện đi ra đã được kiểm tra xác nhận ở các dòng điện danh định nhóm của chúng.

Thay đổi trong bố trí các khối chức năng nằm trong cụm lắp ráp hoặc ngăn của cụm lắp ráp đã được kiểm tra xác nhận, có thể yêu cầu các thử nghiệm bổ sung vì ảnh hưởng nhiệt của các khối liền kề có thể khác biệt đáng kể.

10.10.2.3.6 Kiểm tra xác nhận các khối chức năng riêng rẽ và cụm lắp ráp hoàn chỉnh

Các dòng điện nhóm danh định, I_{ng} , theo 5.3.3 và dòng điện danh định, I_{nc} , của các mạch điện chính đầu ra theo 5.3.2 phải được kiểm tra xác nhận theo hai giai đoạn:

- Dòng điện danh định, I_{nc} , của từng biến thể quan trọng của khối chức năng đầu ra như xác định trong 10.10.2.3 b) phải được kiểm tra xác nhận riêng rẽ theo 10.10.2.3.7 c)
- Cụm lắp ráp được kiểm tra xác nhận bằng cách mang tải cho mạch điện đầu vào và tất cả các khối chức năng đầu ra đồng thời đến dòng điện danh định nhóm ước tính, I_{ng} .

Nếu dòng danh định nhóm, I_{ng} , của mạch điện đầu vào hoặc hệ thống thanh cái phân phối nhỏ hơn tổng các dòng điện, I_{ng} , của tất cả các mạch điện đầu ra, thì các mạch điện đầu ra phải được chia thành các bộ thử nghiệm tương ứng với dòng điện danh định nhóm của mạch điện đầu vào hoặc hệ thống thanh cái phân phối. Các bộ thử nghiệm phải được hình thành theo cách sao cho đạt được độ tăng nhiệt cao nhất có thể. Các bộ thử nghiệm đầy đủ phải được hình thành và các thử nghiệm được thực hiện để bao hàm tất cả các biến thể khác nhau của các khối chức năng trong ít nhất một bộ thử nghiệm.

Trong trường hợp các mạch điện mang tải đầy đủ không phân phối chính xác tổng dòng điện đầu vào, dòng điện còn lại phải được phân phối thông qua mạch điện thích hợp bất kỳ khác. Thử nghiệm này phải được lặp lại cho đến khi tất cả các loại mạch điện đầu ra đã được kiểm tra xác nhận ở dòng điện thử nghiệm của chúng.

Việc thay đổi bố trí của các khối chức năng trong cụm lắp ráp hoặc phần của cụm lắp ráp đã được kiểm tra xác nhận có thể yêu cầu các thử nghiệm bổ sung vì ảnh hưởng nhiệt của các khối liền kề có thể khác biệt đáng kể.

Nếu I_{nc} và I_{ng} được kiểm tra xác nhận, RDF được tính bằng cách chia I_{ng} cho I_{nc} đối với các mạch điện riêng rẽ cần xét.

10.10.2.3.7 Kiểm tra xác nhận các khối chức năng riêng rẽ, các thanh cái chính và thanh cái phân phối riêng rẽ cũng như và cụm lắp ráp hoàn chỉnh

Các cụm lắp ráp phải được kiểm tra xác nhận bằng cách kiểm tra xác nhận riêng các phần tử tiêu chuẩn từ a) đến c) như đã chọn theo 10.10.2.2.2 và 10.10.2.2.3, và kiểm tra xác nhận cụm lắp ráp hoàn chỉnh d) trong điều kiện trường hợp xấu nhất như chi tiết dưới đây.

a) Các thanh cái chính phải được thử nghiệm riêng rẽ. Chúng phải được lắp trong vỏ bọc cụm lắp ráp như trong sử dụng bình thường với tất cả các tấm chắn và tất cả các vách ngăn dùng để tách riêng các thanh cái chính khỏi các ngăn khác được đặt đúng vị trí. Nếu thanh cái chính có khớp nối thì chúng phải được đưa vào trong thử nghiệm. Thử nghiệm phải được tiến hành tại dòng điện danh định. Dòng điện thử nghiệm phải cho đi qua toàn bộ chiều dài của thanh cái. Trường hợp thiết kế cụm lắp ráp cho phép và giảm thiểu ảnh hưởng của các dây dẫn thử nghiệm bên ngoài lên độ tăng nhiệt, chiều dài của thanh cái chính nằm trong vỏ bọc dùng cho thử nghiệm phải tối thiểu là 2 m kể cả ít nhất một khớp nối khi thanh cái có thể mở rộng.

Mỗi thanh cái phân phối phải được thử nghiệm riêng rẽ với các khối đầu ra. Chúng phải được lắp trong vỏ bọc như trong sử dụng bình thường với tất cả các tấm chắn và tất cả các vách ngăn dùng để phân cách thanh cái với các ngăn khác được đặt đúng vị trí. Thanh cái phân phối phải được nối với thanh cái chính. Không được nối dây dẫn khác (ví dụ các đầu nối đến khối chức năng) phải được nối với thanh cái phân phối. Để xem xét tình trạng nặng nề nhất, thử nghiệm phải được tiến hành ở dòng điện danh định, và dòng điện thử nghiệm phải đi qua toàn bộ chiều dài của thanh cái phân phối. Nếu dòng điện danh định của thanh cái chính cao hơn dòng điện thử nghiệm, nó phải được nuôi với dòng điện bổ sung sao cho nó mang dòng điện danh định đến điểm tiếp nối với thanh cái phân phối.

c) Nếu nhà chế tạo công bố I_{nc} , các khối chức năng liên quan phải được thử nghiệm riêng rẽ. Khối chức năng phải được lắp trong vỏ bọc như trong sử dụng bình thường với tất cả các tấm che và tất cả các vách ngăn bên trong được đặt đúng vị trí. Nếu có thể lắp ở các vị trí khác nhau, sử dụng vị trí nào bất lợi nhất. Khối chức năng phải được nối với thanh cái chính hoặc thanh cái phân phối như trong sử dụng bình thường. Nếu thanh cái chính và/hoặc thanh cái phân phối (nếu có) được thiết kế để cấp điện cho các mạch điện khác và chúng được đặc trưng cho dòng điện lớn hơn, chúng phải được nuôi bằng các

dòng điện bổ sung sao cho chúng mang các dòng điện danh định riêng rẽ của chúng đến các điểm khớp nối liên quan. Thử nghiệm phải được thực hiện ở dòng điện danh định ước tính I_{nc} đối với khối chức năng.

d) Cụm lắp ráp hoàn chỉnh phải được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm độ tăng nhiệt của (các) bố trí nặng nề nhất có thể có trong vận hành và như được xác định bởi nhà chế tạo ban đầu. Đối với thử nghiệm này, mạch điện đầu vào và từng khối chức năng đầu ra được mang tải là dòng điện danh định nhóm I_{ng} trong đó I_{ng} bằng I_{nc} nhân với RDF khi I_{nc} được công bố. Nếu dòng điện danh định nhóm của tất cả các mạch điện đầu ra (tức là các dòng điện danh định nhóm của chúng) thì các mạch điện đầu ra phải được chia thành các bộ thử nghiệm ứng với dòng điện danh định của mạch điện đầu vào hoặc hệ thống thanh cái phân phối. Nếu thanh cái chính và/hoặc thanh cái phân phối (nếu có) có thông số đặc trưng đối với dòng điện cao hơn thì chúng phải được nuôi bằng các dòng điện bổ sung sao cho duy trì thông số đặc trưng đạt được trong 1) và b). Các bộ thử nghiệm phải được hình thành theo cách sao cho đạt được độ tăng nhiệt cao nhất có thể. Phải tạo được đủ các bộ thử nghiệm và các thử nghiệm được thực hiện bao hàm tất cả các biến thể khác nhau của khối chức năng trong tối thiểu một tập thử nghiệm.

Nếu I_{nc} và I_{ng} được kiểm tra xác nhận, RDF được tính bằng cách chia I_{ng} cho I_{nc} đối với các mạch điện riêng rẽ cần xét.

10.10.2.3.8 Kết quả cần đạt được

Các dòng điện thử nghiệm ước tính trong 10.10.2.3.5, 10.10.2.3.6 và 10.10.2.3.7, khi được kiểm tra xác nhận bởi (các) thử nghiệm để xác định I_{nc} và I_{ng} cuối cùng, khi thích hợp.

Vào thời điểm kết thúc thử nghiệm, độ tăng nhiệt không được vượt quá các giá trị quy định trong Bảng 6. Nếu các thử nghiệm theo 10.10.2.3.6 hoặc 10.10.2.3.7 được tiến hành để kiểm tra xác nhận I_{nc} và I_{ng} đối với các mạch điện đầu ra, thì hệ số đa dạng danh định có thể được tính đến (xem 3.8.11 và 5.4).

10.10.3 Kiểm tra xác nhận bằng so sánh

10.10.3.1 Quy định chung

Các điều khoản dưới đây xác định cách thức kiểm tra xác nhận dòng điện danh định của các biến thể bằng các bố trí tương tự đã được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm.

Các thử nghiệm được thực hiện ở một tần số cụ thể được áp dụng ở cùng thông số đặc trưng dòng điện để giảm các tần số kể cả điện DC.

Thử nghiệm độ tăng nhiệt trên (các) mạch điện được thực hiện ở 50 Hz có thể áp dụng cho 60 Hz đối với danh định dòng điện đến và bằng 800 A. Trong trường hợp không có thử nghiệm ở 60 Hz đối với dòng điện trên 800 A, dòng điện danh định ở 60 Hz phải được giảm xuống còn 95 % dòng điện ở 50 Hz. Một cách khác, khi độ tăng nhiệt lớn nhất ở 50 Hz không vượt quá 90 % giá trị cho phép, thì không cần giảm công suất đối với 60 Hz.

10.10.3.2 Cụm lắp ráp

Các cụm lắp ráp được kiểm tra xác nhận bởi sai lệch so với bố trí tương tự đã được thử nghiệm phải phù hợp với các nội dung sau:

- a) các khối chức năng phải thuộc về cùng (các) nhóm như (các) khối chức năng được chọn cho thử nghiệm (xem 10.10.2.2.3);
- b) kiểu kết cấu tương tự như được sử dụng cho thử nghiệm;
- c) các kích thước tổng thể tương tự hoặc tăng như được sử dụng cho thử nghiệm;
- d) các điều kiện làm mát tương tự hoặc tăng như được sử dụng cho thử nghiệm (lưu thông cưỡng bức hoặc tự nhiên, các lỗ thông gió tương tự hoặc lớn hơn);
- e) ngăn cách bên trong tương tự hoặc giảm như được sử dụng cho thử nghiệm (nếu cần);
- f) tổn hao công suất tương tự hoặc giảm trong cùng một ngăn như sử dụng cho thử nghiệm.

Cụm lắp ráp được kiểm tra xác nhận có thể bao gồm tất cả hoặc chỉ một phần mạch điện của cụm lắp ráp được kiểm tra xác nhận trước đó. (Các) bố trí thay thế của khối chức năng bên trong cụm lắp ráp hoặc ngăn so với biến thể được thử nghiệm được phép với điều kiện các ảnh hưởng về nhiệt của các khối liên kế không khác nghiệt hơn.

Các thử nghiệm nhiệt được thực hiện trên các cụm lắp ráp ba pha, ba dây được coi là đại diện cho cụm lắp ráp ba pha, bốn dây và một pha, hai dây hoặc ba dây, với điều kiện là dây trung tính có kích cỡ bằng hoặc lớn hơn các dây pha và được bố trí theo cách tương tự.

10.10.3.3 Thanh cái

Các thông số đặc trưng được thiết lập cho thanh cái bằng nhôm áp dụng được cho các thanh cái bằng đồng có cùng tiết diện và cấu hình. Tuy nhiên, thông số đặc trưng được thiết lập cho thanh cái bằng đồng không được sử dụng để thiết lập thông số đặc trưng của thanh cái bằng nhôm.

Các thông số đặc trưng của các biến thể không được chọn để thử nghiệm theo 10.10.2.2.2 phải được xác định bằng cách nhân tiết diện của chúng với mật độ dòng điện của thanh cái có tiết diện lớn hơn của cùng một thiết kế đã được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm.

Ngoài ra, nếu đã thực hiện thử nghiệm với tiết diện nhỏ hơn tiết diện cần rút ra và cũng đáp ứng tất cả các điều kiện của 10.10.2.2.2 thì thông số đặc trưng của các biến thể trung gian có thể được thiết lập bằng phép nội suy.

Cho phép sửa đổi đầu nối giữa thanh cái chính và thanh cái phân phối nếu việc sửa đổi được kiểm tra xác nhận bằng một thử nghiệm trong đó độ tăng nhiệt trong bố trí mới không cao hơn so với trong một thử nghiệm so sánh trên thiết kế tham chiếu.

10.10.3.4 Khối chức năng

Sau khi biến thể quan trọng của từng nhóm khối chức năng có thể so sánh (xem 10.10.2.2.3 a)) đã chịu thử nghiệm để kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt, các dòng điện danh định thực I_{ng} , và nếu được xác định, I_{nc} , của tất cả các khối chức năng trong nhóm phải được tính bằng cách sử dụng các kết quả của các thử nghiệm này.

Đối với mỗi khối chức năng được thử nghiệm, phải tính hệ số giảm thông số đặc trưng (dòng điện danh định, I_{nc} hoặc I_{ng} , từ thử nghiệm chia cho dòng điện lớn nhất có thể có của khối chức năng này, xem 10.10.2.2.3 b)).

Dòng điện danh định, I_{nc} hoặc I_{ng} , của từng khối chức năng không được thử nghiệm trong một dải phải là dòng điện lớn nhất có thể có của khối chức năng nhân với hệ số giảm thông số đặc trưng được thiết lập cho biến thể được thử nghiệm trong dải đó.

Cho phép sửa đổi mối nối giữa khối chức năng và thanh cái chính hoặc thanh cái phân phối nếu sửa đổi này được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm trong đó độ tăng nhiệt trong bố trí mới không cao hơn trong thử nghiệm so sánh trên thiết kế tham chiếu.

10.10.3.5 Khối chức năng – Lưu ý về độ tăng nhiệt để thay thế thiết bị

Thiết bị có dòng điện danh định I_n không quá 1 600 A có thể được thay bằng thiết bị tương tự có sê ri khác từ cùng hoặc khác nhà chế tạo thiết bị với thiết bị được sử dụng trong kiểm tra xác nhận ban đầu, với điều kiện tổn hao công suất và độ tăng nhiệt của đầu nối của thiết bị thay thế giống hoặc nhỏ hơn thiết bị được sử dụng trong kiểm tra xác nhận ban đầu, khi cả hai được thử nghiệm theo tiêu chuẩn sản phẩm của thiết bị.

Một cách khác, và không có giới hạn thông số đặc trưng dòng điện, khi thiết bị ban đầu và thiết bị thay thế đến từ cùng một nhà chế tạo, nhà chế tạo thiết bị có thể cung cấp bản công bố về tính năng độ tăng nhiệt. Công bố phải khẳng định rằng thiết bị thay thế có thể thay thế cho thiết bị ban đầu mà không cần kiểm tra xác nhận thêm liên quan đến độ tăng nhiệt. Công bố này phải bao gồm các nội dung chỉ ra rằng tổn hao công suất đối với thiết bị thay thế là giống hoặc nhỏ hơn thiết bị ban đầu.

Ngoài ra, đối với cả hai lựa chọn trên, bố trí vật lý bên trong khối chức năng phải được duy trì. Thông số đặc trưng của khối chức năng không được tăng lên.

Bố trí vật lý phải bao gồm các che chắn đầu nối, loại dây dẫn, vật liệu và kích cỡ mối nối, hướng lắp đặt, khe hở không khí đến các phần khác, bố trí thông gió và bố trí đầu nối.

Dữ liệu về tính năng trên nhiệt độ đầu nối và tổn hao công suất có thể đạt được từ nhà chế tạo thiết bị hoặc từ các thử nghiệm so sánh được thực hiện bởi những người có trách nhiệm cho việc thay thế. Thử nghiệm bất kỳ phải được thực hiện trên các mẫu mới.

Xem Bảng D.1 đối với các đặc tính thiết kế khác, kể cả khả năng chịu ngắn mạch (xem Bảng 13, hạng mục 16), đòi hỏi cân nhắc khi thay thế thiết bị.

10.10.3.6 Tính các dòng điện dựa trên việc điều chỉnh nhiệt độ không khí môi trường

Một khi thử nghiệm độ tăng nhiệt đã được tiến hành bằng cách áp dụng các giới hạn độ tăng nhiệt cho nhiệt độ không khí môi trường trung bình theo ngày là 35 °C, các dòng điện danh định được khẳng định bởi thử nghiệm đối với nhiệt độ không khí môi trường trung bình theo ngày là 35 °C có thể được điều chỉnh bằng cách tính toán để xác định dòng điện danh định đối với các nhiệt độ không khí môi trường trung bình theo ngày từ 20 °C đến 50 °C, với giả thiết là độ tăng nhiệt của từng thành phần hoặc thiết bị tỷ lệ với tổn hao phát sinh trong thành phần này.

Cần thận trọng để đảm bảo rằng các thiết bị được đánh giá có tổn hao công suất về cơ bản tỷ lệ với I_2 và không áp dụng cho thiết bị có tổn hao về cơ bản là cố định hoặc tuyến tính. Bằng thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà chế tạo, trong các cụm lắp ráp khi tổn hao công suất của các dây dẫn và thiết bị tỷ lệ với I_2 , dòng điện danh định của các mạch điện ở nhiệt độ không khí môi trường (bên ngoài vỏ bọc) trong phạm vi từ 20 °C đến 50 °C có thể được tính bằng cách sử dụng công thức sau:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)^{0,61}$$

[NGUỒN: Hiệp hội Phát triển Đồng; Xuất bản số 22:1996 công thức số 8 (Copper Development Association; Publication No. 22:1996 formula No. 8)]

CHÚ THÍCH: Đối với phạm vi giới hạn của các điều chỉnh nhiệt độ cần xét, công thức này cũng được áp dụng cho dây dẫn bằng nhôm.

trong đó

I_1 là dòng điện tại đó thử nghiệm độ tăng nhiệt được tiến hành;

I_2 là thông số đặc trưng của dòng điện được xác định tại nhiệt độ không khí môi trường cụ thể trong khoảng từ 20 °C đến 50 °C;

ΔT_1 là độ tăng nhiệt đo được bằng thử nghiệm với nhiệt độ I_1 ;

ΔT_2 là độ tăng nhiệt lớn nhất cho phép tại nhiệt độ không khí môi trường cụ thể trong khoảng từ 20 °C đến 50 °C;

I_2 có thể vượt quá dòng điện danh định của thiết bị bất kỳ (ví dụ I_n đối với áp tô mát), trong phạm vi mạch điện cần xem xét, ví dụ mạch điện có áp tô mát 1 600 A không thể ấn định thông số đặc trưng dòng điện 1 750 A trong nhiệt độ không khí môi trường 20 °C.

10.10.4 Đánh giá việc kiểm tra xác nhận

10.10.4.1 Quy định chung

Các phương pháp tính toán sau đây được cung cấp, có phạm vi áp dụng khác nhau:

1) cụm lắp ráp một ngăn với làm mát tự nhiên và dòng điện định mức I_{nA} không vượt quá 630 A (10.10.4.2);

2) cụm lắp ráp có làm mát tự nhiên và dòng điện danh định I_{NA} không vượt quá 1 600 A (10.10.4.3).

Các phương pháp này xác định độ tăng nhiệt không khí xấp xỉ bên trong vỏ bọc, mà gây ra do tổn hao công suất của tất cả các mạch điện, và so sánh nhiệt độ này với các giới hạn của thiết bị đã lắp đặt. Các phương pháp chỉ khác nhau ở cách xác định mối quan hệ giữa tổn hao công suất phát ra và độ tăng nhiệt của không khí bên trong vỏ bọc.

Do các nhiệt độ cục bộ thực tế của các phần mang dòng không thể tính toán bởi các phương pháp này, một số giới hạn và biên an toàn là cần thiết và được đưa vào. Việc kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt có thể được thực hiện bằng tính toán nếu đáp ứng tất cả các điều kiện chung dưới đây và các điều kiện bổ sung cho phương pháp tính toán được chọn.

a) Tần số danh định đến và bằng 60 Hz.

b) Dữ liệu tổn hao công suất đối với tất cả các linh kiện điện lắp sẵn được nhà chế tạo linh kiện sẵn sàng cung cấp.

c) Có sự phân bố tương đối đồng đều về các tổn hao công suất bên trong vỏ bọc.

d) Các phần kim loại và thiết bị đã lắp đặt được bố trí sau cho lưu thông không khí không bị ảnh hưởng đáng kể.

e) Dòng điện danh định nhóm của các mạch điện, I_{ng} , của cụm lắp ráp cần được kiểm tra xác nhận không được vượt quá 80 % dòng điện nhiệt của không khí lưu thông tự do danh định (I_{th}) nếu đã biết, hoặc khi không có sẵn I_{th} , 80 % dòng điện danh định (I_n) của thiết bị đóng cắt và các linh kiện điện lắp trong mạch điện. Thiết bị bảo vệ mạch điện phải được chọn để đảm bảo bảo vệ đủ cho các mạch điện đầu ra, ví dụ thiết bị bảo vệ động cơ nhiệt ở nhiệt độ tính toán trong cụm lắp ráp. Giới hạn 80 % của dòng điện danh định I_{th} hoặc I_n không áp dụng cho thiết bị điện tử mà có lắp các phương tiện cho lưu thông cưỡng bức khi chúng được lắp đặt theo các hướng dẫn của nhà chế tạo thiết bị.

CHÚ THÍCH 1: Không có đặc tính chung cho các thiết bị đóng cắt và các linh kiện điện mô tả giá trị dòng điện cần sử dụng ở đây. Với mục đích kiểm tra xác nhận các giới hạn độ tăng nhiệt, sử dụng giá trị của dòng điện, mà mô tả dòng điện làm việc liên tục lớn nhất có thể mang mà không bị quá nhiệt. Ví dụ đối với công tắc tơ, đây là dòng điện làm việc danh định I_e AC1 và đối với áp tô mát là dòng điện danh định I_n .

CHÚ THÍCH 2: Phương pháp kiểm tra xác nhận này đánh giá nhiệt độ không khí trung bình bên trong vỏ bọc với giả thiết phân bố các tổn hao công suất là đều. Do đó, các điểm nóng cục bộ tiềm ẩn tại các thiết bị, là các nguồn tổn hao công suất chính, không thể phát hiện được. Để ngăn ngừa quá nhiệt của các thiết bị, biên an toàn 80 % được đưa vào. Giá trị này dựa trên kinh nghiệm thử nghiệm chung.

CHÚ THÍCH 3: Thiết bị điện tử có thông gió cưỡng bức phân phối các tổn hao công suất của chúng chủ yếu thông qua không khí làm mát. Chúng không dựa trên tiêu tán công suất qua các dây dẫn và bề mặt của vỏ bọc/thiết bị. Thông thường, chúng được trang bị theo dõi nhiệt độ bên trong để ngăn ngừa quá nhiệt. Do đó, giới hạn 80 % dòng điện danh định như đưa vào đối với các thiết bị khác là không thích hợp.

Tất cả các dây dẫn được nối trực tiếp với thiết bị phải có tiết diện nhỏ nhất dựa trên 125 % dòng điện danh định nhóm, I_{ng} , của mạch điện kết hợp. Việc chọn các cáp phải theo TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009). Ví dụ về cách điều chỉnh tài liệu này cho các điều kiện bên trong cụm lắp ráp được cho trong Phụ lục H. Tiết diện của thanh đồng trần phải như được thử nghiệm hoặc như cho trong Phụ lục K. Trong trường hợp nhà chế tạo thiết bị quy định dây dẫn có tiết diện lớn hơn, phải sử dụng tiết diện này.

CHÚ THÍCH 4: Hệ số 125 % được sử dụng để đảm bảo rằng các dây dẫn không làm giảm chất lượng các thiết bị.

g) Dây dẫn mang dòng vượt quá 200 A và các phần kết cấu liên kết được bố trí sao cho dòng điện xoáy và tổn hao trễ được giảm thiểu.

Tổn hao công suất hiệu quả của tất cả các mạch điện kể cả dây dẫn nối liền kết phải được tính toán với giả thiết các mạch điện đang làm việc ở dòng điện danh định nhóm của chúng, I_{ng} . Tổn hao công suất tổng của cụm lắp ráp được tính bằng cách cộng các tổn hao công suất của mạch điện có tính đến việc dòng điện tải tổng được giới hạn đến dòng điện danh định của cụm lắp ráp, I_{nA} . Các tổn hao công suất của dây dẫn được xác định bằng tính toán (xem Phụ lục H và Phụ lục K).

CHÚ THÍCH 5: Có một số thiết bị có tổn hao công suất về cơ bản tỷ lệ với I_2 trong khi một số thiết bị khác có tổn hao công suất cố định, ví dụ bộ điều khiển thay đổi tốc độ.

VÍ DỤ: Cụm lắp ráp một ngăn có dòng điện danh định I_{nA} là 100 A (được giới hạn bởi các thanh cái phân phối) được trang bị 20 mạch điện đầu ra. Dòng điện danh định nhóm giả định I_{ng} đối với từng mạch là 8 A. Tổng tổn hao công suất hiệu quả cần được tính cho 12 mạch điện đầu ra mang tải 8 A mỗi mạch.

10.10.4.2 Cụm lắp ráp một ngăn có làm mát tự nhiên và dòng điện danh định (I_{nA}) không vượt quá 630 A

10.10.4.2.1 Phương pháp kiểm tra xác nhận

Kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt có thể được thực hiện bằng cách tính toán nếu đáp ứng tất cả các điều kiện chung được liệt kê trong 10.10.4.1, và sử dụng như sau:

a) Độ tăng nhiệt của không khí trong phạm vi vỏ bọc ở tổn hao công suất cho trước trong vỏ bọc, đối với phương pháp lắp đặt có thể áp dụng cần xét (ví dụ lắp đặt bằng mặt, lắp đặt trên bề mặt) là:

- sẵn có từ nhà chế tạo vỏ bọc, hoặc
- được xác định theo 10.10.4.2.2.

b) Tổn hao công suất tổng trong vỏ bọc được tính như chi tiết trong 10.10.4.1.

Độ tăng nhiệt lớn nhất cho phép của không khí bên trong vỏ bọc được xác định bởi thiết bị có nhiệt độ không khí làm việc tối đa nhỏ nhất và được lấy là nhiệt độ làm việc lớn nhất của thiết bị đó trừ đi nhiệt độ không khí môi trường trung bình hàng ngày (bên ngoài vỏ bọc).

Khi các thiết bị điện tử có thông gió cưỡng bức tích hợp, vỏ bọc phải được coi là không có thông gió tự nhiên, bất kể có hay không có lỗ hờ trên vỏ bọc.

10.10.4.2.2 Xác định khả năng tổn hao công suất của vỏ bọc bằng thử nghiệm

Tổn hao công suất phải được mô phỏng bằng các điện trở gia nhiệt mà tạo ra nhiệt tương đương với tổn hao công suất dự kiến của vỏ bọc. Các điện trở gia nhiệt phải được phân bố đều trên toàn bộ chiều cao của vỏ bọc và được lắp đặt tại các nơi thích hợp bên trong vỏ bọc.

Tiết diện của dây dẫn đến các điện trở này phải sao cho không dẫn khỏi vỏ bọc một lượng nhiệt đáng kể.

Thử nghiệm phải được thực hiện theo 10.10.2.3.1 đến 10.10.2.3.4 và độ tăng nhiệt của không khí phải được đo tại phần trên cùng của vỏ bọc. Nhiệt độ vỏ bọc không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 6.

10.10.4.2.3 Các kết quả cần đạt được

Cụm lắp ráp được kiểm tra xác nhận nếu:

- vỏ bọc có khả năng tiêu tán tổn hao công suất bằng hoặc lớn hơn tổn hao công suất phát ra bởi cụm lắp ráp ở độ tăng nhiệt của không khí lớn nhất cho phép bên trong vỏ bọc;
- tất cả các dây dẫn bên trong cụm lắp ráp đã được chọn để làm việc ở nhiệt độ không khí lớn nhất cho phép bên trong cụm lắp ráp.

10.10.4.3 Cụm lắp ráp có làm mát tự nhiên và dòng điện danh định (I_{nA}) không vượt quá 1 600 A

10.10.4.3.1 Phương pháp kiểm tra xác nhận

Kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt có thể được thực hiện bằng cách tính toán theo phương pháp trong IEC TR 60890:2014 với điều kiện đáp ứng các yêu cầu bổ sung của 10.10.4.1.

Độ tăng nhiệt của không khí bên trong cụm lắp ráp sau đó được xác định từ tổn hao công suất tổng có sử dụng phương pháp trong IEC TR 60890:2014.

Nhiệt độ không khí bên trong cụm lắp ráp được tính bằng cách cộng độ tăng nhiệt của không khí này và nhiệt độ không khí môi trường trung bình theo ngày của cụm lắp ráp. Khi thiết bị điện tử có thông gió cưỡng bức tích hợp, vỏ bọc phải được coi là không có thông gió tự nhiên, bất kể trên vỏ bọc có hay không có lỗ hờ.

CHÚ THÍCH: Thông gió tự nhiên bằng luồng không khí đi vào và đi ra khỏi vỏ bọc mà không có thông gió cưỡng bức.

10.10.4.3.2 Các kết quả cần đạt được

Cụm lắp ráp được kiểm tra xác nhận nếu nhiệt độ không khí tính được tại độ cao lắp đặt của linh kiện lắp sẵn bất kỳ (thiết bị, dây dẫn, v.v.) không vượt quá nhiệt độ không khí làm việc cho phép của các linh kiện lắp sẵn như công bố bởi nhà chế tạo.

10.11 Khả năng chịu ngắn mạch

10.11.1 Quy định chung

Các thông số dòng điện ngắn mạch được công bố phải được kiểm tra xác nhận ngoại trừ những ngoại lệ, xem 10.11.2.

Kiểm tra xác nhận có thể được thực hiện bằng cách so sánh với (các) thiết kế tham chiếu (10.11.3 và 10.11.4) hoặc bằng thử nghiệm (10.11.5). Để kiểm tra xác nhận, áp dụng như sau.

- a) Nếu hệ thống lắp ráp cần được kiểm tra xác nhận gồm một số biến thể, phải chọn (các) bố trí nặng nề nhất của cụm lắp ráp, có tính đến các nguyên tắc trong 10.11.3 và 10.11.4.
- b) Các biến thể của cụm lắp ráp được chọn để thử nghiệm phải được kiểm tra xác nhận theo 10.11.5.
- c) Khi các cụm lắp ráp được thử nghiệm là các biến thể nặng nề nhất của dải sản phẩm lớn hơn của hệ thống cụm lắp ráp, thì các kết quả thử nghiệm có thể được sử dụng để thiết lập các thông số đặc trưng của biến thể tương tự mà không cần thử nghiệm thêm. Các nguyên tắc cho các sai lệch này được cho trong 10.11.3 và 10.11.4.

10.11.2 Mạch điện của cụm lắp ráp được miễn kiểm tra xác nhận khả năng chịu ngắn mạch

Kiểm tra xác nhận khả năng chịu ngắn mạch không yêu cầu đối với:

- a) các cụm lắp ráp có dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định (xem 5.3.5) hoặc dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện (xem 5.3.6) không vượt quá 10 kA hiệu dụng đối với điện xoay chiều và 10 kA trung bình đối với điện một chiều;
- b) các cụm lắp ráp, hoặc các mạch điện của cụm lắp ráp, được bảo vệ bởi thiết bị giới hạn dòng có dòng điện ngưỡng không quá 17 kA với dòng điện ngắn mạch kỳ vọng lớn nhất cho phép tại các đầu nối của mạch điện đầu vào của cụm lắp ráp;
- c) các mạch điện phụ trợ của cụm lắp ráp được thiết kế để nối với các máy biến áp có công suất danh định không vượt quá 10 kVA đối với điện áp thứ cấp danh định không nhỏ hơn 110 V, hoặc 1,6 kVA đối với điện áp thứ cấp danh định nhỏ hơn 110 V, và trở kháng ngắn mạch của nó không nhỏ hơn 4 %;
- d) các mạch điện được bảo vệ bởi bộ biến đổi tần số khi các đầu ra có bảo vệ ngắn mạch bằng điện tử để giới hạn dòng điện ngưỡng đến không lớn hơn 17 kVA, như công bố bởi nhà chế tạo.

Phải kiểm tra xác nhận tất cả các mạch còn lại.

10.11.3 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu – Sử dụng danh mục kiểm tra

Kiểm tra xác nhận được thực hiện bằng cách so sánh cụm lắp ráp cần kiểm tra xác nhận với (các) thiết kế tham chiếu bằng cách sử dụng danh mục kiểm tra được cung cấp trong Bảng 13.

Nếu có bất kỳ phần tử nào trong danh mục kiểm tra không phù hợp với các yêu cầu của danh mục và được đánh dấu là “KHÔNG”, phải sử dụng một trong các phương pháp kiểm tra xác nhận trong các điều dưới đây (xem 10.11.4 và 10.11.5).

Dây chảy được sử dụng trong thiết kế tham chiếu có thể được thay bằng dây chảy được chế tạo hoặc có sê ri khác mà không cần thử nghiệm thêm nếu:

- thông số đặc trưng của các dây chảy phải giống nhau;
- cấp sử dụng giống nhau (ví dụ gG);
- hệ thống cầu chảy giống nhau (ví dụ NH); và
- tổn hao công suất giống nhau hoặc nhỏ hơn.

10.11.4 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với (các) thiết kế tham chiếu – Sử dụng tính toán

Đánh giá dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định của cụm lắp ráp và các mạch điện của nó, bằng cách tính toán, phải được thực hiện bằng cách so sánh cụm lắp ráp cần đánh giá với cụm lắp ráp đã được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm. Đánh giá để kiểm tra xác nhận các mạch điện chính của cụm lắp ráp phải theo Phụ lục M. Ngoài ra, mỗi mạch điện của cụm lắp ráp cần được đánh giá phải đáp ứng các yêu cầu của mục 6, 8, 9 và 10 trong Bảng 13.

Dữ liệu được sử dụng, các tính toán và so sánh được thực hiện phải được nêu trong tài liệu về kiểm tra xác nhận.

Nếu đánh giá theo Phụ lục M không đạt hoặc bất kỳ hạng mục nào được liệt kê ở trên không được đáp ứng thì cụm lắp ráp và các mạch điện của nó phải được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm theo 10.11.5.

10.11.5 Kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm

10.11.5.1 Bố trí thử nghiệm

Cụm lắp ráp hoặc các phần của nó khi cần để hoàn thành thử nghiệm phải được lắp đặt như trong sử dụng bình thường. Thử nghiệm một khối chức năng duy nhất là đủ nếu các khối chức năng còn lại có cùng kết cấu. Tương tự, thử nghiệm một cấu hình thanh cái duy nhất là đủ nếu các cấu hình còn lại có cùng kết cấu. Bảng 13 đưa ra phân loại các hạng mục không đòi hỏi phải có các thử nghiệm bổ sung.

10.11.5.2 Tiến hành thử nghiệm

Nếu mạch điện thử nghiệm có các cầu chảy, phải sử dụng dây chảy với dòng điện cho đi qua lớn nhất và, nếu có yêu cầu, có kiểu được chỉ ra bởi nhà chế tạo ban đầu đã được chấp nhận.

Các dây dẫn nguồn và các đầu nối ngắn mạch cần thiết cho thử nghiệm cụm lắp ráp phải có đủ khả năng chịu ngắn mạch và được bố trí sao cho chúng không đưa thêm các ứng suất lên cụm lắp ráp.

Nếu không có thoả thuận khác, mạch điện thử nghiệm phải được nối với các đầu nối vào của cụm lắp ráp. Các cụm lắp ráp ba pha phải được nối trên ba pha.

Tất cả các phần của thiết bị được thiết kế để nối với dây bảo vệ trong vận hành, kể cả vỏ bọc, phải được nối như sau:

a) với điểm trung tính của nguồn cung cấp hoặc với trung tính giả về cơ bản có tính điện cảm cho phép dòng điện sự cố kỳ vọng tối thiểu là 1 500 A, đối với các cụm lắp ráp thích hợp cho sử dụng trên hệ thống ba pha bốn dây có điểm sao nối đất và được ghi nhãn tương ứng;

b) với dây pha ít có khả năng có hồ quang với đất, đối với các cụm lắp ráp cũng thích hợp cho sử dụng trong hệ thống ba pha ba dây cũng như trên hệ thống ba pha bốn dây và được ghi nhãn tương ứng.

Ngoại trừ đối với các cụm lắp ráp theo 8.4.4, đầu nối đề cập trong a) và b) phải bao gồm các phần tử chảy bằng dây đồng đường kính 0,8 mm và dài ít nhất 50 mm, hoặc phần tử chảy tương đương để phát hiện dòng điện sự cố. Dòng điện sự cố kỳ vọng trong mạch điện của phần tử chảy phải bằng $1\,500\text{ A} \pm 150\text{ A}$, trừ khi được nêu trong chú thích 2 và chú thích 3. Nếu cần, phải sử dụng điện trở giới hạn dòng đến giá trị đó.

CHÚ THÍCH 1: Dây đồng đường kính 0,8 mm sẽ chảy ở 1 500 A trong xấp xỉ một nửa chu kỳ của tần số từ 45 Hz đến 67 Hz (hoặc 0,01 s đối với điện một chiều).

CHÚ THÍCH 2: Dòng điện sự cố kỳ vọng có thể nhỏ hơn 1 500 A trong trường hợp thiết bị nhỏ, theo các yêu cầu của tiêu chuẩn sản phẩm liên quan, với dây đồng đường kính nhỏ hơn (xem chú thích 4) ứng với thời gian chảy giống nhau như nêu trong chú thích 1.

CHÚ THÍCH 3: Trong trường hợp nguồn cung cấp có trung tính giả, dòng điện sự cố kỳ vọng thấp hơn có thể được chấp nhận, theo thỏa thuận với nhà chế tạo cụm lắp ráp, với dây đồng đường kính nhỏ hơn (xem chú thích 4) ứng với thời gian chảy giống như trong chú thích 1.

CHÚ THÍCH 4: Quan hệ giữa dòng điện sự cố kỳ vọng trong mạch điện có thành phần chảy và đường kính của dây đồng được cho trong Bảng 14.

10.11.5.3 Thử nghiệm các mạch điện chính

10.11.5.3.1 Quy định chung

Các mạch điện phải được thử nghiệm với các ứng suất nhiệt và động cao nhất có thể tạo ra từ các dòng điện ngắn mạch đến các giá trị danh định đối với một hoặc nhiều điều kiện dưới đây như công bố bởi nhà chế tạo ban đầu.

a) Không phụ thuộc vào SCPD: cụm lắp ráp phải được thử nghiệm với dòng điện chịu thử đỉnh danh định và dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định trong thời gian quy định (xem 5.3 và 9.3.2 a)).

b) Phụ thuộc vào SCPD lắp bên trong cụm lắp ráp: cụm lắp ráp phải được thử nghiệm với dòng điện ngắn mạch kỳ vọng đầu vào trong thời gian được giới hạn bởi SCPD đầu vào.

c) Phụ thuộc vào SCPD về phía nguồn: cụm lắp ráp phải được thử nghiệm ở các giá trị cho đi qua được phép bởi SCPD về phía nguồn như xác định bởi nhà chế tạo ban đầu.

Trong trường hợp mạch điện đầu vào hoặc đầu ra có SCPD làm giảm giá trị đỉnh và/hoặc thời gian của dòng điện sự cố, mạch điện phải được thử nghiệm cho phép SCPD làm việc và ngắt dòng điện sự cố (xem 5.3.6 dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện I_{cc}). Nếu SCPD chứa bộ nhả ngắn mạch điều chỉnh được thì nó phải được đặt đến giá trị lớn nhất cho phép (xem 9.3.2, đoạn hai).

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp, khi các chức năng bảo vệ của thiết bị có thể được làm mất hiệu lực, điều này có thể gây ra các dòng điện đỉnh cao hơn và năng lượng cho đi qua cao hơn.

Một trong mỗi kiểu mạch điện phải chịu thử nghiệm ngắn mạch như mô tả trong 10.11.5.3.2 đến 10.11.5.3.5.

10.11.5.3.2 Mạch điện đầu ra

Các đầu nối đầu ra của mạch điện đầu ra phải được cung cấp mỗi nối ngắn mạch dạng bu lông. Khi thiết bị bảo vệ trong mạch điện đầu ra là áp tô mát, mạch điện thử nghiệm có thể có điện trở sun theo 9.3.4.1.2 b) của IEC 60947-1:2020 song song với cuộn kháng được sử dụng để điều chỉnh dòng điện ngắn mạch.

Đối với áp tô mát có dòng điện danh định đến và bằng 630 A, dây dài 0,75 m có tiết diện ứng với dòng điện danh định (xem Bảng 11 và Bảng 12) phải được đưa vào mạch thử nghiệm. Với tham vấn nhà chế tạo ban đầu, cho phép sử dụng mỗi nối ngắn hơn 0,75 m.

Thiết bị đóng cắt phải được đóng và giữ đóng theo cách sử dụng thông thường trong vận hành. Sau đó phải đặt điện áp thử nghiệm vào một lần với biên độ và thời gian như cho trong 10.11.5.4. Trong trường hợp các mạch điện đầu ra không có SCPD, biên độ và thời gian phải như quy định của nhà chế tạo ban đầu đối với các thanh cái chính. Thử nghiệm các mạch điện đầu ra cũng có thể dẫn đến hoạt động của SCPD đầu vào.

10.11.5.3.3 Mạch điện đầu vào và thanh cái chính

Các mạch điện chứa thanh cái chính phải được thử nghiệm để chứng tỏ rằng khả năng chịu ngắn mạch của thanh cái và mạch điện đầu vào kể cả tối thiểu một khớp nối khi thanh cái được thiết kế để được mở rộng. Ngắn mạch phải được đặt vào sao cho chiều dài của thanh cái chính được thử nghiệm là $(2 \pm 0,4)$ m. Để kiểm tra xác nhận dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định (xem 5.3.5) và dòng điện chịu thử đỉnh danh định (xem 5.3.4), khoảng cách này có thể được tăng lên và thử nghiệm được thực hiện ở điện áp thích hợp bất kỳ với điều kiện dòng điện thử nghiệm là giá trị danh định (xem 10.11.5.4 b)). Trong trường hợp thiết kế của cụm lắp ráp sao cho chiều dài của thanh cái cần thử nghiệm nhỏ hơn 1,6 m và cụm lắp ráp không được thiết kế để mở rộng thì phải thử nghiệm toàn bộ chiều dài thanh cái, ngắn mạch được thiết lập tại điểm cuối của các thanh cái này. Nếu tập thanh cái chứa các ngăn khác nhau (về tiết diện, khoảng cách đường tâm của các dây dẫn, kiểu và số lượng điểm đỡ trên mỗi mét), từng ngăn phải được thử nghiệm riêng rẽ hoặc liên tiếp, với điều kiện đáp ứng các điều kiện nêu trên.

10.11.5.3.4 Các mối nối đến phía nguồn của khối đầu ra

Trong trường hợp cụm lắp ráp chứa các dây dẫn, kể cả thanh cái phân phối bất kỳ, giữa thanh cái chính và phía nguồn của khối chức năng đầu ra mà không đáp ứng các yêu cầu của 8.6.4, một mạch điện của mỗi kiểu phải chịu thử nghiệm bổ sung.

Ngắn mạch đạt được bằng các mối nối bắt bu lông trên các dây dẫn nối thanh cái với một nguồn cấp ra, gần nhất có thể với các đầu nối trên phía thanh cái của nguồn cấp ra. Giá trị và thời gian của dòng điện ngắn mạch phải giống như với thanh cái.

10.11.5.3.5 Dây trung tính hoặc dây điểm giữa

10.11.5.3.5.1 Dây trung tính

Nếu có dây trung tính trong mạch điện, nó phải chịu một thử nghiệm để chứng tỏ khả năng chịu ngắn mạch liên quan đến dây pha gần nhất của mạch điện cần thử nghiệm kể cả các khớp nối bất kỳ. Các mối nối ngắn mạch giữa pha và trung tính phải được đặt như quy định trong 10.11.5.3.3.

Nếu không có thoả thuận khác giữa nhà chế tạo ban đầu và người sử dụng, giá trị của dòng điện thử nghiệm trong dây trung tính phải tối thiểu là 60 % dòng điện pha trong thử nghiệm ba pha.

Thử nghiệm không cần thực hiện nếu thử nghiệm được thiết kế để thực hiện với 60 % dòng điện pha và nếu dây trung tính:

- có cùng hình dạng và tiết diện với dây pha;
- được đỡ theo cách giống với các dây pha và tâm của các vật đỡ dọc theo chiều dài dây dẫn không lớn hơn so với các pha;
- được đặt ở khoảng cách đến (các) pha gần nhất không nhỏ hơn khoảng cách giữa các pha;
- được đặt ở khoảng cách đến phần kim loại nối đất không nhỏ hơn các dây pha.

Nếu hệ thống thanh cái bốn cực được ngắn bởi thiết bị ba cực, thử nghiệm dòng điện chịu ngắn hạn kể cả trung tính không nhất thiết phải được thực hiện nếu thử nghiệm được thiết kế để thực hiện với dòng điện 60 % dòng điện pha và:

- a) tiêu chí được liệt kê ở trên được đáp ứng; và
- b) cực trung tính là một phần của hệ thống thanh cái bốn cực khi có thiết bị ba cực; và
- c) thiết bị ba cực không gây ra thay đổi bất kỳ đến hệ thống đỡ cần thiết để đỡ các dây pha và dây trung tính nếu không có thiết bị ba cực.

10.11.5.3.5.2 Dây điểm giữa

Dây điểm giữa phải chịu một thử nghiệm để chứng tỏ khả năng chịu ngắn mạch liên quan đến dây pha của mạch điện cần thử nghiệm kể cả các khớp nối bất kỳ. Mỗi nối ngắn mạch giữa điểm giữa và pha phải được đặt vào như quy định trong 10.11.5.3.3.

Nếu không có thoả thuận khác giữa nhà chế tạo ban đầu và người sử dụng, giá trị dòng điện thử nghiệm trong dây điểm giữa phải là 100 % dòng điện thử nghiệm pha-pha.

Thử nghiệm không nhất thiết phải thực hiện nếu dây điểm giữa không đặt giữa các dây dẫn nếu đáp ứng các yêu cầu sau:

- hình dạng và tiết diện giống các dây pha;

- được đỡ theo cách như các dây pha và với các tâm điểm đỡ dọc theo chiều dài của dây dẫn không lớn hơn của dây pha;
- được đặt ở khoảng cách bằng hoặc lớn hơn so với khoảng cách giữa (các) dây pha.

10.11.5.4 Giá trị và thời gian của dòng điện ngắn mạch

Đối với tất cả các thông số chịu ngắn mạch, ứng suất động và nhiệt phải được kiểm tra xác nhận với dòng điện kỳ vọng ở phía nguồn của thiết bị bảo vệ quy định, nếu có, bằng giá trị dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định, dòng điện chịu thử đỉnh hoặc dòng điện ngắn mạch có điều kiện.

Để kiểm tra xác nhận tất cả các thông số đặc trưng chịu ngắn mạch (xem 5.3.4 đến 5.3.6), giá trị dòng điện ngắn mạch kỳ vọng phải nằm trong dung sai từ 0 % đến +5 % ở điện áp thử nghiệm bằng 1,05 lần điện áp làm việc danh định U_n của mạch điện. Giá trị của dòng điện ngắn mạch phải được xác định từ biểu đồ dao động hiệu chuẩn được tiến hành với các dây dẫn nguồn nối với cụm lắp ráp được ngắn mạch bởi đầu nối có trở kháng không đáng kể được đặt gần nhất có thể với nguồn đầu vào của cụm lắp ráp. Biểu đồ dao động phải cho thấy có dòng điện không đổi sao cho nó có thể đo được ở thời gian tương đương với hoạt động của thiết bị bảo vệ lắp trong cụm lắp ráp hoặc trong thời gian quy định (xem 9.3.2 a)).

Giá trị của dòng điện trong hiệu chuẩn là:

- đối với thử nghiệm với điện xoay chiều, giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều và trung bình của các dòng điện của tất cả các pha trong hệ thống nhiều pha; hoặc
- đối với thử nghiệm với điện một chiều, giá trị trung bình trong các điều kiện duy trì.

Khi thực hiện các thử nghiệm ở điện áp làm việc lớn nhất, dòng điện hiệu chuẩn phải bằng dòng điện ngắn mạch danh định với dung sai từ 0 % đến +5 %. Trong các hệ thống ba pha, dung sai này áp dụng cho giá trị trung bình của tất cả các dòng điện pha, trong khi mỗi dòng điện pha riêng rẽ có thể có dung sai ± 5 % giá trị danh định. Đối với các thử nghiệm với điện áp xoay chiều, hệ số công suất phải nằm trong phạm vi dung sai từ 0,00 đến -0,05.

Dòng điện đỉnh và hệ số công suất trong trường hợp thử nghiệm xoay chiều phải theo 9.3.3. Tất cả các thử nghiệm đối với các ứng dụng điện xoay chiều phải được tiến hành ở tần số danh định của cụm lắp ráp với dung sai ± 25 %. Với ngoại trừ dưới đây, các thử nghiệm đối với các ứng dụng điện một chiều phải được tiến hành với điện một chiều.

Cho phép sử dụng thử nghiệm dòng điện ngắn hạn xoay chiều để xác minh dòng điện chịu thử ngắn hạn một chiều danh định và dòng điện chịu thử đỉnh một chiều danh định với điều kiện thử nghiệm với điện xoay chiều có dòng điện đỉnh bằng dòng điện chịu thử đỉnh một chiều danh định và giá trị hiệu dụng của dòng điện ngắn hạn ít nhất là bằng với dòng điện chịu thử ngắn hạn một chiều danh định. Khi thay thế thử nghiệm một chiều bằng thử nghiệm xoay chiều, thừa nhận rằng các ứng suất nhiệt và động của thử nghiệm xoay chiều cao hơn thử nghiệm một chiều tương đương.

a) Đối với thử nghiệm ở dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện I_{cc} , bất kể thiết bị bảo vệ có nằm trong mạch điện đầu vào của cụm lắp ráp hay không, điện áp thử nghiệm phải được đặt trong thời gian đủ dài để cho phép thiết bị bảo vệ ngắn mạch tác động để giải trừ sự cố và, trong trường hợp bất kỳ, trong không ít hơn 10 chu kỳ đối với điện xoay chiều và 200 ms đối với điện một chiều. Thử nghiệm phải được thực hiện ở 1,05 lần điện áp làm việc danh định với các dòng điện ngắn mạch kỳ vọng ở phía nguồn của thiết bị bảo vệ quy định, bằng giá trị dòng điện ngắn mạch danh định có điều kiện. Các thử nghiệm ở các điện áp thấp hơn là không được phép.

b) Đối với thử nghiệm ở dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định và ở dòng điện chịu thử đỉnh danh định, ứng suất động và ứng suất nhiệt phải được kiểm tra xác nhận với dòng điện kỳ vọng bằng với giá trị của dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định và dòng điện chịu thử đỉnh danh định được công bố. Các dòng điện phải được đặt vào trong thời gian quy định trong đó giá trị hiệu dụng của các thành phần điện xoay chiều trong trường hợp thử nghiệm với điện xoay chiều, hoặc giá trị một chiều trong trường hợp thử nghiệm với điện một chiều, phải giữ không đổi.

Trong trường hợp gặp khó khăn trong việc thực hiện các thử nghiệm chịu thử ngắn hạn hoặc chịu thử đỉnh ở điện áp làm việc lớn nhất với đơn vị thử nghiệm, cho phép thực hiện các thử nghiệm theo 10.11.5.3.3, 10.11.5.3.4 và 10.11.5.3.5 ở bất kỳ điện áp thuận tiện nào theo thỏa thuận với nhà chế tạo ban đầu, dòng điện thử nghiệm thực tế trong trường hợp này bằng với dòng điện ngắn hạn danh định hoặc dòng điện chịu thử đỉnh. Điều này phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm. Tuy nhiên, nếu bất kỳ sự tách rời tiếp điểm tạm thời nào xảy ra trong bố trí tiếp điểm (ví dụ: trong thiết bị đóng cắt hoặc tiếp điểm kiểu phích cắm), trong quá trình thử nghiệm, thì thử nghiệm phải được lặp lại ở điện áp làm việc lớn nhất.

Nếu cần thiết, do các hạn chế của thử nghiệm, cho phép thời gian thử nghiệm khác; trong trường hợp như vậy, dòng điện thử nghiệm cần được điều chỉnh theo công thức $I^2t = \text{hằng số}$, với điều kiện là giá trị đỉnh không vượt quá dòng điện chịu thử đỉnh danh định khi không có sự đồng ý của nhà chế tạo ban đầu và giá trị hiệu dụng trong trường hợp thử nghiệm với điện xoay chiều hoặc giá trị một chiều của dòng điện ngắn hạn trong trường hợp thử nghiệm với điện một chiều không nhỏ hơn giá trị danh định tối thiểu một pha trong tối thiểu 0,1 s sau khi bắt đầu dòng điện.

Thử nghiệm chịu thử dòng điện đỉnh và thử nghiệm dòng điện ngắn hạn có thể được tách riêng. Trong trường hợp này, thời gian đặt ngắn mạch cho thử nghiệm chịu dòng điện đỉnh phải là sao cho giá trị I^2t không lớn hơn giá trị tương đương đối với thử nghiệm dòng điện ngắn hạn, nhưng không được nhỏ hơn 60 ms.

Trong trường hợp không thể đạt được dòng điện thử nghiệm yêu cầu trong mỗi pha, dung sai dương có thể được vượt quá khi có thỏa thuận với nhà chế tạo ban đầu.

10.11.5.5 Các kết quả cần đạt được

Sau thử nghiệm, biến dạng của thanh cái và dây dẫn có thể chấp nhận được với điều kiện là khe hở không khí và chiều dài đường rò quy định trong 8.3 vẫn được tuân thủ. Trong trường hợp có nghi ngờ, phải đo khe hở không khí và chiều dài đường rò (xem 10.4).

Các đặc tính của cách điện phải được duy trì sao cho các đặc tính cơ và đặc tính điện môi của thiết bị thoả mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan. Giá đỡ thanh cái hoặc bộ phận giữ cáp không được tách thành hai hoặc nhiều phần. Ngoài ra, không được xuất hiện vết nứt ở các mặt đối diện của giá đỡ và không có vết nứt, kể cả các vết nứt trên bề mặt, chạy suốt chiều dài hoặc chiều rộng của giá đỡ. Trong trường hợp có bất kỳ nghi ngờ nào về đặc tính cách nhiệt của cụm lắp ráp không được duy trì, phải thực hiện thử nghiệm tần số nguồn bổ sung ở hai lần giá trị U_0 với tối thiểu là 1 000 V theo 10.9.2

Không được có nối lỏng các bộ phận được sử dụng để đấu nối dây dẫn và các dây dẫn không được tách khỏi các đầu nối ra.

Biến dạng thanh cái hoặc kết cấu đỡ của cụm lắp ráp ảnh hưởng đến sử dụng bình thường của nó phải được coi là hỏng.

Biến dạng bất kỳ của thanh cái hoặc kết cấu đỡ của cụm lắp ráp làm ảnh hưởng đến việc lắp vào hoặc rút các phần có thể tháo rời phải được coi là hỏng.

Biến dạng vỏ bọc hoặc các vách ngăn bên trong, các tấm chắn và chướng ngại vật do dòng điện ngắn mạch là được phép trong chừng mực mà cấp bảo vệ không bị ảnh hưởng rõ ràng và khe hở không khí hoặc chiều dài đường rò không bị giảm xuống các giá trị nhỏ hơn giá trị quy định trong 8.3.

Ngoài ra, sau các thử nghiệm của 10.11.5.3 có các thiết bị bảo vệ ngắn mạch, thiết bị thử nghiệm phải có khả năng chịu được thử nghiệm điện áp chịu thử tần số nguồn của 10.9.2 ở giá trị điện áp đối với điều kiện “sau thử nghiệm” quy định trong tiêu chuẩn thiết bị bảo vệ ngắn mạch liên quan đối với thử nghiệm ngắn mạch thích hợp, như sau

- a) giữa tất cả các phần mang điện và các phần dẫn điện để hở của cụm lắp ráp, và
- b) giữa từng cực và tất cả các cực còn lại được nối với các phần dẫn điện để hở của cụm lắp ráp.

Nếu các thử nghiệm a) và b) ở trên được tiến hành, chúng phải được thực hiện với cầu chảy bất kỳ được thay thế và với thiết bị chuyển mạch bất kỳ được đóng.

Trong trường hợp có bất kỳ nghi ngờ nào, phải kiểm tra xem thiết bị được lắp trong cụm lắp ráp có ở điều kiện như quy định trong các tiêu chuẩn sản phẩm liên quan và/hoặc của thông tin của nhà chế tạo thiết bị, ví dụ có thể được mở và đóng bằng tay. Phần tử chảy (xem 10.11.5.2), nếu có, không được chỉ ra dòng điện sự cố. Không được có phóng điện hồ quang hoặc phóng điện bề mặt giữa các cực của thiết bị bảo vệ, hoặc giữa các cực và vỏ bọc.

10.11.5.6 Thử nghiệm mạch điện bảo vệ

10.11.5.6.1 Quy định chung

Thử nghiệm này không áp dụng cho các mạch điện theo 10.11.2.

Nguồn cấp điện thử nghiệm một pha phải được nối với đầu nối vào của một pha và với đầu nối dùng cho dây bảo vệ đầu vào. Khi cụm lắp ráp được cung cấp dây bảo vệ riêng biệt thì phải sử dụng dây pha gần

nhất. Khi cụm lắp ráp có thể mở rộng, thì mạch bảo vệ được thử nghiệm phải bao gồm ít nhất một khớp nối. Đối với mỗi nguồn cấp ra đại diện, một thử nghiệm riêng biệt phải được thực hiện với mỗi nối ngắn mạch loại bất bu lông giữa đầu nối pha đầu ra tương ứng của nguồn cấp và đầu nối dùng cho dây bảo vệ đầu ra liên quan.

Mỗi khối nguồn cấp đầu ra khi thử nghiệm phải được trang bị thiết bị bảo vệ dự kiến của nó. Trong trường hợp thiết bị bảo vệ thay thế có thể được tích hợp trong thiết bị đầu ra, phải sử dụng thiết bị bảo vệ để cho các giá trị lớn nhất của dòng điện đỉnh đi qua và I^2t .

Đối với thử nghiệm này, khung của cụm lắp ráp phải được cách điện với đất. Điện áp thử nghiệm phải bằng 1,05 lần giá trị một pha của điện áp làm việc danh định. Nếu không có thỏa thuận khác giữa nhà chế tạo ban đầu và người sử dụng, giá trị của dòng điện thử nghiệm trong dây dẫn bảo vệ ít nhất phải bằng 60 % dòng điện pha trong thử nghiệm ba pha của cụm lắp ráp.

Tất cả các điều kiện khác của thử nghiệm này phải tương tự như 10.11.5.2 đến 10.11.5.4.

10.11.5.6.2 Các kết quả cần đạt được

Tính liên tục và khả năng chịu ngắn mạch của mạch bảo vệ, cho dù có chứa dây hoặc khung hoặc vỏ của cụm lắp ráp hay không, không được bị ảnh hưởng đáng kể. Bên cạnh kiểm tra trực quan, điều này có thể được kiểm tra xác nhận bằng các phép đo với dòng điện danh định của khối nguồn cấp điện đầu ra liên quan. Tính liên tục nối đất giữa các phần dẫn điện để hở của cụm lắp ráp cấp I và mạch bảo vệ vẫn phải hiệu quả. Nếu có nghi ngờ, phải tiến hành các phép đo theo 10.5.2. Biến dạng của vỏ bọc hoặc vách ngăn bên trong, tấm chắn và chướng ngại vật do dòng điện ngắn mạch là được phép trong chừng mực mà cấp bảo vệ không bị ảnh hưởng rõ ràng và khe hở không khí hoặc chiều dài đường rò không bị giảm xuống các giá trị nhỏ hơn so với quy định trong 8.3.

Trường hợp khung hoặc vỏ bọc của cụm lắp ráp được sử dụng làm dây bảo vệ, tia lửa và gia nhiệt cục bộ tại các khớp nối là được phép với điều kiện là chúng không ảnh hưởng đến tính liên tục về điện và các phần dễ cháy liền kề không bị bắt lửa.

CHÚ THÍCH: So sánh các điện trở đo được trước và sau khi thử nghiệm, giữa đầu nối dùng cho dây bảo vệ đầu vào và đầu nối dùng cho dây bảo vệ đầu ra liên quan, đưa ra chỉ thị về sự phù hợp với điều kiện này.

10.12 Tương thích điện từ (EMC)

Đối với các thử nghiệm EMC, xem J.10.12.

11 Kiểm tra thường xuyên

11.1 Quy định chung

Theo trách nhiệm của nhà chế tạo cụm lắp ráp, tất cả các kiểm tra thường xuyên bao gồm thử nghiệm, lắp đặt và đưa vào hoạt động phải được thực hiện hoặc giám sát bởi người có đủ năng lực.

TCVN 13724-1:2023

Kiểm tra thường xuyên nhằm mục đích phát hiện các lỗi trong vật liệu và tay nghề và để xác định chắc chắn hoạt động đúng của lắp ráp được chế tạo. Nó được thực hiện trên mọi cụm lắp ráp. Nhà chế tạo cụm lắp ráp phải xác định xem việc kiểm tra thường xuyên có được thực hiện trong và/hoặc sau khi chế tạo. Việc kiểm tra thường xuyên phải xác nhận rằng các hướng dẫn chế tạo cụm lắp ráp đã được tuân thủ.

Kiểm tra thường xuyên không bắt buộc phải thực hiện trên các thiết bị và linh kiện độc lập lắp trong các cụm lắp ráp khi chúng được chọn theo 8.5.3 và được lắp đặt theo 8.5.4.

Việc kiểm tra xác nhận phải gồm các hạng mục sau:

a) Kết cấu (xem 11.2 đến 11.8):

- 1) cấp bảo vệ của vỏ bọc chống tiếp xúc với các phần mang điện, thâm nhập của vật rắn bên ngoài và nước;
- 2) khe hở không khí và chiều dài đường rò;
- 3) bảo vệ chống điện giật và tính toàn vẹn của các mạch điện bảo vệ;
- 4) có các linh kiện lắp sẵn;
- 5) mạch điện bên trong và các mối nối;
- 6) đầu nối dùng cho các dây dẫn bên ngoài;

b) Tính năng (xem 11.9 đến 11.10):

- 1) đặc tính điện môi;
- 2) đi dây, tính năng làm việc và chức năng.

CHÚ THÍCH: Kiểm tra xác nhận này bao gồm mối nối và hoạt động của các thiết bị truyền thông.

c) Khẳng định rằng các tài liệu được thiết kế để cung cấp cùng với thiết bị là được cung cấp và được yêu cầu trong 6.2.1.

11.2 Cấp bảo vệ của vỏ ngoài chống tiếp xúc với các phần mang điện nguy hiểm, thâm nhập của vật rắn bên ngoài và nước

Kiểm tra trực quan là cần thiết để khẳng định rằng cụm lắp ráp đáp ứng các biện pháp quy định để đạt được cấp bảo vệ ấn định.

11.3 Khe hở không khí và chiều dài đường rò

Trong trường hợp khe hở không khí:

- nhỏ hơn các giá trị cho trong Bảng 1, thử nghiệm chịu điện áp xung theo 10.9.3 phải được tiến hành;

- không có bằng chứng khi kiểm tra trực quan là lớn hơn các giá trị cho trong Bảng 1 (xem 10.9.3.5), kiểm tra xác nhận phải được thực hiện bởi phép đo vật lý hoặc thử nghiệm khả năng chịu điện áp xung theo 10.9.3;
- bằng kiểm tra trực quan có bằng chứng về việc lớn hơn các giá trị cho trong Bảng 1, kiểm tra xác nhận có thể được tiến hành chỉ bởi kiểm tra trực quan.

Các biện pháp quy định liên quan đến chiều dài đường rò (xem 8.3.3) phải được kiểm tra bằng trực quan. Trong trường hợp không có bằng chứng khi kiểm tra trực quan, kiểm tra xác nhận phải được thực hiện bằng phép đo vật lý. Không chấp nhận việc giảm bất kỳ các giá trị cho trong Bảng 2.

11.4 Bảo vệ chống điện giật và tính toàn vẹn của mạch bảo vệ

Các biện pháp bảo vệ quy định liên quan đến bảo vệ cơ bản và bảo vệ sự cố (xem 8.4.2 và 8.4.3) phải chịu kiểm tra trực quan.

Các mạch điện bảo vệ phải được kiểm tra bằng cách xem xét để chắc chắn rằng các biện pháp quy định trong hướng dẫn của nhà chế tạo được tuân thủ và kiểm tra. Khi không hiển nhiên bằng cách quan sát rằng sự liên mạch của các mạch bảo vệ đáp ứng yêu cầu của 8.4.3.2, thử nghiệm liên mạch theo 10.5.2 phải được thực hiện.

Các mối nối bắt vít và bắt bu lông phải được kiểm tra ngẫu nhiên việc xiết là đúng.

11.5 Lắp các linh kiện lắp sẵn

Việc lắp đặt và nhận biết các linh kiện lắp sẵn phải theo hướng dẫn chế tạo của cụm lắp ráp.

11.6 Các mạch điện bên trong và mối nối

Các mối nối, đặc biệt là các mối nối bắt vít và bắt bu lông, phải được kiểm tra việc xiết đúng trên cơ sở ngẫu nhiên.

Các dây dẫn phải được kiểm tra theo các hướng dẫn chế tạo cụm lắp ráp.

11.7 Các đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài

Số lượng, kiểu và nhận biết các đầu nối phải được kiểm tra theo các hướng dẫn chế tạo cụm lắp ráp.

11.8 Thao tác về cơ

Hiệu quả của các phần tử chấp hành cơ khí, khoá liên động và khoá, kể cả các chi tiết liên quan đến các phần tháo rời được, phải được kiểm tra.

Trong trường hợp tay cầm thao tác của thiết bị được sử dụng để chỉ thị vị trí đóng cắt của thiết bị và nó tách khỏi thiết bị khi cửa mở, thì phải khẳng định rằng, khi cửa đóng lại, tay cầm cung cấp chỉ thị rõ ràng về vị trí mở và đóng của thiết bị.

11.9 Đặc tính điện môi

Thử nghiệm chịu thử tần số nguồn phải được thực hiện trên tất cả các mạch điện theo 10.9.1 và 10.9.2 nhưng với thời gian 1 s và với dòng điện tác động không nhỏ hơn 3,5 mA.

Thử nghiệm này không nhất thiết phải thực hiện trên các mạch điện phụ trợ:

- được bảo vệ bởi thiết bị bảo vệ ngắn mạch có thông số đặc trưng không quá 16 A;
- nếu thử nghiệm chức năng về điện được thực hiện trước đó ở điện áp làm việc danh định mà mạch điện phụ trợ được thiết kế.

Đối với các cụm lắp ráp có bảo vệ đầu vào có dòng điện đến 630 A và điện áp danh định U_n không quá 500 V, kiểm tra xác nhận điện trở cách điện có thể được thực hiện bằng phép đo sử dụng thiết bị đo cách điện ở điện áp tối thiểu là 500 V một chiều.

Trong trường hợp này, thử nghiệm là thỏa đáng nếu điện trở cách điện giữa các mạch điện và phần dẫn điện để hở tối thiểu là 1 M Ω .

11.10 Hệ thống đi dây, tính năng làm việc và chức năng

Phải kiểm tra xác nhận rằng thông tin và ghi nhãn quy định trong Điều 6 là đầy đủ.

Tùy thuộc vào độ phức tạp của cụm lắp ráp, có thể cần kiểm tra hệ thống đi dây và thực hiện thử nghiệm chức năng về điện. Quy trình thử nghiệm và số lượng các thử nghiệm tùy thuộc vào việc có hay không có cụm lắp ráp có khoá liên động phức tạp, trang bị điều khiển trình từ, v.v.

Theo thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà chế tạo cụm lắp ráp, thiết bị truyền thông được lắp và nối trong hệ thống bên trong cụm lắp ráp có thể cần được kiểm tra về hoạt động và chức năng cơ bản.

Trong một số trường hợp, có thể cần thực hiện hoặc lặp lại thử nghiệm này tại hiện trường trước khi đưa hệ thống lắp đặt vào hoạt động.

Bảng 1 – Khe hở không khí tối thiểu trong không khí (8.3.2)

Điện áp chịu xung danh định, U_{imp} kV	Khe hở không khí tối thiểu ^a mm
≤ 2,5	1,5
4,0	3,0
6,0	5,5
8,0	8,0
12,0	14,0
^a Trên cơ sở trường không đồng nhất và nhiễm bẩn độ 3.	

Bảng 2 – Chiều dài đường rò tối thiểu (8.3.3)

Điện áp cách điện danh định	Chiều dài đường rò							
	mm							
	Độ nhiễm bẩn							
	1	2			3			
	Nhóm vật liệu ^c	Nhóm vật liệu ^c			Nhóm vật liệu ^c			
V ^b	Tất cả các nhóm vật liệu	I	II	IIIa và IIIb	I	II	IIIa	IIIb
32	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
40	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8	1,8
50	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,7	1,9	1,9
63	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8	2	2
80	1,5	1,5	1,5	1,5	1,7	1,9	2,1	2,1
100	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	2	2,2	2,2
125	1,5	1,5	1,5	1,5	1,9	2,1	2,4	2,4
160	1,5	1,5	1,5	1,6	2	2,2	2,5	2,5
200	1,5	1,5	1,5	2	2,5	2,8	3,2	3,2
250	1,5	1,5	1,8	2,5	3,2	3,6	4	4
320	1,5	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5	5
400	1,5	2	2,8	4	5	5,6	6,3	6,3
500	1,5	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8,0	8,0
630	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10	10
800	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5	a
1 000	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16	
1 250	4,2	6,3	9	12,5	16	18	20	
1 600	5,6	8	11	16	20	22	25	

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị CTI ở chú thích c đề cập đến các giá trị có được theo IEC 60112:2003, AMD1:2009, thử nghiệm A, đối với vật liệu cách điện được sử dụng.

CHÚ THÍCH 2: Các giá trị được lấy từ IEC 60664-1:2007, nhưng vẫn giữ các giá trị nhỏ nhất là 1,5 mm.

^a Cách điện của vật liệu nhóm IIIb không được khuyến cáo sử dụng trong cấp nhiễm bẩn độ 3 lớn hơn 630 V.

^b Ngoại lệ, đối với các điện áp cách điện danh định 127 V, 208 V, 415 V, 440 V, 660 V/690 V và 830 V, cho phép sử dụng chiều dài đường rò ứng với các giá trị nhỏ hơn 125 V, 200 V, 400 V, 630 V và 800 V.

^c Các nhóm vật liệu được phân loại như sau, theo dải các giá trị chỉ số phóng điện tương đối (CTI) (xem 3.1.16):

- Vật liệu nhóm I: $600 \leq \text{CTI}$
- Vật liệu nhóm II: $400 \leq \text{CTI} < 600$
- Vật liệu nhóm IIIa: $175 \leq \text{CTI} < 400$
- Vật liệu nhóm IIIb: $100 \leq \text{CTI} < 175$

Bảng 3 – Tiết diện của dây bảo vệ bằng đồng (8.4.3.2.2)

Dòng điện làm việc danh định, I_e A	Tiết diện tối thiểu của dây bảo vệ mm ²
$I_e \leq 20$	S ^a
$20 < I_e \leq 25$	2,5
$25 < I_e \leq 32$	4
$32 < I_e \leq 63$	6
$63 < I_e$	10

^a S là tiết diện của dây pha (mm²).

Bảng 4 – Yêu cầu về chọn và lắp đặt dây dẫn (8.6.4)

Loại dây dẫn	Yêu cầu
Dây dẫn trần hoặc dây một lõi có cách điện chính, ví dụ cáp theo IEC 60227-3:1993, AMD1:1997	Phải tránh tiếp xúc tương hỗ hoặc tiếp xúc với các phần dẫn, ví dụ bằng cách sử dụng các miếng đệm.
Dây một lõi có cách điện chính và nhiệt độ làm việc cho phép tối thiểu là 90 °C, ví dụ cáp theo IEC 60245-3:1994, hoặc cáp cách điện (PVC) nhựa nhiệt có khả năng chịu nhiệt theo IEC 60227-3:1993, AMD1:1997.	Dây dẫn có cách điện chính phải phù hợp với 8.6.3. Tiếp xúc tương hỗ hoặc tiếp xúc với các phần dẫn điện bên trong khi không có lực ép bên ngoài đặt vào trong hoặc sau khi lắp đặt. Phải tránh tiếp xúc với các mép sắc. Dây dẫn có cách điện chính chỉ có thể mang tải sao cho nhiệt độ làm việc là 80 °C nhiệt độ làm việc lớn nhất cho phép của dây dẫn không bị vượt quá.
Dây dẫn có cách điện chính, ví dụ cáp theo IEC 60227-3:1993, AMD1:1997, có cách điện thứ cấp bổ sung, ví dụ cáp có vỏ bọc riêng có ống lót hoặc cáp chạy riêng trong ống nhựa.	Không có yêu cầu bổ sung
Dây dẫn có cách điện bằng vật liệu có độ bền cơ cao, ví dụ cách điện Ethylene Tetrafluoro Ethylene (ETFE), dây dẫn cách điện kép với vỏ bọc bên ngoài tăng cường có thông số để sử dụng đến 3 kV, ví dụ cáp theo IEC 60502.	
Cáp một hoặc nhiều lõi có vỏ bọc, ví dụ theo IEC 60245-4:2011 hoặc IEC 60227-4:1992 và AMD1:1997.	

Bảng 5 – Khả năng tối thiểu của đầu nối đối với dây bảo vệ (PE) bằng đồng (8.4)

Tiết diện của dây pha, S mm ²	Tiết diện tối thiểu của dây bảo vệ (PE) tương ứng, S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	$S/2$
$400 < S \leq 800$	200
$800 < S$	$S/4$

Bảng 6 – Giới hạn độ tăng nhiệt (9.2)

Phần của cụm lắp ráp	Độ tăng nhiệt K
Linh kiện lắp sẵn ^a	Theo các yêu cầu của tiêu chuẩn sản phẩm liên quan đối với các linh kiện riêng rẽ hoặc theo hướng dẫn của nhà chế tạo linh kiện ^f , có tính đến nhiệt độ trong cụm lắp ráp.
Đầu nối dùng cho dây dẫn cách điện bên ngoài	70 ^b
Thanh cái và dây dẫn	Được giới hạn bởi ^f : - độ bền cơ của vật liệu dẫn ^g; - ảnh hưởng có thể có lên thiết bị liền kề; - giới hạn nhiệt độ cho phép của các vật liệu cách điện tiếp xúc với dây dẫn; - ảnh hưởng của nhiệt độ dây dẫn lên các trang thiết bị nối với nó; - đối với các tiếp xúc dạng phích cắm, bản chất và xử lý bề mặt của vật liệu tiếp xúc
Phương tiện thao tác bằng tay: - bằng kim loại - bằng vật liệu cách điện	15 ^{c, h} 25 ^{c, h}
Vỏ bọc và tấm che bên ngoài tiếp cận được: - bề mặt kim loại - bề mặt cách điện	30 ^{d, h} 40 ^{d, h}
Bố trí rời rạc của các mối nối kiểu phích cắm và ổ cắm	Được xác định bởi giới hạn đối với các linh kiện liên quan của thiết bị mà chúng tạo thành một phần của nó ^e
Các giới hạn độ tăng nhiệt cho trong bảng này áp dụng cho nhiệt độ không khí môi trường trung bình hàng ngày đến 35 °C trong các điều kiện vận hành (xem 7.1). Trong kiểm tra xác nhận, cho phép nhiệt độ không khí môi trường khác (xem 10.10.2.3.4).	

Bảng 6 (kết thúc)

^a Thuật ngữ "linh kiện lắp sẵn" nghĩa là:

- thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp thông thường;
- phần điện tử của cụm lắp ráp (ví dụ cầu chỉnh lưu, mạch in);
- các phần của thiết bị (ví dụ bộ điều chỉnh, nguồn công suất ổn định, bộ khuếch đại).

^b Giới hạn độ tăng nhiệt 70 K là giá trị được lấy trên cơ sở thử nghiệm thông thường của 10.10. Cụm lắp ráp được sử dụng hoặc thử nghiệm trong các điều kiện lắp đặt có thể có các mối nối, kiểu, bản chất và cách bố trí không giống như được chấp nhận cho thử nghiệm, và có thể dẫn đến độ tăng nhiệt khác nhau của các đầu nối và có thể được yêu cầu hoặc chấp nhận. Trong trường hợp các đầu nối của linh kiện lắp sẵn cũng là đầu nối dùng cho các dây dẫn cách điện bên ngoài thì phải áp dụng giá trị thấp hơn của các giới hạn độ tăng nhiệt tương ứng. Giới hạn độ tăng nhiệt là giá trị thấp hơn giữa độ tăng nhiệt lớn nhất do nhà chế tạo linh kiện quy định và 70 K. Khi không có hướng dẫn của nhà chế tạo, độ tăng nhiệt là giới hạn quy định bởi tiêu chuẩn sản phẩm của linh kiện lắp sẵn nhưng không vượt quá 70 K. Đối với các đầu nối của linh kiện lắp sẵn là các đầu nối dùng cho dây dẫn cách điện bên ngoài, nhiệt ngẫu dùng cho thử nghiệm độ tăng nhiệt không được đặt trên cách điện của dây dẫn thử nghiệm.

^c Phương tiện thao tác bằng tay bên trong các cụm lắp ráp mà chỉ tiếp cận được sau khi cụm lắp ráp được mở ra, ví dụ các tay cầm kéo ra không làm việc trong khi cụm lắp ráp đang trong vận hành bình thường, thì được phép duy trì tăng thêm 25 K so với các giới hạn độ tăng nhiệt này.

^d Nếu không có quy định khác, trong trường hợp các nắp và vỏ bọc, loại có thể tiếp cận nhưng không nhất thiết phải chạm tới trong làm việc bình thường, cho phép tăng thêm 10 K so với các giới hạn độ tăng nhiệt này. Các bề mặt và các phần cao hơn 2 m tính từ đế của cụm lắp ráp được coi là không tiếp cận được.

^e Điều này cho phép độ linh hoạt liên quan đến thiết bị (ví dụ thiết bị điện tử) chịu các giới hạn độ tăng nhiệt khác với giới hạn bình thường của cụm đóng cắt và điều khiển.

^f Đối với các thử nghiệm độ tăng nhiệt theo 10.10, các giới hạn độ tăng nhiệt phải được quy định bởi nhà chế tạo ban đầu. Nhà chế tạo ban đầu có trách nhiệm tính đến các điểm đo và giới hạn bổ sung do nhà chế tạo linh kiện yêu cầu.

^g Giá thiết tất cả các tiêu chí khác được liệt kê đều được đáp ứng, độ tăng nhiệt lớn nhất 105 K đối với thanh cái và dây dẫn đồng không được bị vượt quá. Giá trị 105 K liên quan đến nhiệt độ mà nếu cao hơn thì sẽ xảy ra sự ủ đồng. Khi không có công bố từ nhà chế tạo ban đầu, liên quan đến độ tin cậy và ổn định của đáp ứng lão hoá của tiếp điểm và khớp nối điện, có thể áp dụng độ tăng nhiệt lớn nhất 55 K đối với thanh cái và dây dẫn bằng nhôm trần (không phủ).

^h Trong trường hợp cụm lắp ráp được lắp trong nhiệt độ không khí môi trường vượt quá trung bình hàng ngày 35 °C, cho phép nhiệt độ tuyệt đối cao hơn (°C). Độ tăng nhiệt (K) không được vượt quá các giá trị cho trong bảng này. Xem thêm 9.2. Trong trường hợp đó, phải có nhãn cảnh báo ISO 7010 W017.

Bảng 7 – Các giá trị đối với hệ số n ^a (9.3.3)

Giá trị hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch kA	cos φ	n
$I \leq 5$	0,7	1,5
$5 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

^a Các giá trị của bảng này đại diện cho phần lớn các ứng dụng. Ở những vị trí đặc biệt, ví dụ gần máy biến áp hoặc máy phát điện, có thể tìm thấy các giá trị hệ số công suất thấp hơn, theo đó dòng điện đỉnh kỳ vọng tối đa có thể trở thành giá trị giới hạn thay vì giá trị hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch.

Bảng 8 – Điện áp chịu thử tần số nguồn đối với các mạch điện chính (10.9.2)

Điện áp cách điện danh định, U_i (pha-pha xoay chiều hoặc một chiều)	Điện áp thử nghiệm điện môi hiệu dụng xoay chiều	Điện áp thử nghiệm điện môi một chiều
V	V	V
$U_i \leq 60$	1 000	1 415
$60 < U_i \leq 300$	1 500	2 120
$300 < U_i \leq 690$	1 890	2 670
$690 < U_i \leq 800$	2 000	2 830
$800 < U_i \leq 1\,000$	2 200	3 110
$1\,000 < U_i \leq 1\,500^a$	2 700	3 820

^a Chỉ đối với điện một chiều.

Bảng 9 – Điện áp chịu thử tần số nguồn đối với các mạch điện phụ trợ (10.9.2)

Điện áp cách điện danh định, U_i (pha-pha)	Điện áp thử nghiệm điện môi hiệu dụng xoay chiều	Điện áp thử nghiệm điện môi một chiều
V	V	V
$U_i \leq 12$	250	355
$12 < U_i \leq 60$	500	710
$60 < U_i$	Xem Bảng 8	Xem Bảng 8

Bảng 10 – Điện áp thử chịu xung (10.9.3)

Điện áp chịu xung danh định, U_{imp} kV	Điện áp thử nghiệm và độ cao so với mực nước biển tương ứng trong thử nghiệm									
	$U_{1,2/50}$, đỉnh xoay chiều và một chiều					Hiệu dụng xoay chiều				
	kV					kV				
	Mực nước biển	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Mực nước biển	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5	2,95	2,8	2,8	2,7	2,5	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8
4,0	4,8	4,8	4,7	4,4	4,0	3,4	3,4	3,3	3,1	2,8
6,0	7,3	7,2	7,0	6,7	6,0	5,1	5,1	5,0	4,7	4,2
8,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8,0	6,9	6,8	6,6	6,4	5,7
12,0	14,8	14,5	14,0	13,3	12,0	10,5	10,3	9,9	9,4	8,5

Bảng 11 – Dây dẫn thử nghiệm bằng đồng đối với các dòng điện danh định đến và bằng 400 A
(10.10.2.3.2)

Dải dòng điện danh định ^a		Tiết diện dây dẫn ^{b,c}	
A		mm ²	AWG/MCM
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	0000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500

^a Giá trị dòng điện danh định phải lớn hơn giá trị đầu tiên trong cột đầu tiên và nhỏ hơn hoặc bằng giá trị thứ hai trong cùng cột đó.

^b Để thuận tiện cho thử nghiệm và với sự đồng ý của nhà chế tạo, cho phép sử dụng dây dẫn thử nghiệm nhỏ hơn dây được cho đối với dòng điện danh định đã nêu.

^c Cho phép sử dụng một trong hai dây dẫn quy định.

**Bảng 12 – Dây dẫn thử nghiệm bằng đồng đối với các dòng điện danh định từ 400 A đến 7 000 A
(10.10.2.3.2)**

Dải dòng điện danh định ^a	Dây dẫn thử nghiệm ^c			
	Cáp ^c		Thanh cái bằng đồng ^b	
	Số lượng	Tiết diện mm ²	Số lượng	Kích thước mm · rộng × sâu
400 < I ≤ 500	2	150	2	30 × 5
500 < I ≤ 630	2	185	2	40 × 5
630 < I ≤ 800	2	240	2	50 × 5
800 < I ≤ 1000	3	185	2	60 × 5
1000 < I ≤ 1250	3	240	2	80 × 5
1250 < I ≤ 1600	4 or 3	240 300	2	100 × 5
1600 < I ≤ 2000			3	100 × 5
2000 < I ≤ 2500			4	100 × 5
2500 < I ≤ 3150			3	100 × 10
3150 < I ≤ 4000			4	100 × 10
4000 < I ≤ 5000			5	100 × 10
5000 < I ≤ 6000			6	100 × 10
6000 < I ≤ 7000			7	100 × 10

^a Giá trị dòng điện danh định phải lớn hơn giá trị đầu tiên trong cột đầu tiên và nhỏ hơn hoặc bằng giá trị thứ hai trong cùng cột đó.

^b Các thanh cái được giả thiết là được bố trí với các mặt dài (W) thẳng đứng. Bố trí với các mặt dài nằm ngang có thể sử dụng nếu được nhà chế tạo quy định. Các thanh cái có thể được sơn.

^c Đối với các dòng điện danh định lớn hơn 1 600 A và khi các đầu nối được thiết kế để nối với hệ thống cáp, các cáp song song, với tiết diện tổng không quá tiết diện của các thanh cái bằng đồng trong bảng này, có thể được sử dụng làm dây dẫn thử nghiệm.

Bảng 13 – Kiểm tra xác nhận ngắn mạch bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu:
danh mục kiểm tra (10.5.3.3, 10.11.3 và 10.11.4)

Hạng mục số	Các yêu cầu cần xem xét	CÓ	KHÔNG
1	Thông số đặc trưng chịu ngắn mạch của mỗi mạch điện của cụm lắp ráp cần đánh giá có nhỏ hơn hoặc bằng thông số của thiết kế tham chiếu?		
2	Kích thước của thanh cái và dây dẫn của mỗi mạch điện trong cụm lắp ráp cần đánh giá có lớn hơn hoặc bằng giá trị của thiết kế tham chiếu?		
3	Khoảng cách đường tâm của các thanh cái và dây dẫn của mỗi mạch điện trong cụm lắp ráp cần đánh giá có lớn hơn hoặc bằng giá trị của thiết kế tham chiếu?		
4	Các thanh cái và phương tiện cố định dây dẫn của mỗi mạch điện trong cụm lắp ráp cần đánh giá có cùng kiểu, hình dạng và vật liệu và có bằng hoặc nhỏ hơn khoảng cách đường tâm dọc theo chiều dài của thanh cái và dây dẫn như với thiết kế tham chiếu? Và kết cấu lắp đặt dùng cho thanh cái và phương tiện cố định dây dẫn có cùng thiết kế và độ bền cơ?		
5	Vật liệu và đặc tính vật liệu của dây dẫn của mỗi mạch điện trong cụm lắp ráp cần đánh giá có giống như của thiết kế tham chiếu?		
6	Thiết bị bảo vệ ngắn mạch của mỗi mạch điện trong cụm lắp ráp cần đánh giá có tương đương về chế tạo và sê ri? Ngoài ra, thiết bị bảo vệ ngắn mạch của từng mạch điện trong cụm lắp ráp cần đánh giá • có khả năng cắt không nhỏ hơn thông số đặc trưng ngắn mạch của cụm lắp ráp? • trong trường hợp thiết bị bảo vệ giới hạn dòng: có dòng điện cho qua và năng lượng cho qua bằng hoặc nhỏ hơn của thiết kế tham chiếu ở thông số đặc trưng ngắn mạch và điện áp làm việc danh định của cụm lắp ráp? • trong trường hợp thiết bị giới hạn dòng: có dòng điện chịu thử ngắn hạn I_{cw} bằng hoặc lớn hơn thiết kế tham chiếu? • có đáp ứng hay không các yêu cầu của phối hợp với thiết bị về phía nguồn và phía tải (xem 9.3.4), nếu có yêu cầu? • có bố trí giống như trong thiết kế tham chiếu?		
7	Chiều dài của dây dẫn mang điện không có bảo vệ, theo 8.6.4, của mỗi mạch điện không có bảo vệ của cụm lắp ráp cần đánh giá nhỏ hơn hoặc bằng chiều dài của thiết kế tham chiếu?		
8	Nếu cụm lắp ráp cần đánh giá có vỏ bọc, thiết kế tham chiếu có vỏ bọc khi kiểm tra xác nhận bởi thiết kế hay không?		
9	Vỏ bọc của cụm lắp ráp cần đánh giá có cùng thiết kế, kiểu và có tối thiểu các kích thước giống như của thiết kế tham chiếu?		
10	Các ngắn của mỗi mạch điện của cụm lắp ráp cần đánh giá có cùng thiết kế cơ và tối thiểu có kích thước giống như của thiết kế tham chiếu?		
"CÓ" đối với tất cả các yêu cầu – không yêu cầu kiểm tra thêm.			
"KHÔNG" với bất kỳ yêu cầu nào – yêu cầu kiểm tra thêm.			
^a Thiết bị bảo vệ ngắn mạch của cùng nhà chế tạo, nhưng khác sê ri, có thể được coi là tương đương khi nhà chế tạo thiết bị công bố đặc tính tính năng là giống hoặc tốt hơn trong tất cả các khía cạnh liên quan đến các sê ri được sử dụng kiểm tra xác nhận, ví dụ đặc tính giới hạn (I^2t , I_{cw}) và các khoảng cách tới hạn.			

Bảng 14 – Quan hệ giữa dòng điện sự cố kỳ vọng và đường kính của dây đồng

Đường kính dây đồng mm	Dòng điện sự cố kỳ vọng trong mạch điện phân tử chảy A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

Bảng 15 – Các điều kiện khí hậu

Tham số môi trường	Đơn vị	Lắp đặt trong nhà		Lắp đặt ngoài trời	
		Giới hạn dưới	Giới hạn trên	Giới hạn dưới	Giới hạn trên
(1) Nhiệt độ không khí môi trường	°C	- 5 ^a	+ 40 ^a (trung bình trong 24 h không quá 35 °C)	- 25	+ 40 ^b (trung bình trong 24 h không quá 35 °C)
(2) Độ ẩm tương đối	%	5 ^{b,c}	95 ^{b,c}	15 ^b	100 ^b
(3) Tốc độ thay đổi nhiệt độ (trung bình trong 5 min)	°C/min	0,5			
(4) Độ cao so với mực nước biển ^f	m	Không quy định	2 000 (ứng với áp suất không khí tại vị trí lắp đặt không nhỏ hơn 80 kPa) ^{d,e}	Không quy định	2 000 (tương ứng với áp suất không khí tại vị trí lắp đặt không nhỏ hơn 80 kPa) ^{d,e}
(5) Ngưng tụ		Có – ngưng tụ vừa phải có thể đôi khi xuất hiện do thay đổi nhiệt độ		Có	
(6) Giáng thủy điều khiển bởi gió (mưa, tuyết, mưa đá, v.v.) và/hoặc bụi		Không		Có	
(7) Nước từ các nguồn khác ngoài mưa		Theo yêu cầu của người sử dụng: không/nước nhỏ giọt thẳng đứng / nước tia ở góc đến 60° về cả hai phía của phương thẳng đứng / nước toé từ hướng bất kỳ / nước phun từ hướng bất kỳ / nước phun mạnh từ hướng bất kỳ			
(8) Hình thành băng		Không		Có	

^a Bảng Cấp AA4 của TCVN 7447-5-51: 2010 (IEC 60364-5-51:2005).

^b Quan hệ giữa nhiệt độ không khí và độ ẩm được cho trong IEC 60721-3-3:2019, Hình A.1.

^c Bảng Cấp AB4 của TCVN 7447-5-51: 2010 (IEC 60364-5-51:2005).

^d Xem IEC 60664-1:2007, Bảng A.2. Đối với thiết bị cần sử dụng ở các độ cao so với mực nước biển lớn hơn, cần tính đến sự giảm độ bền điện môi, khả năng đóng cắt của thiết bị và ảnh hưởng làm mát của không khí.

^e Bảng Cấp AC1 của TCVN 7447-5-51: 2010 (IEC 60364-5-51:2005).

^f Phần lớn thiết bị thích hợp để sử dụng đến 2 000 m. Đối với một số thiết bị điện tử cần sử dụng ở các độ cao trên 1 000 m, có thể cần tính đến sự giảm ảnh hưởng làm mát của không khí.

Phụ lục A

(quy định)

**Tiết diện nhỏ nhất và lớn nhất của cáp đồng
thích hợp để nối với các đầu nối dùng cho cáp bên ngoài (xem 8.8)**

Bảng A.1 dưới đây áp dụng cho mỗi nối của một cáp đồng trên mỗi đầu nối.

**Bảng A.1 – Tiết diện của cáp đồng
thích hợp để nối với các đầu nối dùng cho cáp bên ngoài**

Dòng điện danh định	Cáp một sợi hoặc bện		Cáp mềm	
	Tiết diện		Tiết diện	
	min.	max.	min.	max.
A	mm ²		mm ²	
6	0,75	1,5	0,5	1,5
8	1	2,5	0,75	2,5
10	1	2,5	0,75	2,5
13	1	2,5	0,75	2,5
16	1,5	4	1	4
20	1,5	6	1	4
25	2,5	6	1,5	4
32	2,5	10	1,5	6
40	4	16	2,5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50
160	35	95	35	70
200	50	120	50	95
250	70	150	70	120
315	95	240	95	185

Nếu các cáp bên ngoài được nối trực tiếp với trang bị lắp sẵn, tiết diện được chỉ ra trong quy định kỹ thuật liên quan là hợp lệ.

Trong các trường hợp cần có các cáp khác với cáp quy định trong Bảng A.1, phải có thoả thuận đặc biệt giữa nhà chế tạo cụm lắp ráp và người sử dụng.

Phụ lục B

(quy định)

**Phương pháp tính tiết diện của dây bảo vệ
liên quan đến các ứng suất nhiệt do dòng điện ngắn hạn**

Công thức dưới đây phải được sử dụng để tính tiết diện của dây bảo vệ cần chịu các ứng dụng nhiệt do dòng điện có thời gian cỡ 0,2 s đến 5 s.

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

trong đó

S_p là tiết diện (mm²);

I là giá trị hiệu dụng của dòng điện sự cố xoay chiều hoặc giá trị trung bình của dòng điện sự cố một chiều đối với sự cố có trở kháng không đáng kể có thể chạy trong thiết bị bảo vệ (A);

t là thời gian làm việc của thiết bị ngắt (s);

k là hệ số phụ thuộc vào vật liệu của dây bảo vệ, cách điện và nhiệt độ ban đầu và kết thúc, xem Bảng B.1.

CHÚ THÍCH: Thời gian 5 s được coi là tối đa đối với tính toán đáp ứng nhiệt đoạn nhiệt để vận hợp lệ.

Cần tính đến ảnh hưởng giới hạn dòng của các trở kháng mạch điện và khả năng giới hạn (tích phân Jun) của thiết bị bảo vệ.

**Bảng B.1 – Giá trị k đối với dây dẫn bảo vệ cách điện
không lắp trong cáp hoặc dây bảo vệ để trần tiếp xúc với vỏ bọc cáp**

	Cách điện của dây dẫn bảo vệ hoặc vỏ cáp		
	Nhựa nhiệt (PVC)	XLPE EPR Dây dẫn trần	Cao su butyl
Nhiệt độ lớn nhất của dây dẫn trong điều kiện dòng điện ngắn mạch ^a	160 °C	250 °C	220 °C
	Hệ số k		
Vật liệu dây dẫn:			
Đồng	143	176	166
Nhôm	95	116	110
Thép	52	64	60

^a Nhiệt độ ban đầu của dây dẫn được giả thiết là 30 °C.

Thông tin chi tiết hơn được cho trong IEC 60364-5-54:2011, IEC 60724:2000 và AMD 1:2008.

CHÚ THÍCH 2: Thông tin về các nhiệt độ giới hạn đối với các loại cáp khác được cho trong EN 60565-2.

Phụ lục C
(tham khảo)
Biểu mẫu thông tin của người sử dụng

Bảng C.1 được thiết kế như một biểu mẫu để nhận diện các hạng mục cần thiết cho nhà chế tạo cụm lắp ráp và được cung cấp bởi người sử dụng.

Biểu mẫu này được thiết kế để được sử dụng và phát triển trong các tiêu chuẩn cụm lắp ráp liên quan.

Bảng C.1 – Biểu mẫu thông tin của người sử dụng

Đặc tính	Tham chiếu	Bố trí mặc định ^a	Các tùy chọn được liệt kê trong tiêu chuẩn ^b	Yêu cầu của người sử dụng ^c
Hệ thống điện				
Kiểu hệ thống nối đất	5.6, 8.4.3.1, 8.4.3.2.3, 8.6.2, 10.5, 11.4	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo, được lựa chọn phù hợp với yêu cầu địa phương	TT / TN-C / TN-C-S / IT, TN-S	
Điện áp danh nghĩa (V)	3.8.9.1, 5.2.1, 8.5.3	Địa phương, theo các điều kiện lắp đặt	1 000 V xoay chiều hoặc 1 500 V một chiều lớn nhất	
Quá điện áp quá độ	5.2.4, 8.5.3, 9.1, Phụ lục G	Được xác định bởi hệ thống điện	Quá điện áp cấp I / II / III / IV	
Quá điện áp tạm thời	9.1	Điện áp hệ thống danh nghĩa + 1 200 V	Không có	
Tần số danh định f_n (Hz)	3.8.12, 5.5, 8.5.3, 10.10.3.1, 10.11.5.4	Theo điều kiện lắp đặt địa phương	Một chiều/50 Hz /60 Hz	
Các yêu cầu bổ sung về thử nghiệm tại hiện trường: hệ thống đi dây, tính năng hoạt động và chức năng	11.10	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo, theo ứng dụng	Không có	
Khả năng chịu ngắn mạch				
Dòng điện ngắn mạch kỳ vọng tại các đầu nối nguồn I_{cp} (kA)	3.8.7	Được xác định bởi hệ thống điện	Không có	
Dòng điện ngắn mạch kỳ vọng trên dây trung tính	10.11.5.3.5	Max. 60 % giá trị pha	Không có	
Dòng điện ngắn mạch kỳ vọng trong mạch bảo vệ	10.11.5.6	Max. 60 % giá trị pha	Không có	
SCPD trong khối chức năng đầu vào	9.3.2	Theo điều kiện lắp đặt địa phương	Có / Không	

Phối hợp các thiết bị bảo vệ ngắn mạch bao gồm cả các chi tiết của thiết bị bảo vệ ngắn mạch bên ngoài.	9.3.4	Theo điều kiện lắp đặt địa phương	Không có	
Dữ liệu liên quan đến tải có nhiều khả năng góp phần vào dòng điện ngắn mạch	9.3.2	Không có tải nào có khả năng góp phần đáng kể được cho phép đối với	Không có	
Bảo vệ chống điện giật phù hợp với IEC 60364-4-41:2005, AMD1:2017				
Loại bảo vệ chống điện giật - Bảo vệ cơ bản (bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp)	8.4.2	Bảo vệ cơ bản	Theo quy định lắp đặt của địa phương	
Loại bảo vệ chống điện giật – Bảo vệ sự cố (bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp)	8.4.3	Theo điều kiện lắp đặt địa phương	Tự động ngắt nguồn cung cấp/Phân cách về điện/Cách điện kép hoặc tăng cường	
Môi trường lắp đặt				
Loại vị trí	3.5, 8.1.4, 8.2	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo, theo ứng dụng	Trong nhà / ngoài trời	
Bảo vệ chống sự xâm nhập của các vật rắn bên ngoài và xâm nhập của nước	8.2.2, 8.2.3	Trong nhà (bao kín): IP 2X Ngoài trời (tối thiểu): IP 23	Sau khi tháo các phần tháo rời được: Như đối với vị trí được nối / Bảo vệ giảm đi so với tiêu chuẩn của nhà chế tạo	
Tác động về cơ bên ngoài (mã IK)	8.2.1, 10.2.6	Không có	Không có	
Khả năng chịu bức xạ UV (chỉ áp dụng cho các cụm lắp đặt ngoài trời trừ khi có quy định khác)	10.2.4	Trong nhà: Không áp dụng. Ngoài trời: Khí hậu ôn hòa	Không có	
Khả năng chịu ăn mòn	10.2.2	Bố trí trong nhà / ngoài trời bình thường	Không có	
Nhiệt độ không khí xung quanh – Giới hạn dưới	7.1.1	Trong nhà: -5 °C Ngoài trời: -25 °C	Không có	
Nhiệt độ không khí xung quanh – Giới hạn trên	7.1.1	40 °C	Không có	
Nhiệt độ không khí xung quanh – Tối đa trung bình hàng ngày	7.1.1, 9.2	35 °C	Không có	
Độ ẩm tương đối tối đa	7.1.1	Trong nhà: 95 % ở -5 °C đến +30 °C 70 % ở 35 °C 57 % ở 40 °C Ngoài trời: 100 % ở -25 °C đến +27 °C 60 % ở 35 °C 46 % ở 40 °C	Không có	

Mức nhiễu bẩn (của môi trường lắp đặt)	7.1.2	Công nghiệp: 3	1, 2, 3, 4	
Độ cao	7.1.1	≤ 2 000 m	Không có	
Môi trường EMC (A hoặc B)	9.4, 10.12, Phụ lục J	A / B	A / B	
Các điều kiện vận hành đặc biệt (ví dụ: rung động, ngưng tụ quá mức, nhiễu bẩn nặng, môi trường ăn mòn, điện trường hoặc từ trường mạnh, nấm, sinh vật nhỏ, nguy cơ cháy nổ, rung lắc mạnh và chấn động, động đất)	7.2, 8.5.4, 9.3.3 Bảng 7	Không có điều kiện vận hành đặc biệt	Không có	
Phương pháp lắp đặt				
Loại	3.3, 5.6	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Nhiều loại, ví dụ như đứng sàn / treo tường	
Tính tại/Di động	3.5	Tính tại	Tính tại/Di động	
Kích thước tổng thể và khối lượng lớn nhất	5.6, 6.2.1	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo, theo ứng dụng	Không có	
(Các) loại ruột dẫn bên ngoài	8.8	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Cáp / hệ thống thanh cái	
(Các) hướng của ruột dẫn bên ngoài	8.8	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Không có	
Vật liệu của ruột dẫn bên ngoài	8.8	Đồng	Đồng/Nhôm	
Ruột dẫn pha bên ngoài, tiết diện, và đầu cốt	8.8	Như xác định trong tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Không có	
Dây bảo vệ, trung tính, điểm giữa, PEL, PEM, PEN bên ngoài, tiết diện và đầu cốt	8.8	Như xác định trong tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Không có	
Yêu cầu nhận biết đầu nối đặc biệt	8.8	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Không có	
Bảo quản và bốc xếp				
Kích thước và khối lượng lớn nhất của khối vận chuyển	6.2.2, 10.2.5	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Không có	
Phương pháp vận chuyển (ví dụ xe nâng, cần cẩu)	6.2.2, 8.1.6	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Không có	
Các điều kiện môi trường khác với điều kiện vận hành	7.3	Như các điều kiện vận hành	Không có	
Chi tiết về bao gói	6.2.2	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Không có	
Bố trí hoạt động				
Tiếp cận đến thiết bị vận hành thủ công	8.4		Người được uỷ quyền / Người bình thường	
Vị trí của thiết bị vận hành thủ công	8.5.5	Dễ dàng tiếp cận	Không có	

Cách ly các hạng mục thiết bị lắp đặt tải	8.4.2, 8.4.3.3, 8.4.6.2	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Cá nhân / Nhóm / Tất cả	
Khả năng bảo trì và nâng cấp				
Yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận trọng vận hành bởi người bình thường; yêu cầu vận hành thiết bị hoặc thay linh kiện trong khi cụm lắp ráp đang được đóng điện	8.4.6.1	Bảo vệ cơ bản	Không có	
Yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận để kiểm tra và các hoạt động tương tự	8.4.6.2.2	Không có yêu cầu về khả năng tiếp cận	Không có	
Yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận để bảo trì trong vận hành bởi người được ủy quyền	8.4.6.2.3	Không có yêu cầu về khả năng tiếp cận	Không có	
Yêu cầu liên quan đến khả năng tiếp cận để mở rộng trong vận hành bởi người được ủy quyền	8.4.6.2.4	Không có yêu cầu về khả năng tiếp cận	Không có	
Phương pháp đấu nối khối chức năng	8.5.1, 8.5.2	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo	Không có	
Bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp với các bộ phận bên trong mang điện nguy hiểm trong quá trình bảo trì hoặc nâng cấp (ví dụ: các khối chức năng, thanh cái chính, thanh cái phân phối)	8.4	Không có yêu cầu bảo vệ trong quá trình bảo trì hoặc nâng cấp	Không có	
Khả năng mang dòng				
Dòng điện tải tổng lớn nhất cần cung cấp bởi cụm lắp ráp (từ đó sẽ xác định dòng điện danh định của cụm lắp ráp I_{NA} (A))	3.8.10.1, 5.3, 8.4.3.2.3, 8.5.3, 8.8, 10.10.2, 10.10.3, 10.11.5, Phụ lục E	Tiêu chuẩn của nhà chế tạo, theo ứng dụng	Không có	
Dòng điện thiết kế I_B và bản chất của tải đối với từng mạch điện; một cách thay thế I_N của thiết bị và bản chất của tải (trong các trường hợp này, các hệ số tải giả định có thể được sử dụng trên cơ sở các phần liên quan của IEC 61439)	3.8.10.8	Không có	Không có	
Tỷ số giữa tiết diện của dây trung tính và các dây pha: các dây pha đến và bằng 16 mm ²	8.6.1	100 %	Không có	
Tỷ số giữa tiết diện của dây trung tính và các dây pha: các dây pha lớn hơn 16 mm ²	8.6.1	50 % (tối thiểu là 16mm ²)	Không có	
^a Trong một số trường hợp, thông tin được công bố bởi nhà chế tạo cụm lắp ráp có thể sử dụng thay cho thỏa thuận. ^b "Không có" trong cột này có nghĩa là không có lựa chọn trong tiêu chuẩn khác với điều kiện hoặc giá trị mặc định. ^c Đối với các ứng dụng nặng nề đặc biệt, người sử dụng có thể cần quy định các yêu cầu chặt chẽ hơn so với các yêu cầu trong tiêu chuẩn này.				

Phụ lục D
(tham khảo)
Kiểm tra xác nhận thiết kế

Bảng D.1 cung cấp danh mục các kiểm tra xác nhận thiết kế cần thực hiện đối với các đặc tính khác nhau.

Bảng D.1 – Danh mục các kiểm tra xác nhận cần thực hiện

	Đặc tính cần kiểm tra	Điều	Các tùy chọn kiểm tra xác nhận sẵn có		
			Thử nghiệm ^a	So sánh với thiết kế tham chiếu	Đánh giá
1	Độ bền của vật liệu và các phần:	10.2			
	Khả năng chịu ăn mòn	10.2.2	CÓ	CÓ	KHÔNG
	Đặc tính của vật liệu cách điện:	10.2.3			
	Ổn định nhiệt	10.2.3.1	CÓ	CÓ	KHÔNG
	Khả năng chịu nhiệt bất thường và cháy do hiệu ứng điện bên trong	10.2.3.2	CÓ	CÓ	CÓ
	Khả năng chịu bức xạ cực tím (UV)	10.2.4	CÓ	CÓ	CÓ
	Nâng hạ	10.2.5	CÓ	CÓ	KHÔNG
	Va đập cơ khí	10.2.6	CÓ	CÓ	KHÔNG
	Ghi nhãn	10.2.7	CÓ	CÓ	KHÔNG
	Thao tác cơ khí	10.2.8	CÓ	CÓ	KHÔNG
2	Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (IP)	10.3	CÓ	KHÔNG	CÓ
3	Khe hở không khí	10.4	CÓ	KHÔNG	KHÔNG
4	Chiều dài đường rò	10.4	CÓ	KHÔNG	KHÔNG
5	Bảo vệ chống điện giật và tính toàn vẹn của các mạch bảo vệ:	10.5			
	Liên mạch hiệu quả giữa phần dẫn điện dễ hở của cụm lắp ráp cấp I và mạch bảo vệ	10.5.2	CÓ	KHÔNG	KHÔNG
	Khả năng chịu ngắn mạch của mạch bảo vệ	10.5.3	CÓ	CÓ	KHÔNG
6	Lắp thiết bị đóng cắt và linh kiện	10.6	KHÔNG	KHÔNG	CÓ
7	Mạch điện bên trong và các mối nối	10.7	KHÔNG	KHÔNG	CÓ
8	Đầu nối dùng cho dây dẫn bên ngoài	10.8	KHÔNG	KHÔNG	CÓ

Bảng D.1 (kết thúc)

	Đặc tính cần kiểm tra	Điều	Các tùy chọn kiểm tra xác nhận sẵn có		
			Thử nghiệm ^a	So sánh với thiết kế tham chiếu	Đánh giá
9	Đặc tính điện môi:	10.9			
	Điện áp chịu thử tần số nguồn	10.9.2	CÓ	KHÔNG	KHÔNG
	Điện áp chịu xung	10.9.3	CÓ	KHÔNG	CÓ
	Vỏ bọc bằng vật liệu cách điện	10.9.4	CÓ	KHÔNG	KHÔNG
	Tay cầm thao tác bên ngoài bằng vật liệu cách điện	10.9.5	CÓ	KHÔNG	KHÔNG
	Dây dẫn được bọc vật liệu cách điện để cung cấp bảo vệ chống điện giật	10.9.6	CÓ	KHÔNG	KHÔNG
10	Giới hạn độ tăng nhiệt	10.10	CÓ	CÓ	CÓ
11	Khả năng chịu ngắn mạch	10.11	CÓ	CÓ	KHÔNG
12	Tương thích điện từ (EMC)	10.12	CÓ	KHÔNG	CÓ
^a Thử nghiệm có thể trên mẫu đại diện nếu được cho phép trong điều thử nghiệm thích hợp.					

Phụ lục E
(tham khảo)
Hệ số đa dạng danh định

E.1 Quy định chung

Nhà chế tạo có thể tùy ý công bố hệ số đa dạng đối với tất cả các mạch điện đầu ra của cụm lắp ráp hoặc nhóm hoặc từng mạch điện đầu ra bên trong cụm lắp ráp. Phụ lục E cung cấp một số hướng dẫn về vấn đề này.

Tất cả các mạch đầu ra trong cụm lắp ráp đều có khả năng mang liên tục dòng điện danh định của nó I_{nc} , theo 5.3.2, nhưng khả năng mang dòng của mạch điện bất kỳ có thể bị ảnh hưởng bởi các mạch điện liền kề. Tương tác nhiệt có thể dẫn đến nhiệt được đưa vào mạch điện hoặc lấy khỏi mạch điện liền kề. Không khí làm mát sẵn có của mạch điện có thể ở nhiệt độ vượt quá nhiệt độ không khí môi trường do ảnh hưởng của các mạch điện còn lại.

Trên thực tế, không phải tất cả các mạch đầu ra trong cụm lắp ráp đều thường xuyên được yêu cầu mang dòng điện danh định I_{nc} liên tục và đồng thời. Trong một số ứng dụng điển hình, loại và bản chất tải khác nhau đáng kể. Một số mạch điện sẽ được đánh giá trên cơ sở dòng điện khởi động hoặc các tải thời gian ngắn hoặc không liên tục. Một số mạch điện có thể mang tải nặng trong khi một số mạch điện khác lại mang tải nhẹ hoặc cắt tải.

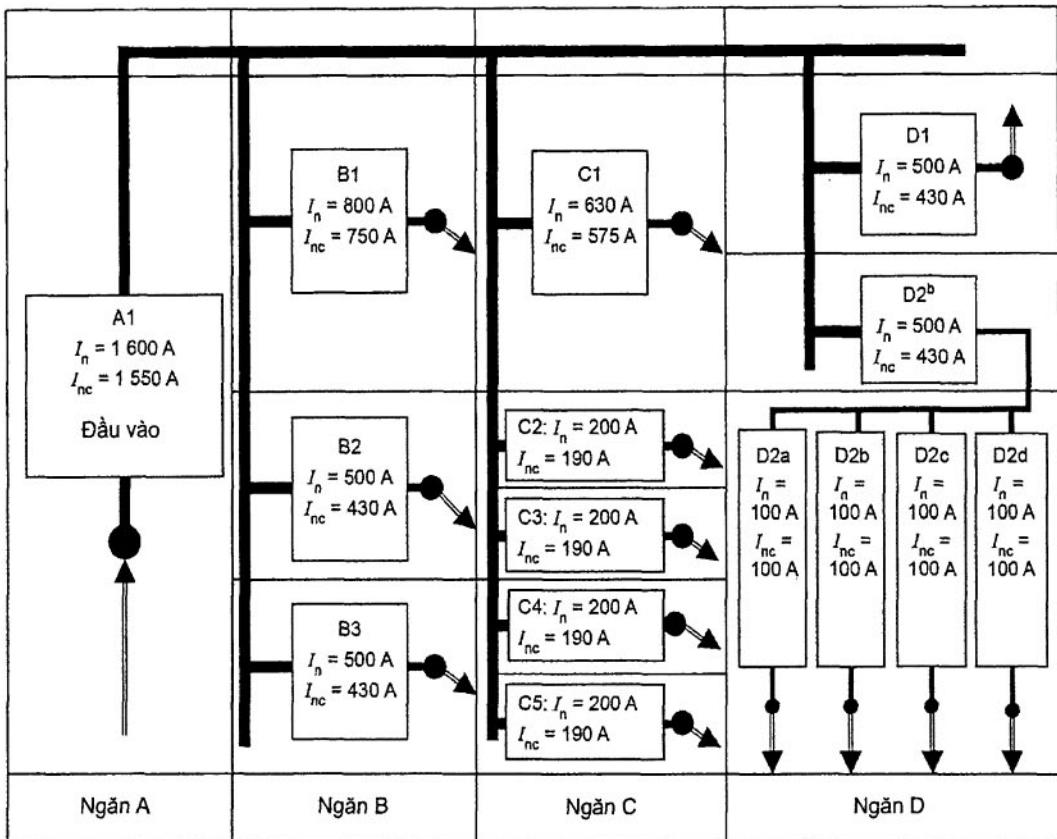
Để cung cấp các cụm lắp ráp trong đó tất cả các mạch điện đầu ra có thể được làm việc liên tục ở dòng điện danh định I_{nc} là không cần thiết và sẽ là sử dụng không hiệu quả vật liệu và nguồn lực. Tiêu chuẩn này thừa nhận các yêu cầu thực tế của cụm lắp ráp thông qua việc ấn định hệ số đa dạng danh định như định nghĩa trong 3.8.11.

Bằng cách nêu hệ số đa dạng danh định, nhà chế tạo cụm lắp ráp đã quy định điều kiện mang tải “trung bình” mà cụm lắp ráp được thiết kế. Hệ số đa dạng danh định khẳng định giá trị trên mỗi đơn vị của dòng điện danh định I_{nc} mà các mạch điện đầu ra bên trong cụm lắp ráp có thể được mang liên tục và đồng thời. Trong các cụm lắp ráp khi tổng các dòng điện danh định của các mạch đầu ra làm việc ở hệ số đa dạng danh định vượt quá khả năng của mạch điện đầu vào, chỉ áp dụng hệ số đa dạng cho tổ hợp bất kỳ của các mạch điện đầu ra được sử dụng để phân bố dòng điện đầu vào.

E.2 Hệ số đa dạng đối với các mạch điện đầu vào trong cụm lắp ráp

E.2.1 Quy định chung

Hệ số đa dạng danh định được quy định trong 5.4. Đối với các cụm lắp ráp điển hình thể hiện trên Hình E.1, các ví dụ về bố trí mang tải đối với các hệ số đa dạng được cho trong Bảng E.1 và được thể hiện trên Hình E.2 và Hình E.3.



Đối với các khối chức năng (A1, B1, v.v.) dòng điện danh định của mạch điện (I_{nc}) được thể hiện ^a.

^a Dòng điện danh định của mạch điện trong cụm lắp ráp có thể nhỏ hơn dòng điện danh định của thiết bị.

^b Nếu dòng điện danh định của D2 nhỏ hơn tổng các dòng điện danh định của các mạch điện từ D2a đến D2d thì thông thường theo thực hành tốt về kỹ thuật, D2 có đủ khả năng bảo vệ quá dòng thích hợp.

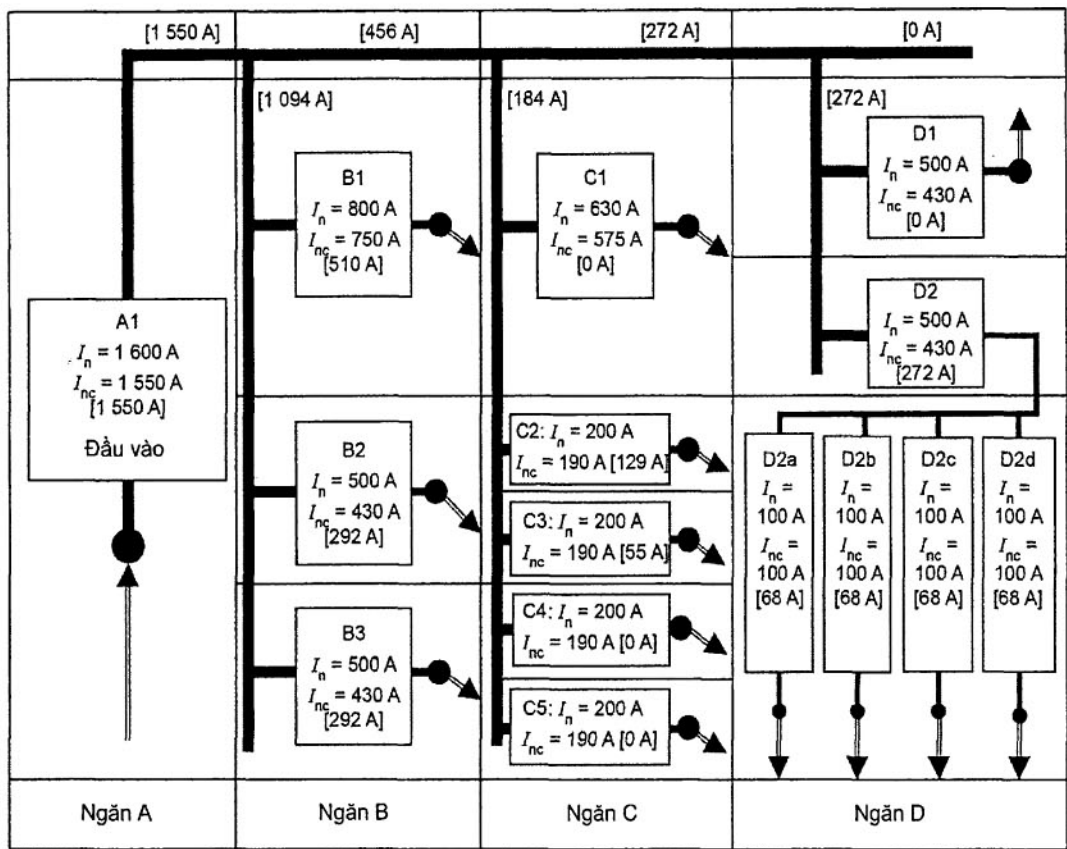
Hình E.1 – Cụm lắp ráp điển hình

Bảng E.1 – Ví dụ về mang tải cho cụm lắp ráp

Khối chức năng	A1	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D2a	D2b	D2c	D2d
	Dòng điện														
Thông số đặc trưng của thiết bị, I_n	1 600	800	500	500	630	200	200	200	200	500	500	100	100	100	100
Khối chức năng – Dòng điện danh định, I_{nc} ^b (xem Hình E.1)	1 550	750	430	430	575	190	190	190	190	430	430	100	100	100	100
Ví dụ 1 Hình E.2 RDF của cụm lắp ráp = 0,68	1 550	510	292	292	0	129	55 ^a	0	0	0	272 ^c	68	68	68	68
Ví dụ 2 Hình E.3 RDF: Ngăn B = 0,6; Ngăn C = 0,68	1 550	450	258	258	391	129	64 ^a	0	0	0	0	0	0	0	0
^a Dòng điện cân bằng để mang tải đầu vào cho dòng điện danh định. ^b Dòng điện danh định của khối chức năng (mạch điện) trong cụm lắp ráp có thể nhỏ hơn dòng điện danh định của thiết bị. ^c Tải lớn nhất từ từ phân phối với hệ số đa dạng 0,68.															

E.2.2 Ví dụ cụm lắp ráp có RDF bằng 0,68

Hình E.2 thể hiện ví dụ về mang tải của cụm lắp ráp với RDF bằng 0,68.



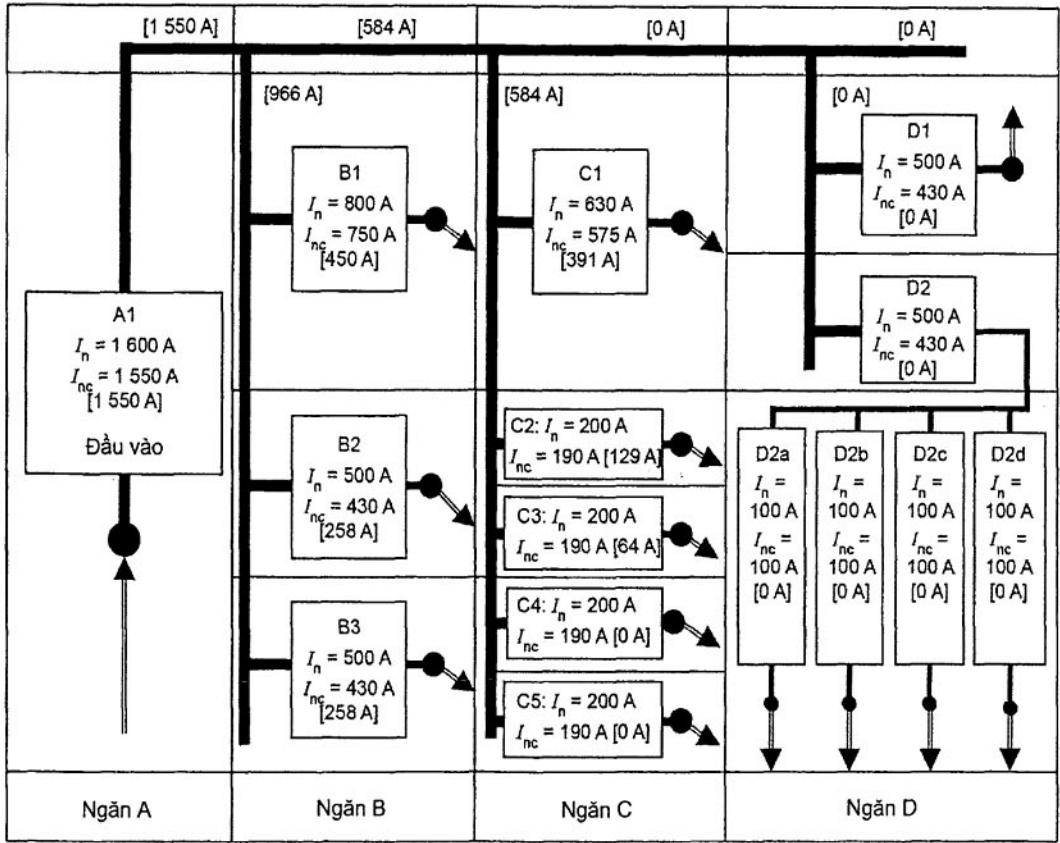
Mang tải thực được chỉ ra bởi các con số trong ngoặc vuông, ví dụ [292 A].

Mang tải các ngăn của thanh cái được chỉ ra bởi các con số trong ngoặc vuông, ví dụ [1 094 A].

**Hình E.2 – Ví dụ 1: Bảng E.1 –
Mang tải khối chức năng đối với các cụm lắp ráp có hệ số đa dạng bằng 0,68**

E.2.3 Ví dụ cụm lắp ráp có RDF được công bố cho từng ngăn

Hình E.3 thể hiện ví dụ về mang tải của cụm lắp ráp với RDF bằng 0,6 và 0,68 trong các ngăn khác nhau.



Mang tải thực được chỉ ra bởi các con số trong ngoặc vuông, ví dụ [450 A].

Mang tải các ngăn của thanh cái được chỉ ra bởi các con số trong ngoặc vuông, ví dụ [584 A].

Hình E.3 – Ví dụ 2: Bảng E.1 – Mang tải khối chức năng đối với các cụm lắp ráp có hệ số đa dạng bằng 0,6 trong ngăn B và 0,68 trong ngăn C

Phụ lục F

(quy định)

Đo khe hở không khí và chiều dài đường rò¹⁰**F.1 Nguyên tắc cơ bản**

Chiều rộng X của rãnh quy định trong các ví dụ từ 1 đến 11 [Hình F.1 b) đến l)] về cơ bản áp dụng cho tất cả các ví dụ là hàm của độ nhiễm bẩn như quy định trong Bảng F.1:

Bảng F.1 – Chiều rộng tối thiểu của các rãnh

Độ nhiễm bẩn	Giá trị tối thiểu của X mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5
4	2,5

Nếu khe hở không khí liên quan nhỏ hơn 3 mm, kích thước tối thiểu X có thể được giảm xuống bằng một phần ba khe hở không khí này.

Các phương pháp đo chiều dài đường rò và khe hở không khí được chỉ rõ trong các ví dụ từ 1 đến 11. Các trường hợp này không phân biệt giữa các khe và rãnh hoặc giữa các loại vật liệu cách điện.

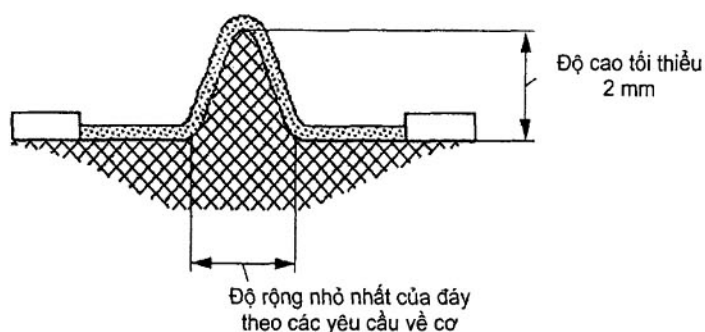
Ngoài ra:

- góc bất kỳ được coi là được bắc cầu bằng một liên kết cách điện có chiều dài bằng chiều rộng quy định X mm và được đặt ở vị trí bất lợi nhất (xem ví dụ 3);
- trong trường hợp khoảng cách ngang qua rãnh bằng hoặc lớn hơn chiều rộng quy định X, chiều dài đường rò được đo dọc theo đường viền của rãnh (xem ví dụ 2);
- chiều dài đường rò và khe hở không khí đo được giữa các bộ phận mà có thể giả định các vị trí khác nhau, được đo khi các bộ phận này ở vị trí bất lợi nhất của chúng.

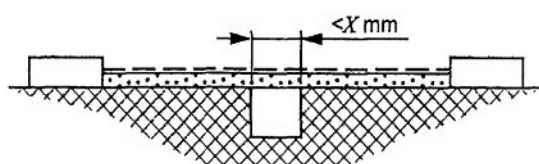
F.2 Sử dụng các đường gân

Do ảnh hưởng của chúng đối với nhiễm bẩn và hiệu quả làm khô được cải thiện, các đường gân được coi là làm giảm sự hình thành dòng điện rò. Chiều dài đường rò khi đó được giảm còn 0,8 giá trị yêu cầu, với điều kiện chiều cao tối thiểu của các gân là 2 mm, xem Hình F.1 a).

¹⁰ Phụ lục F dựa trên IEC TR 60664-2-1:2011.



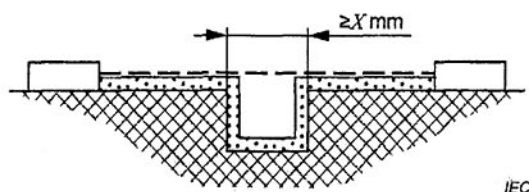
Hình F.1 a) – Đo đường gân: các ví dụ



Điều kiện: Đường dẫn chiều dài đường rò này gồm một rãnh có các mặt song song hoặc hẹp dần, với độ sâu bất kỳ và có chiều rộng nhỏ hơn X mm.

Quy tắc: Chiều dài đường rò và khe hở không khí được đo trực tiếp ngang qua rãnh như hình vẽ

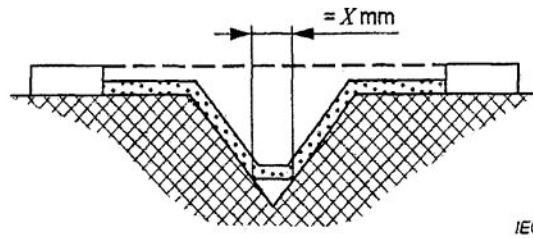
Hình F.1 b) – Ví dụ 1



Điều kiện: Đường dẫn chiều dài đường rò này gồm một rãnh có các mặt song song với độ sâu bất kỳ và có chiều rộng bằng hoặc lớn hơn X mm.

Quy tắc: Khe hở không khí là khoảng cách theo đường ngắm. Đường rò theo đường viền của rãnh.

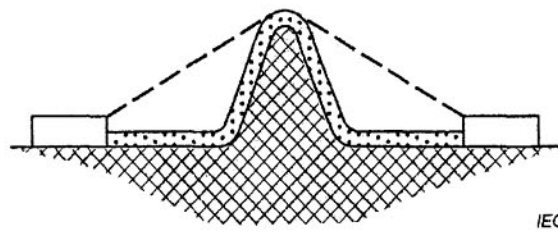
Hình F.1 c) – Ví dụ 2



Điều kiện: Đường dẫn chiều dài đường rò này gồm một rãnh hình chữ V có chiều rộng lớn hơn X mm.

Quy tắc: Khe hở không khí là khoảng cách theo đường ngắm. Đường rò theo đường viền của rãnh nhưng nối tắt ở đáy rãnh bằng cầu nối X mm.

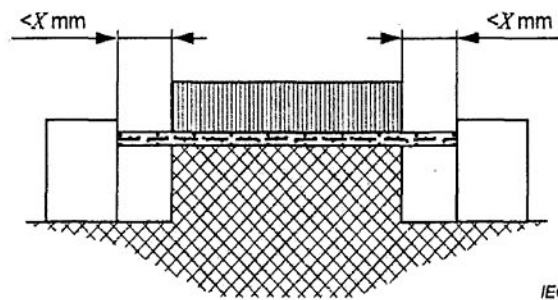
Hình F.1 d) – Ví dụ 3



Điều kiện: Đường dẫn chiều dài đường rò này có gân.

Quy tắc: Khe hở không khí là đường thẳng ngắn nhất đi qua đỉnh của gân. Đường rò men theo đường viền của gân.

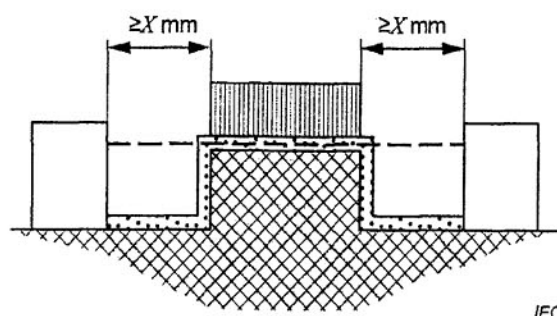
Hình F.1 e) – Ví dụ 4



Điều kiện: Đường dẫn chiều dài đường rò này là phần mỗi ghép không gắn kín có rãnh ở hai bên, chiều rộng mỗi rãnh nhỏ hơn X mm.

Quy tắc: Khe hở không khí và chiều dài đường rò là khoảng cách theo đường ngắm như thể hiện trên hình.

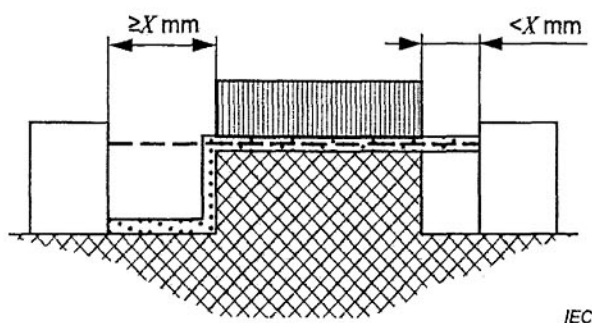
Hình F.1 f) – Ví dụ 5



Điều kiện: Đường dẫn chiều dài đường rò này là phần mối ghép không gắn kín, có rãnh ở hai bên, chiều rộng mỗi rãnh bằng hoặc lớn hơn X mm.

Quy tắc: Khe hở không khí là khoảng cách theo đường ngắm. Chiều dài đường rò men theo đường viền của rãnh.

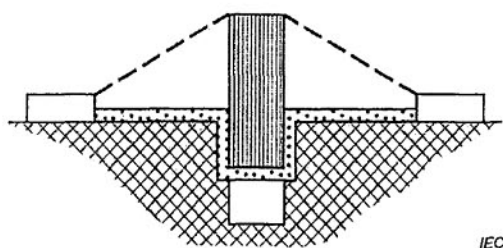
Hình F.1 g) – Ví dụ 6



Điều kiện: Đường dẫn chiều dài đường rò này là phần mối nối không gắn kín, một bên có đường rãnh chiều rộng nhỏ hơn X mm, bên kia có đường rãnh bằng hoặc lớn hơn X mm.

Quy tắc: Chiều dài đường rò và khe hở không khí như thể hiện trên hình.

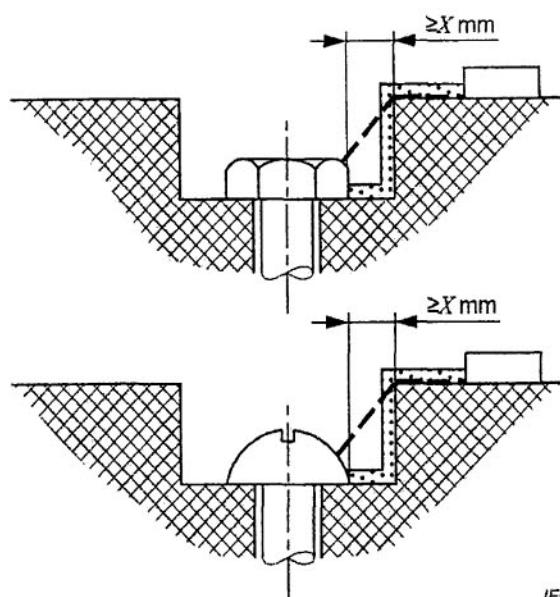
Hình F.1 h) – Ví dụ 7



Điều kiện: Chiều dài đường rò qua mối ghép không gắn kín nhỏ hơn chiều dài đường rò qua bên trên tấm chắn.

Quy tắc: Khe hở không khí là đường ngắn nhất qua đỉnh của tấm chắn.

Hình F.1 i) – Ví dụ 8

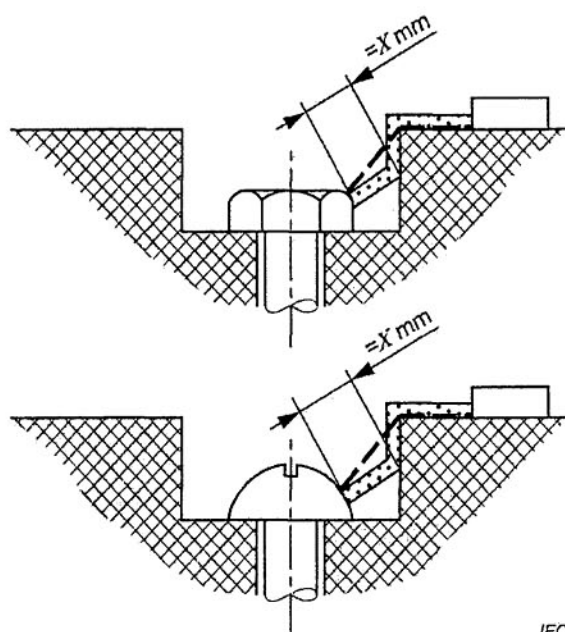


IEC

Điều kiện: Phải tính đến khoảng cách giữa mũ vít và mặt bên của hốc đủ rộng.

Quy tắc: Khe hở không khí và chiều dài đường rò như thể hiện trên hình.

Hình F.1 j) – Ví dụ 9

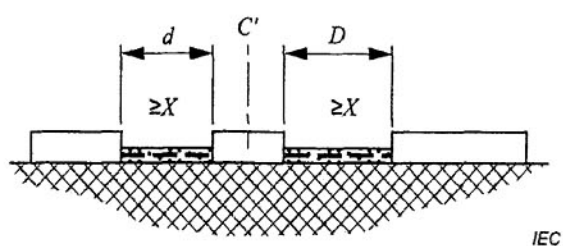


IEC

Điều kiện: Phải tính đến khoảng cách giữa mũ vít và mặt bên của hốc quá hẹp.

Quy tắc: Đo chiều dài đường rò từ vít tới mặt bên khi khoảng cách này bằng X mm.

Hình F.1 k) – Ví dụ 10



Khe hở không khí là khoảng cách = $d + D$
 Chiều dài đường rò = $d + D$

Hình F.1 l) – Ví dụ 11

— — — — — Khe hở không khí  Chiều dài đường rò

Hình F.1 – Đo khe hở không khí và chiều dài đường rò

Phụ lục G

(quy định)

**Mối tương quan giữa điện áp danh nghĩa của hệ thống điện và
điện áp chịu xung danh định của thiết bị ¹¹**

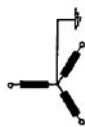
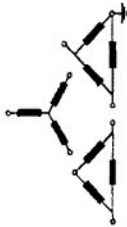
Phụ lục G được thiết kế để cung cấp thông tin cần thiết liên quan đến việc chọn thiết bị để sử dụng trong mạch điện bên trong hệ thống điện hoặc một phần của nó.

Bảng G.1 đưa ra các ví dụ về mối tương quan giữa điện áp của hệ thống điện danh nghĩa và điện áp chịu xung danh định tương ứng của thiết bị.

Các giá trị của điện áp xung danh định trong Bảng G.1 được dựa trên 4.3.3 của IEC 60664-1:2007. Thông tin thêm về tiêu chí lựa chọn cấp quá điện áp thích hợp và bảo vệ quá dòng (nếu cần) được cho trong IEC 60364-4-44:2007, AMD1:2015 và AMD2:2018, Điều 443.

Cần thừa nhận rằng việc khống chế quá điện áp liên quan đến các giá trị trong Bảng G.1 cũng có thể đạt được bằng các điều kiện trong hệ thống nguồn ví dụ như có trở kháng thích hợp.

¹¹ Phụ lục G dựa trên Phụ lục H của IEC 60947-1:2020.

Giá trị lớn nhất của điện áp làm việc danh định so với đất, AC hiệu dụng hoặc DC	Điện áp danh nghĩa của hệ thống nguồn (≤ điện áp cách điện danh định của thiết bị), kV				Các giá trị ưu tiên của điện áp chịu xung danh định (1,2/50 μs) ở 2 000 m, kV			
	 AC hiệu dụng	 AC hiệu dụng	 AC hiệu dụng hoặc DC	 AC hiệu dụng hoặc DC	IV Điểm góc của hệ thống lắp đặt (mức đầu vào vận hành)	III Mức mạch điện phân phối	II Mức tải (thiết bị)	I Mức được bảo vệ đặc biệt
V								
50	—	—	12,5, 24, 25, 30, 42, 48	60	1,5	0,8	0,5	0,33
100	66/115	66	—	—	2,5	1,5	0,8	0,5
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220-110, 240-120	4	2,5	1,5	0,8
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	220, 230 240, 260 277	220	440-220	6	4	2,5	1,5
600	347/600, 380/660 400/690, 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	960-480	8	6	4	2,5
1 000	—	660 690, 720 830, 1 000	1 000	—	12	8	6	4

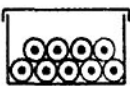
Phụ lục H

(tham khảo)

Dòng điện làm việc và tổn hao công suất của cáp đồng

Bảng H.1 và Bảng H.2 cung cấp các giá trị hướng dẫn cho dòng điện làm việc của cáp đồng một lõi và các tổn hao công suất trong các điều kiện lý tưởng bên trong cụm lắp ráp. Các phương pháp tính toán được sử dụng để thiết lập các giá trị này được cho để cho phép các giá trị cần tính toán cho các điều kiện khác.

Bảng H.1 – Dòng điện làm việc và tổn hao công suất của cáp đồng một lõi
có nhiệt độ dây dẫn cho phép ở 70 °C (nhiệt độ môi trường bên trong cụm lắp ráp là 55 °C)

Bố trí dây dẫn						Cách nhau tối thiểu một đường kính cáp 	
		Cáp một lõi trong máng cáp trên vách, chạy ngang hoặc dọc. 6 cáp (2 mạch điện ba pha) mang tải liên tục		Cáp một lõi, chạm tự do trong không khí hoặc trên khay đúc sẵn. 6 cáp ° (2 mạch điện ba pha) mang tải liên tục		Cáp một lõi, đặc cách nhau theo chiều ngang trong không khí tự do	
Tiết diện dây dẫn	Điện trở dây dẫn ở 20 °C, R ₂₀ ^a	Dòng điện làm việc lớn nhất, I _{max} ^b	Tổn hao công suất trên dây dẫn, P _v	Dòng điện làm việc lớn nhất, I _{max} ^b	Tổn hao công suất trên dây dẫn, P _v	Dòng điện làm việc lớn nhất, I _{max} ^b	Tổn hao công suất trên dây dẫn, P _v
mm ²	mΩ/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m
0,5	36,0	3,5	0,6	–	–	–	–
0,75	24,5	5,0	0,7	–	–	–	–
1,0	18,1	6,0	0,7	–	–	–	–
1,5	12,1	7,5	0,8	9	1,3	15	3,2
2,5	7,41	10	0,9	13	1,5	21	3,7
4	4,61	14	1,0	18	1,7	28	4,2
6	3,08	18	1,1	23	2,0	36	4,7
10	1,83	24	1,3	32	2,3	50	5,4
9,16	1,15	33	1,5	44	2,7	57	6,2
25	0,727	43	1,6	59	3,0	89	6,9
35	0,524	54	1,8	74	3,4	110	7,7
50	0,387	65	2,0	90	3,7	134	8,3
70	0,268	83	2,2	116	4,3	171	9,4
95	0,193	101	2,4	142	4,7	208	10,0
120	0,153	117	2,5	165	5,0	242	10,7
150	0,124			191	5,4	278	11,5

Bảng H.1 (kết thúc)

185	0,099 1			220	5,7	318	12,0
240	0,075 4			260	6,1	375	12,7
300	0 060 1			301	6,6	432	13,5

^a Các giá trị lấy từ IEC 60228:2004, Bảng 2, cột 8 (dây đồng bền, trần).

^b Khả năng mang dòng I_{30} đối với một mạch điện ba pha từ TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009), Bảng B.52.4, cột 4 (Phương pháp lắp đặt: Hạng mục B1 trong Bảng B.52.1). Giá trị $k_2 = 0,8$ (hạng mục 1 trong Bảng B.52.17, hai mạch điện).

^c Khả năng mang dòng I_{30} đối với một mạch điện ba pha từ TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009), Bảng B.52.10, cột 5 (Phương pháp lắp đặt: Hạng mục F trong cột 1 của Bảng B.52.1). Các giá trị đối với tiết diện nhỏ hơn 25 mm² được tính theo Phụ lục D của TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009). Giá trị $k_2 = 0,88$ (dựa trên hạng mục 4 trong Bảng B.52.17, hai mạch điện, được ưu tiên sử dụng hơn so với Bảng 52.21).

^d Khả năng mang dòng I_{30} đối với một mạch điện ba pha từ TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009), Bảng B.52.10, cột 7 (Phương pháp lắp đặt: Hạng mục G trong cột 1 của Bảng B.52.1). Các giá trị đối với tiết diện nhỏ hơn 25 mm² được tính theo Phụ lục D của TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009) ($k_2 = 1$).

^e Các hệ số dựa trên cáp chạy ngang khi nó có tác động không đáng kể lên cáp chạy dọc trong cụm lắp ráp.

$$I_{\max} = I_{30} \times k_1 \times k_2$$

$$P_v = I_{\max}^2 \times R_{20} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20^\circ\text{C})]$$

trong đó

- k_1 Hệ số giảm nhiệt độ không khí bên trong vỏ bọc xung quanh các dây dẫn (TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009), Bảng B.52.14)
- $k_1 = 0,61$ đối với nhiệt độ dây 70 °C, nhiệt độ không khí môi trường 55 °C
- k_1 đối với các nhiệt độ không khí khác: xem Bảng H.1;
- k_2 Hệ số giảm của các nhóm có nhiều hơn một mạch điện (xem giải thích thêm trong chú thích b, c và d của Bảng H.2);
- α Hệ số nhiệt độ của điện trở, $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$;
- T_c Nhiệt độ dây dẫn
- I_{30} Dòng điện làm việc lớn nhất của dây dẫn đơn đối với nhiệt độ không khí xung quanh dây dẫn là 30 °C.

Bảng H.2 – Hệ số giảm k_1 đối với các cáp có nhiệt độ dây cho phép là 70 °C
(lấy từ TCVN 7447-5-52:2010 (IEC 60364-5-52:2009), Bảng B.52.14)

Nhiệt độ không khí bên trong vỏ bọc xung quanh dây dẫn °C	Hệ số giảm, k_1
20	1,12
25	1,06
30	1,00
35	0,94
40	0,87
45	0,79
50	0,71
55	0,61
60	0,50

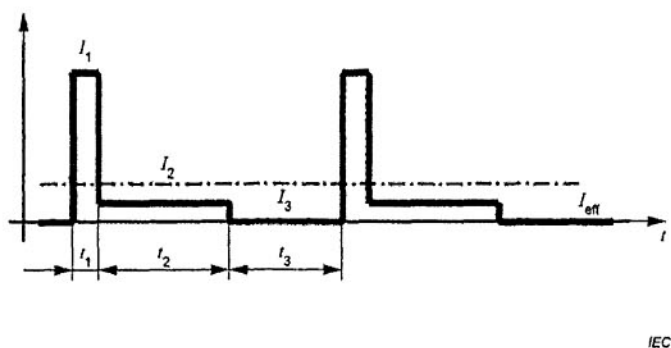
Nếu dòng điện làm việc trong Bảng H.1 được chuyển đổi đối với các nhiệt độ không khí khác bằng cách sử dụng hệ số k_1 , thì các tổn hao công suất tương ứng cũng phải được tính bằng cách sử dụng công thức cho trên đây.

Phụ lục I

(tham khảo)

Đương lượng nhiệt của dòng điện không liên tục

Nhiệt tiêu tán của mạch điện tạo thành từ các linh kiện với tổn hao Jul tỷ lệ thuận với giá trị hiệu dụng thực của dòng điện. Dòng điện hiệu dụng tương đương thể hiện hiệu ứng nhiệt của dòng điện không liên tục thực có thể được tính bằng công thức cho trong Hình I.1. Điều này cho phép xác định đương lượng nhiệt của dòng điện hiệu dụng thực (I_{eff}) trong trường hợp chế độ không liên tục, và xác định dạng tải cho phép. Nếu không có sẵn thông tin cụ thể về các hằng số thời gian nhiệt, thời gian ON không nên quá 30 min và thời gian ON cần nhỏ hơn thời gian OFF, vì các thiết bị nhỏ có thể đã đạt tới cân bằng nhiệt của chúng. Đối với các ứng dụng điện một chiều, lưu ý tương tự có thể áp dụng bằng cách sử dụng giá trị trung bình của dòng điện thay vì giá trị hiệu dụng. Dòng điện đương lượng nhiệt đối với các tải không liên tục/thay đổi không cần vượt quá dòng điện danh định nhóm của mạch điện I_{ag} của cụm lắp ráp trừ khi có sẵn các thông tin chính xác đối với việc mang tải của các mạch điện liên kề.



$$I_{eff} = \sqrt{\frac{I_1^2 \times t_1 + I_2^2 \times t_2 + I_3^2 \times t_3}{t_1 + t_2 + t_3}}$$

CHÚ DẪN

t_1 thời gian khởi động ở dòng điện I_1

t_2 thời gian làm việc ở dòng điện I_2

t_3 khoảng thời gian ở dòng điện $I_3 = 0$

$t_1 + t_2 + t_3$ thời gian chu kỳ

Hình I.1 – Ví dụ về tính toán ảnh hưởng nhiệt trung bình

Phụ lục J
(quy định)
Tương thích điện từ

J.1 Quy định chung

Đánh số điều trong Phụ lục J đồng nhất với đánh số điều trong phần nội dung của tiêu chuẩn này.

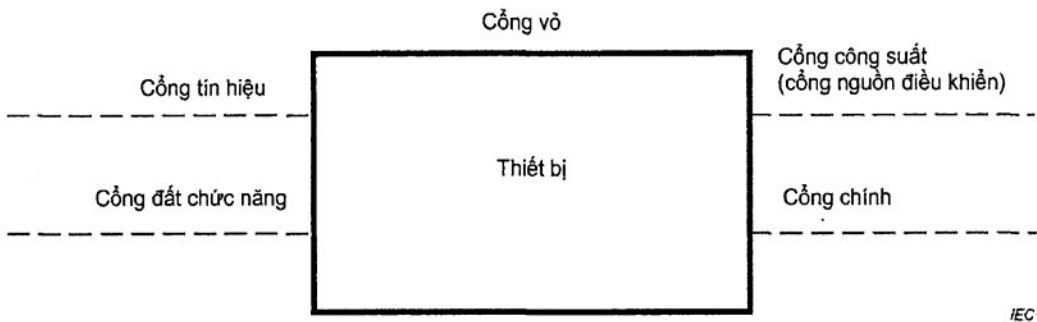
J.3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong Phụ lục J áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau. (Xem Hình J.1.)

J.3.8.13.1

Cổng (port)

Giao diện đặc biệt của trang thiết bị quy định với môi trường điện từ bên ngoài.



Hình J.1 – Ví dụ về các cổng

J.3.8.13.2

Cổng vỏ (enclosure port)

Biên vật lý của trang thiết bị mà qua đó trường điện từ có thể bức xạ hoặc tác động lên.

J.3.8.13.3

Cổng đất chức năng (functional earth port)

Cổng không phải cổng tín hiệu, điều khiển, công suất, được thiết kế để nối với đất cho các mục đích không phải an toàn điện.

J.3.8.13.4

Cổng tín hiệu (signal port)

Cổng mà tại đó dây hoặc cáp được thiết kế để mang các tín hiệu được nối với trang thiết bị.

CHÚ THÍCH: Ví dụ là các đường đầu vào, đầu ra và điều khiển tương tự; bus dữ liệu; mạng truyền thông, v.v.

J.3.8.13.5

Cổng công suất (power port)

Cổng mà tại đó dây hoặc cáp mang công suất điện sơ cấp cần thiết cho làm việc (thực hiện chức năng) của trang thiết bị hoặc trang thiết bị kết hợp được nối với trang thiết bị.

[NGUỒN: IEC 60947-1:2020, 3.9.3]

J.3.8.13.6

Cổng chính (main port)

Cổng mà tại đó dây hoặc cáp được nối với cực của mạch điện chính của thiết bị.

J.9.4 Yêu cầu tính năng

J.9.4.1 Quy định chung

Đối với phần lớn các ứng dụng cụm lắp ráp trong phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này, hai tập điều kiện môi trường được xem xét và được tham chiếu đến là môi trường A và môi trường B.

a) Môi trường A

Môi trường A liên quan đến mạng nguồn được cấp nguồn từ máy biến áp trung áp được dùng cho nguồn cấp của hệ thống điện của nhà máy hoặc tương tự, và được thiết kế để hoạt động trong hoặc gần khu vực công nghiệp, như mô tả dưới đây. Tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho trang thiết bị hoạt động bằng pin/acquy và được thiết kế để sử dụng trong các khu vực công nghiệp.

Các môi trường bao gồm công nghiệp, cả trong nhà và ngoài trời.

Các khu vực công nghiệp được đặc trưng bởi sự tồn tại của một hoặc nhiều ví dụ sau:

- trang thiết bị công nghiệp, khoa học và y tế (ISM) (như xác định trong CISPR 11:2015, AMD1:2016);
- các tải điện cảm hoặc điện dung lớn thường được đóng cắt;
- dòng điện và trường từ liên quan có cường độ cao.

CHÚ THÍCH 1: Các tiêu chuẩn EMC chung dùng cho thiết bị điện và điện tử trong các môi trường công nghiệp là IEC 61000-6-2:2016 liên quan đến miễn nhiễm và IEC 61000-6-4:2018 liên quan đến phát xạ. Các yêu cầu của EMC đối với các cụm lắp ráp trong môi trường công nghiệp được cho trong tiêu chuẩn này là phù hợp với các tiêu chuẩn nêu trên.

b) Môi trường B

Môi trường B liên quan đến mạng điện hạ áp công cộng hoặc trang thiết bị được nối với nguồn một chiều chuyên dụng được thiết kế để tạo giao diện giữa trang thiết bị và mạng điện hạ áp công cộng. Môi trường này cũng áp dụng cho trang thiết bị hoạt động bằng pin/acquy hoặc được cấp điện từ hệ thống phân phối điện hạ áp không công cộng cũng không công nghiệp nếu các trang thiết bị này được thiết kế để sử dụng trong các khu vực được mô tả dưới đây.

Các môi trường bao gồm dân cư, thương mại và công nghiệp nhẹ, cả trong nhà và ngoài trời. Danh mục dưới đây, mặc dù chưa toàn diện, đưa ra các khu vực thuộc môi trường B, gồm:

- tính chất dân cư, ví dụ nhà ở, chung cư;
- các điểm bán lẻ, ví dụ cửa hàng, siêu thị;
- các điểm kinh doanh, ví dụ văn phòng, ngân hàng;
- khu vực giải trí công cộng, ví dụ rạp chiếu phim, quán bar, hội trường khiêu vũ;
- các khu vực ngoài trời, ví dụ trạm xăng, bãi đỗ xe, đài tưởng niệm hoặc trung tâm thể thao;
- các khu vực công nghiệp nhẹ, ví dụ xưởng sản xuất, phòng thí nghiệm, trung tâm dịch vụ.

CHÚ THÍCH 2: Các tiêu chuẩn EMC chung dùng cho thiết bị điện và điện tử trong các môi trường công nghiệp là IEC 61000-6-1:2016 liên quan đến miễn nhiễm và IEC 61000-6-3:2006, AMD1:2010 liên quan đến phát xạ. Các yêu cầu của EMC đối với các cụm lắp ráp trong môi trường công nghiệp được cho trong tiêu chuẩn này là phù hợp với các tiêu chuẩn nêu trên.

Điều kiện môi trường (môi trường A và/hoặc môi trường B) mà cụm lắp ráp được thiết kế theo phải được quy định bởi nhà chế tạo cụm lắp ráp.

J.9.4.2 Yêu cầu thử nghiệm

Trong hầu hết các trường hợp, các cụm lắp ráp được chế tạo hoặc lắp ráp trên cơ sở một lần, ít nhiều là sự kết hợp ngẫu nhiên của các thiết bị và linh kiện.

Không yêu cầu thử nghiệm phát xạ hoặc miễn nhiễm EMC đối với các cụm lắp ráp cuối cùng nếu đáp ứng các điều kiện sau:

- a) các thiết bị và linh kiện tích hợp tuân thủ các yêu cầu EMC đối với môi trường đã nêu (xem J.9.4.1) theo yêu cầu của sản phẩm liên quan hoặc tiêu chuẩn EMC chung.
- b) việc lắp đặt và đi dây bên trong được thực hiện phù hợp với hướng dẫn của nhà chế tạo thiết bị và linh kiện (bố trí liên quan đến ảnh hưởng lẫn nhau, cáp, chống nhiễu, tiếp đất, v.v.).

Trong tất cả các trường hợp còn lại, yêu cầu EMC được kiểm tra xác nhận bằng các thử nghiệm trong J.10.12.

J.9.4.3 Miễn nhiễm

J.9.4.3.1 Cụm lắp ráp không có mạch điện tử

Trong điều kiện sử dụng bình thường, các cụm lắp ráp không có mạch điện tử không nhạy với nhiễu điện từ và do đó không yêu cầu thử nghiệm miễn nhiễm.

J.9.4.3.2 Cụm lắp ráp có mạch điện tử

Thiết bị điện tử lắp trong các cụm lắp ráp phải phù hợp với yêu cầu miễn nhiễm của tiêu chuẩn sản phẩm liên quan hoặc tiêu chuẩn EMC chung và phải thích hợp đối với môi trường EMC do nhà chế tạo cụm lắp ráp quy định.

TCVN 13724-1:2023

Trong tất cả các trường hợp còn lại, yêu cầu EMC được kiểm tra xác nhận bằng các thử nghiệm trong J.10.12.

Thiết bị sử dụng mạch điện tử trong đó tất cả các linh kiện đều thụ động (ví dụ diốt, điện trở, biến trở, tụ điện, bộ triệt xung, cuộn cảm) không bắt buộc phải thử nghiệm.

Nhà chế tạo cụm lắp ráp phải lấy từ nhà chế tạo thiết bị và/hoặc linh kiện, tiêu chí tính năng cụ thể của sản phẩm như đã nêu trong tiêu chuẩn lắp ráp liên quan.

J.9.4.4 Phát xạ

J.9.4.4.1 Cụm lắp ráp không có mạch điện tử

Đối với các cụm lắp ráp không có mạch điện tử, nhiễu điện từ chỉ có thể được tạo ra bởi thiết bị trong các thao tác chuyển mạch không thường xuyên. Thời gian của nhiễu cỡ miligiây. Tần suất, mức độ và hậu quả của các phát xạ này được coi là một phần của môi trường điện từ thông thường của các hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Do đó, các yêu cầu đối với phát xạ điện từ được coi là thỏa đáng và không cần kiểm tra xác nhận.

J.9.4.4.2 Cụm lắp ráp có mạch điện tử

Thiết bị điện tử được tích hợp trong cụm lắp ráp phải phù hợp với các yêu cầu về phát xạ trong tiêu chuẩn sản phẩm liên quan hoặc tiêu chuẩn EMC chung, và phải phù hợp với môi trường EMC cụ thể do nhà chế tạo cụm lắp ráp quy định.

Thiết bị sử dụng các mạch điện tử trong đó tất cả các linh kiện đều thụ động (ví dụ diốt, điện trở, biến trở, tụ điện, bộ triệt xung, cuộn cảm) không bắt buộc phải thử nghiệm.

Cụm lắp ráp có các mạch điện tử (ví dụ nguồn cấp điện ở chế độ đóng cắt, mạch kết hợp các bộ vi xử lý có bộ phát nhịp tần số cao) có thể tạo ra nhiễu điện từ liên tục.

Đối với phát xạ như vậy, chúng không được vượt quá các giới hạn quy định trong tiêu chuẩn sản phẩm liên quan, hoặc phải áp dụng các yêu cầu của Điều 9 cùng với Bảng 3 đến Bảng 5 của IEC 61000-6-4:2018 đối với môi trường A và/hoặc Điều 7 cùng với Bảng 1 đến Bảng 4 của IEC 61000-6-3:2006, AMD1:2010 đối với môi trường B, ngoại trừ các phương pháp thống kê, nếu có. Các thử nghiệm phải được thực hiện như nêu trong tiêu chuẩn sản phẩm liên quan, nếu có, nếu không thì theo J.10.12.

J.10.12 Thử nghiệm EMC

J.10.12.1 Quy định chung

Các khối chức năng trong các cụm lắp ráp không đáp ứng các yêu cầu của J.9.4.2 a) và b) phải chịu các thử nghiệm sau đây, nếu thuộc đối tượng áp dụng.

Các thử nghiệm phát xạ và miễn nhiễm phải được thực hiện theo tiêu chuẩn EMC liên quan. Tuy nhiên, nhà chế tạo cụm lắp ráp phải quy định biện pháp bổ sung bất kỳ cần thiết để kiểm tra xác nhận các tiêu chí tính năng của cụm lắp ráp, nếu cần (ví dụ áp dụng các thời gian dừng).

J.10.12.2 Thử nghiệm miễn nhiễm**J.10.12.2.1 Cụm lắp ráp không có mạch điện tử**

Không yêu cầu thử nghiệm; xem J.9.4.3.1.

J.10.12.2.2 Cụm lắp ráp có mạch điện tử

Thử nghiệm phải được thực hiện theo môi trường A hoặc môi trường B liên quan. Các giá trị được cho trong Bảng J.1 và/hoặc Bảng J.2 ngoại trừ khi mức thử nghiệm khác được cho trong tiêu chuẩn sản phẩm cụ thể liên quan.

Nhà chế tạo cụm lắp ráp phải quy định tiêu chí tính năng dựa trên tiêu chí chấp nhận cho trong Bảng J.3.

J.10.12.3 Thử nghiệm phát xạ**J.10.12.3.1 Cụm lắp ráp không có mạch điện tử**

Không yêu cầu thử nghiệm; xem J.9.4.4.1.

J.10.12.3.2 Cụm lắp ráp có mạch điện tử

Nhà chế tạo cụm lắp ráp phải quy định phương pháp thử cần sử dụng; xem J.9.4.4.2.

Các giới hạn phát xạ đối với môi trường A được cho trong IEC 61000-6-4:2018, Bảng 3 đến Bảng 5.

Các giới hạn phát xạ đối với môi trường B được cho trong IEC 61000-6-3:2006 và AMD1:2010, Bảng 1 đến Bảng 3.

Nếu cụm lắp ráp có các cổng viễn thông, các yêu cầu phát xạ trong CISPR 32:2015, liên quan đến cổng này và đến môi trường được chọn, phải được áp dụng.

Bảng J.1 – Thử nghiệm miễn nhiễm EMC đối với môi trường A (xem J.10.12.2)

Kiểu thử nghiệm	Mức thử nghiệm yêu cầu	Tiêu chí tính năng ^c
Thử nghiệm miễn nhiễm phóng tĩnh điện TCVN 7909-4-2:2015 (IEC 61000-4-2:2008)	± 4 kV / phóng điện tiếp xúc hoặc nếu không thể có phóng điện tiếp xúc ± 8 kV / phóng điện trong không khí	B
Thử nghiệm miễn nhiễm trường điện từ tần số radio bức xạ 80 MHz đến 1 GHz TCVN 7909-4-3:2015 (IEC 61000-4-3:2006 with AMD1:2007 and AMD2:2010)	10 V/m	A
Thử nghiệm miễn nhiễm trường điện từ tần số radio bức xạ 1,4 GHz đến 6 GHz TCVN 7909-4-3:2015 (IEC 61000-4-3:2006 with AMD1:2007 and AMD2:2010)	3 V/m	A

Bảng J.1 (kết thúc)

Kiểu thử nghiệm	Mức thử nghiệm yêu cầu		Tiêu chí tính năng ^c
Thử nghiệm miễn nhiễm bức xạ xung/quá độ điện nhanh IEC 61000-4-4:2012	±2 kV / 5 kHz trên các cổng nguồn ±1 kV / 5 kHz trên các cổng tín hiệu ^f		B
Thử nghiệm miễn nhiễm đột biến 1,2/50 μs và 8/20 μs IEC 61000-4-5 ^a	±2 kV (pha-đất) trên các cổng nguồn ±1 kV (pha-pha) trên các cổng nguồn ±1 kV (pha-đất) trên các cổng tín hiệu		B
Thử nghiệm miễn nhiễm tần số radio dẫn (150 MHz đến 80 MHz) IEC 61000-4-6:2013	10 V (các cổng nguồn) 10 V (các cổng tín hiệu) ^f		A
Thử nghiệm miễn nhiễm trường từ tần số nguồn ^b TCVN 7909-4-8:2015 (IEC 61000-4-8:2009)	30 A/m		A
Thử nghiệm miễn nhiễm sụt áp (50 Hz / 60 Hz) IEC 61000-4-11:2004, AMD1:2017 ^e	Cấp 2 ^{c, d, e} 0 % trong 0,5 chu kỳ và 1 chu kỳ	Cấp 3 ^{c, d, e} 0 % trong 0,5 chu kỳ và 1 chu kỳ	C
	70 % trong 25 / 30 chu kỳ	40 % trong 10 / 12 chu kỳ	C
		70 % trong 25 / 30 chu kỳ	B
		80 % trong 250 / 300 chu kỳ	B
Thử nghiệm miễn nhiễm gián đoạn ngắn IEC 61000-4-11:2004, AMD1:2017	Cấp 2 ^{c, d, e} 0 % trong 250 / 300 chu kỳ	Cấp 3 ^{c, d, e} 0 % trong 250 / 300 chu kỳ	C
CHÚ THÍCH: Đối với tiêu chí tính năng, xem Bảng J.3.			
^a Liên quan đến tính ứng dụng, xem 7.2 và 8.2 của IEC 61000-4-5:2014 (không áp dụng cho cổng vào/ra một chiều điện áp thấp (≤ 60 V), khi mạch thử cấp (được cách ly với nguồn lưới xoay chiều) không chịu các quá điện áp quá độ).			
^b Chỉ áp dụng cho trang thiết bị chứa các thiết bị nhạy với trường từ tần số nguồn.			
^c Phần trăm cho trước có nghĩa là phần trăm của điện áp làm việc danh định, ví dụ 0 % nghĩa là 0 V.			
^d Cấp 2 áp dụng cho các điểm ghép nối chung và các điểm trong nhà máy có ghép nối chung thường là trong môi trường công nghiệp. Cấp 3 áp dụng cho các ghép nối trong nhà máy chỉ trong môi trường công nghiệp. Cấp này thường được xem xét khi phần lớn tải được nuôi thông qua bộ chuyển đổi, có các máy hàn, động cơ lớn thường xuyên khởi động có tải hoặc các tải thay đổi nhanh. Tiêu chuẩn sản phẩm phải quy định các trường hợp áp dụng.			
^e Giá trị trước dấu gạch chéo (/) là cho tần số 50 Hz, giá trị sau là cho tần số 60 Hz.			
^f Chỉ áp dụng cho các cổng có giao diện với các cáp mà tổng chiều dài theo quy định kỹ thuật của nhà chế tạo có thể vượt quá 3 m.			

Bảng J.2 – Thử nghiệm miễn nhiễm EMC đối với môi trường B (xem J.10.12.2)

Kiểu thử nghiệm	Mức thử nghiệm yêu cầu	Tiêu chí tính năng ^c
Thử nghiệm miễn nhiễm phóng tĩnh điện TCVN 7909-4-2:2015 (IEC 61000-4-2:2008)	± 4 kV / phóng điện tiếp xúc hoặc nếu không thể có phóng điện tiếp xúc ± 8 kV / phóng điện trong không khí	B
Thử nghiệm miễn nhiễm trường điện từ tần số radio bức xạ 80 MHz đến 1 GHz TCVN 7909-4-3:2015 (IEC 61000-4-3:2006 with AMD1:2007 and AMD2:2010)	3 V/m	A
Thử nghiệm miễn nhiễm trường điện từ tần số radio bức xạ 1,4 GHz đến 6 GHz TCVN 7909-4-3:2015 (IEC 61000-4-3:2006 with AMD1:2007 and AMD2:2010)	3 V/m	A
Thử nghiệm miễn nhiễm bước xung/quá độ điện nhanh IEC 61000-4-4:2012	± 1 kV / 5 kHz trên các cổng nguồn $\pm 0,5$ kV / 5 kHz trên các cổng tín hiệu ^f	B
Thử nghiệm miễn nhiễm đột biến 1,2/50 μ s và 8/20 μ s IEC 61000-4-5:2014, AMD1:2017 ^a	± 2 kV (pha-đất) trên các cổng nguồn ± 1 kV (pha-đất) trên các cổng tín hiệu	B
Thử nghiệm miễn nhiễm tần số radio dẫn (150 MHz đến 80 MHz) IEC 61000-4-6:2013	3 V (cổng nguồn và cổng tín hiệu)	A
Thử nghiệm miễn nhiễm trường từ tần số nguồn ^b TCVN 7909-4-8:2015 (IEC 61000-4-8:2009)	3 A/m ^b	A
Thử nghiệm miễn nhiễm sụt áp (50 Hz / 60 Hz) IEC 61000-4-11:2004, AMD1:2017 ^a	0 % trong 0,5 chu kỳ và 1 chu kỳ	C
	70 % trong 25 / 30 chu kỳ ^{c, d}	C
Thử nghiệm miễn nhiễm gián đoạn ngắn IEC 61000-4-11:2004, AMD1:2017	0 % trong 250 / 300 chu kỳ ^{c, d}	C
CHÚ THÍCH: Đối với tiêu chí tính năng, xem Bảng J.3.		
^a Liên quan đến tính ứng dụng, xem 7.2 và 8.2 của IEC 61000-4-5:2014 (không áp dụng cho cổng vào/ra một chiều điện áp thấp (≤ 60 V), khi mạch thứ cấp (được cách ly với nguồn lưới xoay chiều) không chịu các quá điện áp quá độ).		
^b Chỉ áp dụng cho trang thiết bị chứa các thiết bị nhạy với trường từ tần số nguồn.		
^c Phần trăm cho trước có nghĩa là phần trăm của điện áp làm việc danh định, ví dụ 0 % nghĩa là 0 V.		
^d Giá trị trước dấu gạch chéo (/) là cho tần số 50 Hz, giá trị sau là cho tần số 60 Hz.		

Bảng J.3 – Tiêu chí chấp nhận khi có nhiễu điện từ

Hạng mục	Tiêu chí chấp nhận (tiêu chí tính năng trong các thử nghiệm)		
	A	B	C
Tính năng tổng thể	Không có thay đổi nhận thấy được của đặc tính hoạt động Làm việc như dự kiến	Suy giảm tạm thời hoặc mất tính năng nhưng có thể tự phục hồi	Suy giảm tạm thời hoặc mất tính năng đòi hỏi sự can thiệp của người vận hành hoặc đặt lại hệ thống ^a
Hoạt động của các mạch nguồn và mạch phụ trợ	Không có hoạt động không mong muốn	Suy giảm tạm thời hoặc mất tính năng nhưng có thể tự phục hồi ^a	Suy giảm tạm thời hoặc mất tính năng đòi hỏi sự can thiệp của người vận hành hoặc đặt lại hệ thống ^a
Hoạt động của màn hiển thị và panel hiển thị	Không có thay đổi thông tin hiển thị nhìn thấy được Chỉ có tăng giảm nhẹ cường độ ánh sáng của LED, hoặc di chuyển nhẹ các ký tự	Thay đổi hoặc mất thông tin tạm thời Độ chói LED không mong muốn	Tắt hoặc mất hiển thị vĩnh viễn. Thông tin sai và/hoặc chế độ hoạt động không được phép mà cần được rõ ràng hoặc cần chỉ rõ cho việc này. Không tự phục hồi.
Các chức năng cảm biến và xử lý thông tin	Truyền thông và trao đổi dữ liệu với thiết bị bên ngoài không bị ảnh hưởng	Truyền thông bị thay đổi tạm thời, với các báo cáo lỗi có thể có của thiết bị bên trong và bên ngoài	Xử lý sai thông tin Mất dữ liệu và/hoặc thông tin Lỗi trong truyền thông Không tự phục hồi
^a Yêu cầu cụ thể phải được nêu chi tiết trong tiêu chuẩn sản phẩm.			

Phụ lục K

(quy định)

Dòng điện làm việc và tổn hao công suất của thanh đồng trần

Bảng K.1 và Bảng K.2 cung cấp các giá trị đối với các dòng điện làm việc của dây dẫn và tổn hao công suất trong các điều kiện lý tưởng bên trong cụm lắp ráp (xem 10.10.2.2.3, 10.10.4.2.1 và 10.10.4.3.1). Phụ lục K không áp dụng cho các dây dẫn được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm.

Các phương pháp tính toán được sử dụng để thiết lập các giá trị này được cho để cho phép các giá trị được tính cho các điều kiện khác.

Bảng K.1 – Dòng điện làm việc và tổn hao công suất của các thanh đồng trần có tiết diện chữ nhật, chạy ngang và được bố trí với mặt lớn nhất của chúng thẳng đứng, tần số 50 Hz đến 60 Hz (nhiệt độ không khí môi trường bên trong cụm lắp ráp: 55 °C, nhiệt độ dây dẫn: 70 °C)

Chiều cao × chiều dày của thanh	Tiết diện của thanh	Một thanh trên mỗi đường dây 			Hai thanh trên mỗi đường dây (khoảng cách giữa hai thanh bằng với chiều dày của một thanh) 		
		k_3	Dòng điện làm việc	Tổn hao công suất trên dây dẫn đường dây, P_v	k_3	Dòng điện làm việc	Tổn hao công suất trên dây dẫn đường dây, P_v
mm × mm	mm ²		A	W/m		A	W/m
12 × 2	23,5	1,00	70	4,5	1,01	118	6,4
15 × 2	29,5	1,00	83	5,0	1,01	138	7,0
15 × 3	44,5	1,01	105	5,4	1,02	153	8,3
20 × 2	39,5	1,01	105	6,1	1,01	172	8,1
20 × 3	59,5	1,01	133	6,4	1,02	226	9,4
20 × 5	99,1	1,02	178	7,0	1,04	325	11,9
20 × 10	199	1,03	278	8,5	1,07	536	16,6
25 × 5	124	1,02	213	8,0	1,05	381	13,2
30 × 5	149	1,03	246	9,0	1,06	437	14,5
30 × 10	299	1,05	372	10,4	1,11	689	18,9
40 × 5	199	1,03	313	10,9	1,07	543	17,0
40 × 10	399	1,07	465	12,4	1,15	839	21,7
50 × 5	249	1,04	379	12,9	1,09	646	19,6
50 × 10	499	1,08	554	14,2	1,18	982	24,4
60 × 5	299	1,05	447	15,0	1,10	748	22,0
60 × 10	599	1,10	640	16,1	1,21	1 118	27,1
80 × 5	399	1,07	675	19,0	1,13	943	27,0

Bảng K.1 (kết thúc)

80 × 10	799	1,13	806	19,7	1,27	1 372	32,0
100 × 5	499	1,10	702	23,3	1,17	1 125	31,8
100 × 10	999	1,17	969	23,5	1,33	1 312	37,1
120 × 10	1 200	1,21	1 131	27,6	1,41	1 859	43,5

Thông số đặc trưng dòng điện cho trong Bảng K.1 phải được đánh giá lại bởi 20 % đối với thanh cái chạy ngang và được bố trí với mặt lớn nhất của chúng nằm ngang hoặc chạy dọc trong quá 2 m.

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị dòng điện làm việc cho trong Bảng K.1 chỉ áp dụng cấu hình thanh quy định cho trước.

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{\kappa \times A} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20^\circ \text{C})]$$

trong đó

P_v là tổn hao công suất trên mét

I là dòng điện làm việc

k_3 là hệ số dịch chuyển dòng điện

κ là độ dẫn của đồng, $\kappa = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \times \text{mm}^2}$

A là tiết diện của thanh đồng

α là hệ số nhiệt của điện trở, $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$

T_c là nhiệt độ của dây dẫn ($^\circ\text{C}$)

Đối với dây dẫn mà việc kiểm tra xác nhận được thực hiện bằng tính toán, nhiệt độ thiết kế của dây dẫn không được lớn hơn 90°C . Các nhiệt độ thanh cái cao hơn có thể được chấp nhận khi chúng được thử nghiệm trước đó trong thiết kế tham chiếu.

CHÚ THÍCH 2: Nhiệt độ thiết kế lớn nhất được đặt ở 90°C để tính đến các thay đổi mà có thể xảy ra trên thực tế do các nhiệt độ làm việc của thiết bị cụ thể.

Các dòng điện làm việc có thể được chuyển đổi đối với các nhiệt độ không khí môi trường bên trong cụm lắp ráp và/hoặc đối với nhiệt độ dây dẫn 90°C bằng cách nhân các giá trị của Bảng K.1 với hệ số k_4 từ Bảng K.2. Khi đó các tổn hao công suất phải được tính bằng cách sử dụng công thức cho ở trên một cách tương ứng.

Bảng K.2 – Hệ số k_4 dùng cho các nhiệt độ khác của không khí bên trong cụm lắp ráp và/hoặc dùng cho ruột dẫn

Nhiệt độ không khí bên trong vỏ bọc xung quanh dây dẫn °C	Hệ số k_4	
	Nhiệt độ dây dẫn 70 °C	Nhiệt độ dây dẫn 90 °C
20	2,08	2,49
25	1,94	2,37
30	1,82	2,26
35	1,69	2,14
40	1,54	2,03
45	1,35	1,91
50	1,18	1,77
55	1,00	1,62
60	0,77	1,48

Phải lưu ý rằng, tùy thuộc vào thiết kế của cụm lắp ráp, có thể xảy ra các nhiệt độ môi trường và dây dẫn hoàn toàn khác, đặc biệt với dòng điện làm việc cao hơn.

Việc kiểm tra xác nhận của độ tăng nhiệt thực trong các điều kiện này phải được xác định bằng thử nghiệm. Tổn hao công suất khi đó có thể được tính bằng phương pháp tương tự như được sử dụng trong Bảng K.2.

CHÚ THÍCH 3: Ở các dòng điện cao hơn, tổn hao dòng điện xoáy bổ sung có thể đáng kể. Các tổn hao này chưa được đưa vào trong các giá trị của Bảng K.1.

CHÚ THÍCH 4: Ví dụ xác định đoạn dây dẫn.

Các tham số:

- thông số đặc trưng của dòng điện yêu cầu của mạch điện thanh cái là 200 A;
- nhiệt độ không khí bên trong vỏ bọc là 60 °C;
- nhiệt độ dây dẫn cho phép là 90 °C.

Từ Bảng K.1, tiết diện tối thiểu của thanh cái trên cơ sở dòng điện 200 A (vì thanh cái không phải là một phần của khối (mạch) chức năng, không yêu cầu dây dẫn có thông số đặc trưng 125 % dòng điện danh định của mạch điện).

Để tính lại thông số theo nhiệt độ bên trong là 60 °C và nhiệt độ dây dẫn là 90 °C, chia 200 cho 1,48 (từ Bảng K.2). Điều này cho thông số đặc trưng dòng điện tương đương là 135,1 A.

Thông số đặc trưng dòng điện gần nhất (từ Bảng K.1) là 178 A bằng cách sử dụng một thanh có kích thước 20 mm × 5 mm trên mỗi đường dây hoặc 172 A sử dụng hai thanh có kích thước 20 mm × 2 mm trên mỗi đường dây.

Phụ lục L

(tham khảo)

Hướng dẫn kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt**L.1 Quy định chung****L.1.1 Nguyên tắc**

Tất cả các cụm lắp ráp đều phát nhiệt trong vận hành. Cân bằng nhiệt được thiết lập khi khả năng tiêu tán nhiệt bằng nhiệt sinh ra. Nhiệt độ sẽ ổn định ở độ tăng nhiệt cao hơn nhiệt độ không khí môi trường xung quanh cụm lắp ráp. Mục đích của việc kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt là để đảm bảo cân bằng nhiệt ở giá trị mà sẽ không gây ra:

- a) suy giảm chất lượng hoặc lão hóa đáng kể cụm lắp ráp, hoặc
- b) nhiệt quá mức được truyền đến các dây dẫn bên ngoài, ví dụ khả năng vận hành của dây bên ngoài và thiết bị bất kỳ mà chúng được nối đến có thể bị ảnh hưởng, hoặc
- c) người, người vận hành hoặc động vật ở gần cụm lắp ráp bị bỏng trong trường hợp làm việc bình thường.

L.1.2 Thông số đặc trưng dòng điện của cụm lắp ráp**L.1.2.1 Quy định chung**

Một số thông số đặc trưng dòng điện là thiết yếu đối với người sử dụng cụm lắp ráp được khẳng định trong kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt. Xem L.1.2.2. đến L.1.2.5.

L.1.2.2 Dòng điện danh định nhóm của các mạch điện chính (I_{ng})

Trong vận hành bình thường, hầu hết các mạch điện chính trong phạm vi cụm lắp ráp đều mang dòng điện tải. Điều này dẫn đến gia nhiệt qua lại giữa các mạch điện và trong hầu hết các trường hợp, việc giảm khả năng mang dòng so với thông số danh nghĩa của các thiết bị.

Việc giảm khả năng mang dòng được xác định bằng thông số đặc trưng nhóm, nhưng không thể dự đoán với mọi dạng tải thay đổi khi thiết kế cụm lắp ráp, nó chỉ có thể được quy định trong các điều kiện giả định, cụ thể là mang tải liên tục và đồng thời của mạch điện trong phạm vi nhóm quy định bên trong cụm lắp ráp.

Thông số đặc trưng nhóm có thể được ấn định cho các mạch điện đầu vào, thanh cái chính và thanh cái phân phối và các mạch điện đầu ra. Nếu không có hiểu biết đầy đủ về khả năng thay đổi của tải được cấp điện từ cụm lắp ráp thì thông số đặc trưng nhóm của mạch điện đầu ra không nên nhỏ hơn dòng điện thiết kế, I_B , đối với mạch điện như xác định trong bộ tiêu chuẩn TCVN 7447 (IEC 60364).

L.1.2.3 Thông số dòng điện của cụm lắp ráp (I_{NA})

Thông số đặc trưng dòng điện của cụm lắp ráp xác định dòng điện tải lớn nhất mà có thể được cấp nguồn thông qua (các) mạch điện đầu vào và được phân phối thông qua các thanh cái chính. Thông số đặc trưng này có thể được xác định bởi khả năng của (các) mạch điện đầu vào hoặc thanh cái chính.

Dòng điện danh định của cụm lắp ráp, I_{nA} , là giá trị nhỏ hơn của (i) tổng các dòng điện danh định nhóm của các mạch điện đầu vào, và (ii) dòng điện danh định nhóm của các thanh cái chính.

Điều quan trọng là cần lưu ý rằng thông số đặc trưng nhóm của (các) mạch điện đầu vào có thể nhỏ hơn thông số đặc trưng danh nghĩa I_n của thiết bị được sử dụng trong các mạch đầu vào.

L.1.2.4 Dòng điện danh định của mạch điện trong cụm lắp ráp (I_{nc})

Nhà chế tạo có thể công bố dòng điện danh định của các mạch điện đầu ra trong cụm lắp ráp, I_{nc} . Đây là dòng điện mà mạch điện đầu ra có thể cung cấp khi chỉ mạch điện đầu ra được mang tải trong cụm lắp ráp hoặc một ngăn của cụm lắp ráp. Trong các điều kiện này, có các hiệu ứng gia nhiệt tối thiểu từ các mạch điện khác.

Nhìn chung, khi chỉ có một mạch điện đầu ra trong một ngăn, I_{nc} của mạch điện sẽ tối thiểu bằng, nhưng sẽ không lớn hơn nhiều so với giá trị I_{ng} . Khi có một vài mạch điện trong ngăn, I_{nc} có thể cao hơn đáng kể do các ảnh hưởng nhiệt lẫn nhau giữa các mạch điện liền kề.

Việc biết các tải (I_B , thời gian, khoảng thời gian, v.v.) cho phép xác định I_{ng} và I_{nc} . Trong một số trường hợp, đối với dòng điện thiết kế I_B có thể vượt quá I_{ng} . Tuy nhiên, I_B không được lớn hơn I_{nc} .

Khi tải mang dòng điện chu kỳ hoặc thay đổi trong thời gian tương đối ngắn (thời gian ON nhỏ hơn thời gian OFF và thời gian ON lớn nhất là 30 min), dòng điện trạng thái ổn định đương lượng nhiệt có thể có được như nêu chi tiết trong Phụ lục I. Điều này có thể được sử dụng thay vì dòng điện thiết kế I_B để xác định thông số đặc trưng của mạch điện đầu ra yêu cầu.

Dòng điện danh định I_{nc} của mạch điện đầu vào hoặc thanh cái có thể được xác định, nhưng nó không phải giá trị thực tế. Do đó, nó thường được cung cấp bởi nhà chế tạo. Khả năng mang dòng có ích của các mạch điện đầu ra và các thanh cái là các giá trị khi cụm lắp ráp được làm việc ở tải đầy đủ, các dòng điện danh định nhóm I_{ng} .

L.1.2.5 Dòng điện danh định của thiết bị (I_n)

Dòng điện danh định của thiết bị I_n là thông số đặc trưng của thiết bị theo tiêu chuẩn sản phẩm. Nhìn chung, thiết bị được đánh giá lại khi được lắp đặt trong cụm lắp ráp. Các thông số đặc trưng của thiết bị chưa được chứng minh trong các thử nghiệm cụm lắp ráp theo bộ tiêu chuẩn TCVN 13724 (IEC 61439) nhưng thông số đặc trưng của thiết bị I_n và đặc tính bảo vệ kết hợp là quan trọng để đảm bảo bảo vệ đủ cho mạch điện tải.

L.2 Giới hạn độ tăng nhiệt

Nhà chế tạo có trách nhiệm chọn phương pháp thích hợp để kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt.

Tất cả các giới hạn độ tăng nhiệt được cho trong tài liệu này giả thiết rằng cụm lắp ráp sẽ được lắp trong môi trường có nhiệt độ không khí trung bình theo ngày và nhiệt độ không khí đỉnh không vượt quá 35 °C và 40 °C tương ứng.

Tiêu chuẩn này cũng giả thiết tất cả các mạch điện đầu ra trong cụm lắp ráp sẽ không đồng thời mang tải đến dòng điện danh định của nó. Việc thừa nhận tình huống thực tế này được xác định bởi “thông số đặc trưng nhóm” được cung cấp cho mỗi mạch điện đầu ra.

Các giới hạn độ tăng nhiệt trong cụm lắp ráp là trách nhiệm của nhà chế tạo; chúng về cơ bản được xác định dựa trên nhiệt độ làm việc không quá khả năng dài hạn của các vật liệu được sử dụng trong cụm lắp ráp. Tại các giao diện, cụm lắp ráp và các thiết bị bên ngoài ví dụ như đầu nối cáp và các tay cầm thao tác, tiêu chuẩn này xác định các giới hạn độ tăng nhiệt (xem Bảng 6).

Bên trong các biên được xác định trong tiêu chuẩn này, kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt có thể được thực hiện bằng thử nghiệm, so sánh hoặc đánh giá. Xem Hình L.1. Cho phép sử dụng một hoặc một tổ hợp các phương pháp kiểm tra xác nhận được nêu trong tiêu chuẩn này để kiểm tra xác nhận tính năng độ tăng nhiệt của cụm lắp ráp. Điều này cho phép nhà chế tạo chọn phương pháp thích hợp nhất cho cụm lắp ráp, hoặc một phần của cụm lắp ráp, cần xem xét, có tính đến thể tích, cấu trúc, độ linh hoạt của thiết kế, thông số đặc trưng dòng điện và kích cỡ của cụm lắp ráp.

Trong các ứng dụng điển hình liên quan đến một số điều chỉnh thiết kế tiêu chuẩn, có nhiều khả năng sẽ sử dụng nhiều hơn một phương pháp để bao trùm các thành phần khác nhau của thiết kế cụm lắp ráp.

L.3 Thử nghiệm

L.3.1 Quy định chung

Để tránh thử nghiệm không cần thiết, tiêu chuẩn này cung cấp hướng dẫn việc chọn các nhóm khối chức năng có thể so sánh. Khi đó nó nêu chi tiết cách chọn các biến thể quan trọng từ nhóm để thử nghiệm. Quy tắc thiết kế được áp dụng để ấn định các thông số đặc trưng cho các mạch điện khác mà tương đương về nhiệt với biến thể quan trọng đã được thử nghiệm.

Ba lựa chọn kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm được đưa ra trong tiêu chuẩn này.

L.3.2 Phương pháp a) – Kiểm tra xác nhận cụm lắp ráp hoàn chỉnh (10.10.2.3.5)

Nếu một vài hoặc tất cả các mạch điện của cụm lắp ráp được mang tải đồng thời thì cùng một mạch chỉ có thể mang dòng điện danh định nhóm của nó, I_{ng} , (xem 3.8.10.6), do ảnh hưởng nhiệt của các mạch điện khác. Để kiểm tra xác nhận dòng điện danh định nhóm đối với các mạch điện, I_{ng} , bên trong cụm lắp ráp, các thử nghiệm với các mạch điện được mang tải đồng thời là cần thiết (xem L.3.3 Phương pháp b) và L.3.4 Phương pháp c) dưới đây). Nếu nhà chế tạo chọn công bố dòng điện danh định đối với mạch điện, I_{nc} , các thử nghiệm riêng rẽ được tiến hành trên mỗi loại mạch điện đầu ra.

Để tránh số lượng lớn các thử nghiệm mà có thể cần thiết, 10.10.2.3.5 mô tả phương pháp kiểm tra xác nhận ở đó chỉ một thử nghiệm được thực hiện với tải được đặt đồng thời vào tất cả các mạch điện. Vì từng mạch điện đầu ra là chưa được thử nghiệm, I_{ng} chỉ có thể được xác định cho từng mạch điện.

Nếu bộ thử nghiệm các khối chức năng đã được thử nghiệm không có một trong mỗi kiểu khác nhau của mạch điện đầu ra lắp trong cụm lắp ráp, thì các thử nghiệm bổ sung được thực hiện có tính đến các nhóm khác nhau của các mạch điện đầu ra cho đến một trong mỗi kiểu đã được thử nghiệm.

L.3.3 Phương pháp b) – Kiểm tra xác nhận có xét đến các khối chức năng riêng rẽ và cụm lắp ráp hoàn chỉnh (10.10.2.3.6)

Với bố trí thử nghiệm này, mỗi biến thể quan trọng của mạch điện đầu ra được thử nghiệm riêng rẽ để khẳng định dòng điện danh định của nó, và khi đó toàn bộ cụm lắp ráp được thử nghiệm với mạch điện đầu vào được mang tải đến dòng điện danh định nhóm của nó. Các tập thử nghiệm của các mạch điện đầu ra, khi được yêu cầu để phân phối dòng điện đầu vào, được mang tải đến dòng điện danh định nhóm của chúng, I_{ng} . Tập được thử nghiệm cần bao gồm một mạch điện đầu ra của từng biến thể quan trọng được lắp trong cụm lắp ráp. Trong trường hợp không thể, các tập bổ sung được thử nghiệm cho đến khi tất cả các biến thể quan trọng của mạch điện đầu ra đều được xem xét.

Chế độ thử nghiệm này tính đến tải nhóm của các mạch đầu ra mà có khả năng áp dụng trong phần lớn ứng dụng. Tuy nhiên, như chỉ ra trong phương pháp a) ở trên, các kết quả chỉ có thể áp dụng cho bố trí cụ thể của cụm lắp ráp được thử nghiệm.

L.3.4 Phương pháp c) – Kiểm tra xác nhận có xét đến các khối chức năng và các thanh cái chính và thanh cái phân phối riêng rẽ cũng như cụm lắp ráp hoàn chỉnh (10.10.2.3.7)

Phương pháp thử nghiệm cho phép các hệ thống mô đun cần kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt mà không cần thử nghiệm mọi kết hợp có thể có của mạch điện. Các thử nghiệm độ tăng nhiệt được tiến hành riêng rẽ để chứng tỏ thông số đặc trưng của:

- a) thanh cái chính,
- b) thanh cái phân phối,
- c) các khối chức năng (tùy chọn),
- d) cụm lắp ráp hoàn chỉnh.

Để kiểm tra tính năng của toàn bộ cụm lắp ráp, các phương pháp a), b) và c) nêu trên được bổ sung bởi thử nghiệm d) trên cụm lắp ráp đại diện trong đó các mạch điện đầu vào và đầu ra được mang tải đến các dòng điện danh định nhóm của chúng.

Trong khi cách tiếp cận này đòi hỏi nhiều thử nghiệm hơn L.3.2 Phương pháp a) và L.3.3 Phương pháp b) nêu trên, nó có ưu điểm là sẽ kiểm tra xác nhận hệ thống mô đun mà không phải chỉ một bố trí cụ thể của cụm lắp ráp.

L.4 Đánh giá kiểm tra xác nhận

L.4.1 Quy định chung

Các phương pháp khác nhau của việc kiểm tra xác nhận tính năng độ tăng nhiệt bằng tính toán được cho trong tiêu chuẩn này.

L.4.2 Cụm lắp ráp một ngăn có dòng điện danh định (I_{NA}) không quá 630 A

Đây là phương pháp rất đơn giản của việc kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt mà đòi hỏi khẳng định rằng tổn hao công suất tổng của các linh kiện và dây dẫn bên trong cụm lắp ráp không vượt quá khả năng tiêu tán công suất đã biết của vỏ bọc. Phạm vi áp dụng của cách tiếp cận này rất hạn chế và để không có khó khăn với các điểm nóng, tất cả các linh kiện cần được điều chỉnh để giảm xuống còn 80 % thông số đặc trưng dòng điện trong không khí tự do của nó hoặc thấp hơn.

L.4.3 Cụm lắp ráp một ngăn có dòng điện danh định (I_{NA}) không quá 1 600 A

Kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt bằng cách tính toán theo IEC TR 60890:2014 với các biên bổ sung. Phạm vi áp dụng của cách tiếp cận này được giới hạn ở cụm lắp ráp có thông số đặc trưng 1 600 A, các linh kiện cần được điều chỉnh để giảm xuống còn 80 % thông số đặc trưng dòng điện trong không khí tự do của nó hoặc thấp hơn, các vách ngăn nằm ngang cần có tối thiểu 50 % diện tích hở.

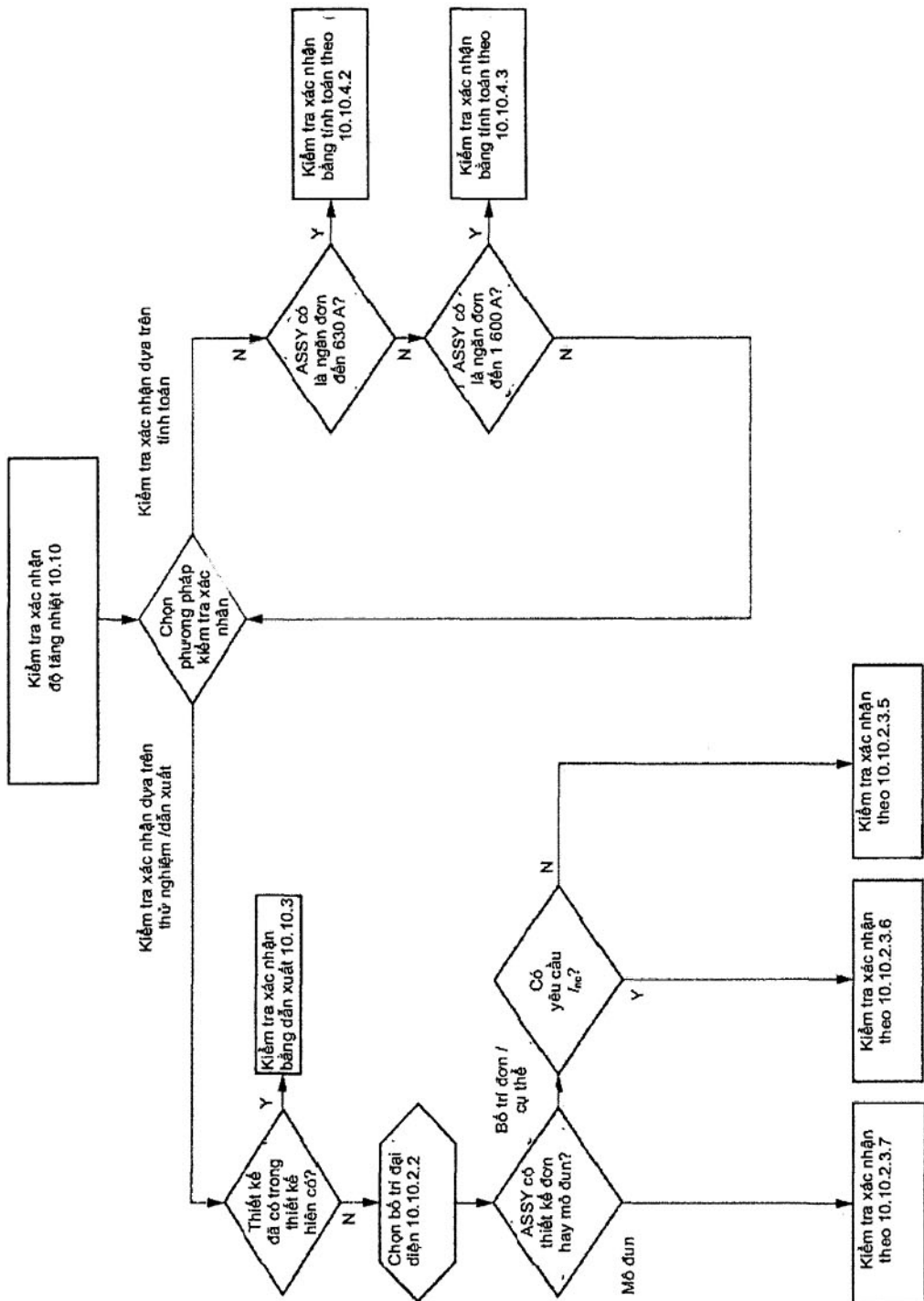
L.5 Kiểm tra xác nhận bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu

Trong một số trường hợp xác định rõ ràng, tiêu chuẩn này cho phép rút ra các thông số đặc trưng từ các biến thể tương tự đã được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm. Ví dụ, nếu thông số đặc trưng dòng điện của thanh cái cán đôi được thiết lập bởi thử nghiệm, cho phép ấn định thông số đặc trưng bằng 50 % của bố trí thử nghiệm cho thanh cái chỉ gồm một lớp cán có cùng chiều rộng và chiều dày như các lớp đã được thử nghiệm, khi tất cả các lưu ý khác là giống nhau.

Thông số đặc trưng của tất cả các mạch thử nghiệm trong nhóm các khối chức năng so sánh được (tất cả các thiết bị phải có kích cỡ khung giống nhau và thuộc cùng một sê ri) có thể được rút ra từ duy nhất một thử nghiệm độ tăng nhiệt trên biến thể quan trọng trong nhóm đó. Ví dụ về điều này có thể là để thử nghiệm áp tô mát đầu ra 250 A danh nghĩa và thiết lập thông số đặc trưng cho nó trong cụm lắp ráp. Khi đó giả thiết các áp tô mát có cỡ khung giống nhau được xem xét và các điều kiện quy định khác được đáp ứng, kiểm tra xác nhận bằng tính toán thông số đặc trưng của áp tô mát 160 A danh nghĩa trong cùng một vỏ bọc.

Liên quan đến độ tăng nhiệt, có các quy tắc thiết kế rất nghiêm ngặt cho phép thay thế thiết bị bằng thiết bị tương tự có sê ri khác hoặc thậm chí được chế tạo khác, mà không đòi hỏi phải thử nghiệm lại. Trong trường hợp này, ngoài bố trí vật lý về cơ bản là giống nhau, tổn hao công suất và độ tăng nhiệt đầu nổi của thiết bị thay thế, khi được thử nghiệm theo tiêu chuẩn sản phẩm của chúng, không được cao hơn của thiết bị ban đầu.

Khi xem xét thay thế thiết bị, tất cả các tiêu chí tính năng khác, cụ thể liên quan đến khả năng ngăn mạch, cần được xem xét và đáp ứng, theo tiêu chuẩn này, trước khi cụm lắp ráp được coi là được kiểm tra xác nhận.

**CHÚ DẪN**

ASSY: cụm lắp ráp

Comp. Ngăn

Hình 1 – Kiểm tra xác nhận độ tăng nhiệt

Phụ lục M

(quy định)

Kiểm tra xác nhận khả năng chịu ngắn mạch của kết cấu thanh cái bằng cách so sánh với thiết kế tham chiếu thông qua tính toán

M.1 Quy định chung

Phụ lục M mô tả phương pháp đánh giá khả năng chịu ngắn mạch của các kết cấu thanh cái của cụm lắp ráp bằng cách so sánh cụm lắp ráp cần đánh giá với cụm lắp ráp đã được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm (xem 10.11.5).

M.2 Thuật ngữ và định nghĩa

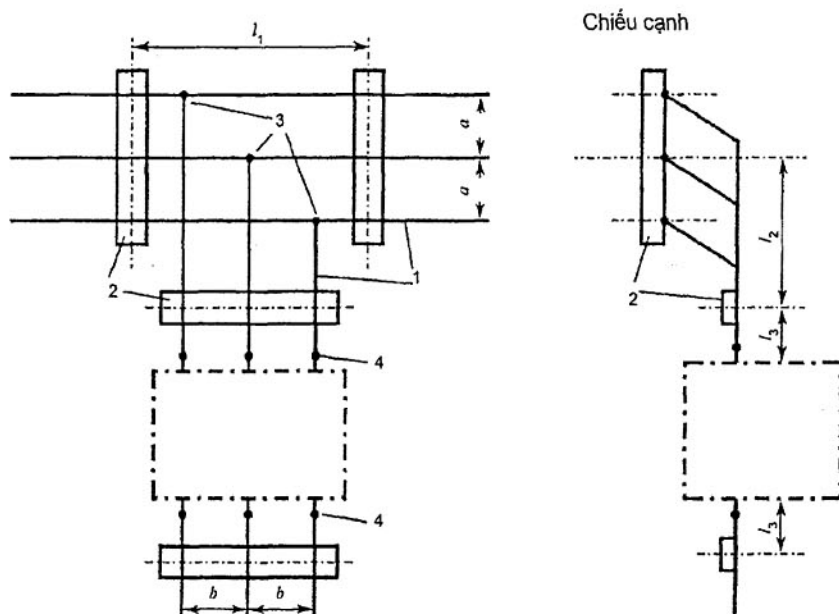
Với mục đích của Phụ lục M, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

M.2.1

Kết cấu thanh cái đã thử nghiệm (tested busbar structure)

TS

Kết cấu mà bố trí và thiết bị của nó đã được ghi lại dưới dạng các bản vẽ, danh mục các phần và bản mô tả trong chứng chỉ thử nghiệm (Hình M.1).

**CHÚ DẪN**

1	Thanh cái	4	Mối nối thiết bị
2	Giá đỡ	a, b, l	Các khoảng cách
3	Mối nối thanh cái		

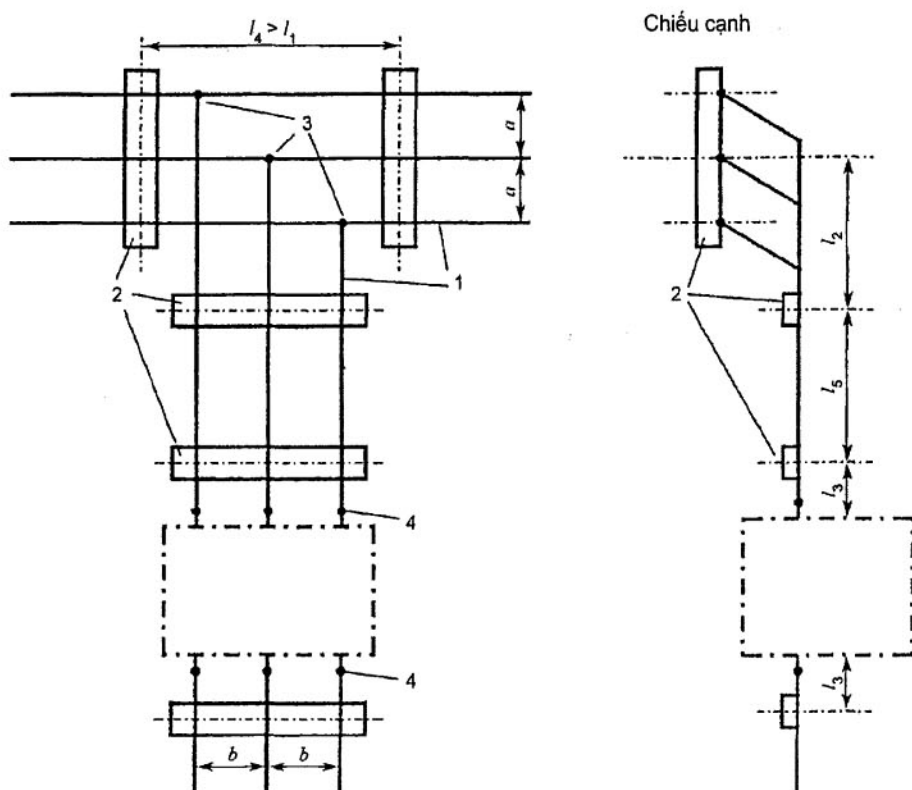
Hình M.1 – Kết cấu thanh cái đã thử nghiệm (TS)

M.2.2

Kết cấu thanh cái chưa thử nghiệm (non tested busbar structure)

NTS

Kết cấu đòi hỏi kiểm tra xác nhận khả năng chịu ngắn mạch (Hình M.2).

**CHÚ DẪN**

1	Thanh cái	4	Mối nối thiết bị
2	Giá đỡ	a, b, l	Các khoảng cách
3	Mối nối thanh cái		

Hình M.2 – Kết cấu thanh cái chưa thử nghiệm (NTS)

M.3 Phương pháp kiểm tra xác nhận

Khả năng chịu ngắn mạch của kết cấu thanh cái dẫn xuất, tức là NTS, được kiểm tra từ kết cấu thanh cái đã kiểm tra (TS) bằng cách áp dụng các tính toán theo IEC 60685-1:2011 cho cả hai kết cấu. Khả năng chịu ngắn mạch của NTS được coi là đã được kiểm tra xác nhận nếu các tính toán cho thấy rằng NTS không phải chịu các ứng suất cơ và nhiệt cao hơn kết cấu đã thử nghiệm.

M.4 Điều kiện áp dụng

M.4.1 Quy định chung

Sự thay đổi tham số, ví dụ khe hở không khí thanh cái, tiết diện thanh cái và cấu hình thanh cái, chỉ được phép trong chừng mức tuân thủ các điều kiện trong M.4.2 đến M.4.7 dưới đây.

M.4.2 Dòng điện ngắn mạch đỉnh

Dòng điện ngắn mạch đỉnh chỉ cho phép thay đổi đến các giá trị thấp hơn.

M.4.3 Khả năng chịu ngắn mạch do nhiệt

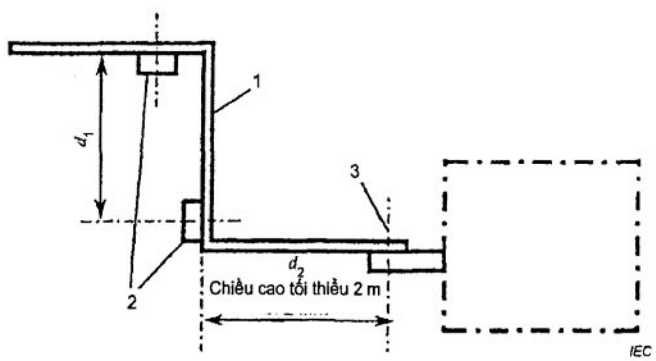
Khả năng chịu ngắn mạch do nhiệt của NTS phải được kiểm tra bằng cách tính toán theo IEC 60865-1:2011. Độ tăng nhiệt tính được của NTS không được lớn hơn của TS.

M.4.4 Giá đỡ thanh cái

Sự thay đổi vật liệu hoặc hình dạng của giá đỡ được lấy từ cụm lắp ráp được kiểm tra bằng thử nghiệm là không được phép. Tuy nhiên, cho phép sử dụng các giá đỡ khác nhưng chúng phải được thử nghiệm trước đối với độ bền cơ cần thiết với thử nghiệm ngắn mạch trong bố trí đại diện.

M.4.6 Các cấu hình thanh cái dạng góc

IEC 60865-1:2011 chỉ áp dụng cho các cấu hình thanh cái dạng thẳng. Các cấu hình thanh cái dạng góc có thể được xem xét dưới dạng một loạt các cấu hình thẳng khi các giá đỡ được đặt ở các góc (xem Hình M.3).



CHÚ DẪN

1	Thanh cái	3	Mối nối thiết bị
2	Giá đỡ	d	Các khoảng cách giữa các giá đỡ

Hình M.3 – Cấu hình thanh cái dạng góc có các giá đỡ ở các góc

M.4.7 Tính toán đặc biệt liên quan đến dao động của dây dẫn

Để tính toán phù hợp với IEC 60865-1:2011 về kết cấu đã được thử nghiệm (TS), phải áp dụng các giá trị của các hệ số V_{σ} , $V_{\sigma s}$, V_F dưới đây:

$$V_{\sigma} = V_{\sigma s} = V_F = 1,0$$

trong đó

V_{σ} Tỷ số giữa ứng suất động và tĩnh của dây dẫn chính

$V_{\sigma s}$ Tỷ số giữa ứng suất động và tĩnh của dây dẫn phụ

V_F Tỷ số giữa lực động và tĩnh lên giá đỡ

Đối với NTS:

$V_{\sigma} = V_{\sigma s} = 1,0$ và

V_F có được từ các tính toán theo IEC 60865-1:2011, nhưng $V_F \leq 1,0$ cần được thay bằng $V_F = 1,0$.

Phụ lục N

(tham khảo)

Danh mục các lưu ý liên quan đến một số quốc gia

Điều	Nội dung
3.1.14	Ở Nga, thuật ngữ “dây dẫn đường dây” được định nghĩa khác: Dây dẫn đường dây (line conductor) Dây dẫn được cấp điện trong điều kiện bình thường và được sử dụng để truyền tải điện năng nhưng không phải dây trung tính hay dây điểm giữa.
3.1.14	Ở Nga, áp dụng định nghĩa sau: Dây dẫn nối đất (earth line conductor) LE Dây dẫn của đường dây có mỗi nối điện với đất cục bộ.
3.1.14	Ở Nga, áp dụng định nghĩa sau: Dây dẫn pha (phase conductor) Dây dẫn của đường dây được sử dụng trong mạch điện xoay chiều.
3.1.14	Ở Nga, áp dụng định nghĩa sau: Dây dẫn cực (pole conductor) Dây dẫn của đường dây được sử dụng trong mạch điện một chiều.
3.4.11	Ở Nga, thuật ngữ “tấm chắn bảo vệ về điện” được định nghĩa khác: Tấm chắn bảo vệ về điện ((electrically) protective barrier) Phần cung cấp bảo vệ chống tiếp xúc với phần mang điện nguy hiểm từ hướng tiếp cận bất kỳ.
3.4.12	Ở Nga, thuật ngữ “chướng ngại vật bảo vệ về điện” được định nghĩa khác: Chướng ngại vật bảo vệ về điện ((electrically) protective obstacle) Phần cung cấp bảo vệ chống tiếp xúc với phần mang điện nguy hiểm nhưng không ngăn ngừa tiếp xúc bởi một hành động có chủ ý.
3.7	Ở Nga, thuật ngữ “sự cố chạm đất” được định nghĩa: Sự cố chạm đất (earth fault) Sự xuất hiện tuyến dẫn điện ngẫu nhiên giữa phần mang điện và đất hoặc phần dẫn điện để hở, hoặc phần dẫn điện bên ngoài, hoặc dây bảo vệ.
3.7.1	Bổ sung sau chú thích 1:

Điều	Nội dung
	CHÚ THÍCH 2: Ở Na Uy, trung tính được yêu cầu đóng cắt để cách ly, và việc ngắt trung tính cũng có thể cần thiết để bảo vệ chống quá dòng.
3.7.3	Ở Nga, thuật ngữ “phần dẫn điện để hở” được định nghĩa khác: Phần dẫn điện để hở (exposed-conductive-part) Phần dẫn điện của thiết bị, có thể được chạm tới và không mang điện trong điều kiện bình thường, nhưng có thể trở nên mang điện khi hỏng cách điện chính.
3.7.4	Ở Nga, thuật ngữ “dây bảo vệ” được định nghĩa khác: Dây bảo vệ (protective conductor) PE Dây dẫn được cung cấp cho mục đích án toàn điện, ví dụ bảo vệ chống điện giật.
3.7.5	Ở Nga, thuật ngữ “dây trung tính” được định nghĩa khác: Dây trung tính (neutral conductor) N Dây dẫn được nối điện với trung tính và được sử dụng để truyền tải điện năng.
3.7.7	Ở Nga, thuật ngữ “dòng điện sự cố chạm đất” được định nghĩa khác: Dòng điện sự cố chạm đất (earth-fault current) Dòng điện chạy xuống đất, phần dẫn điện để hở, phần dẫn điện bên ngoài hoặc dây bảo vệ do sự cố cách điện của phần mang điện.
3.7.8	Ở Nga, thuật ngữ “bảo vệ cơ bản” được định nghĩa khác: Bảo vệ cơ bản (basic protection) Bảo vệ chống điện giật trong điều kiện bình thường.
3.7.9	Ở Nga, thuật ngữ “cách điện chính” được định nghĩa khác: Cách điện chính (basic insulation) Cách điện của các phần mang điện cung cấp bảo vệ cơ bản.
3.7.11	Ở Nga, thuật ngữ “hệ thống điện hạ áp cực thấp bảo vệ” được định nghĩa khác: Hệ thống điện hạ áp cực thấp bảo vệ (PELV system) Hệ thống điện trong đó điện áp không thể vượt quá giá trị điện áp cực thấp: – trong điều kiện bình thường, và – trong điều kiện sự cố đơn, kể cả sự cố chạm đất trong các mạch điện khác.
3.7.12	Ở Nga, thuật ngữ “hệ thống điện hạ áp cực thấp an toàn” được định nghĩa khác: Hệ thống điện hạ áp cực thấp an toàn (SELV system)

Điều	Nội dung
	Hệ thống điện trong đó điện áp không thể vượt quá giá trị điện áp cực thấp: – trong điều kiện bình thường, và – trong điều kiện sự cố đơn, kể cả sự cố chạm đất trong các mạch điện khác.
3.7.18	Ở Nga, thuật ngữ “dây điểm giữa” được định nghĩa khác: Dây điểm giữa (M) Dây dẫn được nối điện với phần mang điện ở giữa của hệ thống điện một chiều và được sử dụng để truyền tải điện năng.
3.7.24	Ở Nga, thuật ngữ “thiết bị cấp I” được định nghĩa khác: Thiết bị cấp I Thiết bị điện trong đó cách điện chính được sử dụng làm trang bị bảo vệ cho bảo vệ cơ bản, liên kết bảo vệ được sử dụng làm trang bị bảo vệ cho bảo vệ sự cố. CHÚ THÍCH: Liên kết bảo vệ là mối nối điện giữa phần dẫn điện để hở của thiết bị điện cấp I với dây bảo vệ.
3.7.25	Ở Nga, thuật ngữ “thiết bị cấp II” được định nghĩa khác: Thiết bị cấp II Thiết bị điện trong đó cách điện chính được sử dụng làm trang bị bảo vệ cho bảo vệ cơ bản, cách điện phụ được sử dụng làm trang bị bảo vệ cho bảo vệ sự cố, hoặc trong đó bảo vệ cơ bản và bảo vệ sự cố được cung cấp bởi cách điện tăng cường.
3.8.6	Ở Nga, thuật ngữ “dòng điện ngắn mạch” được định nghĩa khác: Dòng điện ngắn mạch Quá dòng trong mạch điện do ngắn mạch.
3.10.2	Bổ sung chú thích sau: CHÚ THÍCH 2: Ở Anh, khi một đơn vị lắp đặt cụm lắp ráp hoàn thiện cụm lắp ráp cuối cùng tại hiện trường bằng cách lắp đặt thiết bị tuân thủ theo hướng dẫn của nhà chế tạo cụm lắp ráp, họ không nhất thiết được coi là nhà chế tạo cụm lắp ráp.
3.10.2	Bổ sung chú thích: CHÚ THÍCH 3: Ở Châu Âu, nhà chế tạo cụm lắp ráp được xác định là nhà chế tạo trong các Chỉ thị liên quan, ví dụ Chỉ thị điện áp thấp, Chỉ thị EMC.
5.4	Bổ sung chú thích sau đoạn cuối cùng: CHÚ THÍCH 3: Ở Na Uy, bảo vệ quá tải của dây dẫn không được chỉ dựa trên việc sử dụng hệ số đa dạng của các mạch điện phía tải.

Điều	Nội dung															
6.1	Bổ sung chú thích 2 sau chú thích: CHÚ THÍCH 2: Ở Na Uy, điều kiện khí hậu khác với quy định trong tiêu chuẩn này (xem 7.1.1) và cụm lắp ráp không được thiết kế cho vị trí cố định.															
7.1.1	Bổ sung chú thích sau: CHÚ THÍCH: Ở Na Uy, cụm lắp ráp thích hợp cho làm việc bình thường ở nhiệt độ không khí môi trường thấp hơn -25 °C cũng phải phù hợp với yêu cầu của tiêu chuẩn này.															
8.2.2	Bổ sung nội dung sau sau đoạn đầu tiên: Ở Mỹ, Canada và Mexico, tên gọi loại vỏ bọc được sử dụng để quy định "cấp bảo vệ" được cung cấp cho cụm lắp ráp. Đối với các ứng dụng ở Mỹ, tên gọi loại vỏ bọc thích hợp cần được sử dụng như quy định trong NEMA 250. Đối với các ứng dụng ở Canada, tên gọi loại vỏ bọc thích hợp cần được sử dụng như quy định trong tiêu chuẩn CSA C22.2 No. 94.1 và 94.2. Đối với các ứng dụng ở Mexico, tên gọi loại vỏ bọc thích hợp cần được sử dụng như quy định trong NMX-J-235/1-ANCE and NMX-J-235/2-ANCE.															
8.3.1	Bổ sung nội dung sau: Ở Mỹ và Mexico, Quy phạm lắp đặt điện quốc gia được sử dụng để quy định độ tăng nhiệt lớn nhất. Ở Mỹ, áp dụng NFPA 70, Khoản 110.14C. Ở Mexico, áp dụng NOM-001-SEDE. Đối với các ứng dụng này, độ tăng nhiệt phải được chọn bằng cách sử dụng các giá trị cho dưới đây. Ở Canada, độ tăng nhiệt lớn nhất được quy định trong Quy phạm lắp đặt điện Canada, Phần 2: Tiêu chuẩn an toàn sản phẩm. Khe hở không khí và chiều dài đường rò nhỏ nhất ở khu vực Bắc Mỹ được cho trong Bảng 1 và Bảng 2 tương ứng. Bảng 1 – Khe hở không khí nhỏ nhất trong không khí <table><tr><th>Điện áp làm việc danh định</th><th colspan="2">Khe hở không khí nhỏ nhất mm</th></tr><tr><th>V</th><th>Pha – pha</th><th>Pha – đất</th></tr><tr><td>(150)^a 125 hoặc nhỏ hơn</td><td>12,7</td><td>12,7</td></tr><tr><td>(151)^a 126 đến 250</td><td>19,1</td><td>12,7</td></tr><tr><td>251 đến 600</td><td>25,4</td><td>25,4</td></tr></table> ^a Giá trị trong ngoặc được áp dụng ở Mexico.	Điện áp làm việc danh định	Khe hở không khí nhỏ nhất mm		V	Pha – pha	Pha – đất	(150) ^a 125 hoặc nhỏ hơn	12,7	12,7	(151) ^a 126 đến 250	19,1	12,7	251 đến 600	25,4	25,4
Điện áp làm việc danh định	Khe hở không khí nhỏ nhất mm															
V	Pha – pha	Pha – đất														
(150) ^a 125 hoặc nhỏ hơn	12,7	12,7														
(151) ^a 126 đến 250	19,1	12,7														
251 đến 600	25,4	25,4														

Điều	Nội dung		
	Bảng 2 – Chiều dài đường rò nhỏ nhất		
	Điện áp làm việc danh định	Khe hở không khí nhỏ nhất mm	
	V	Pha – pha	Pha – đất
	(150) ^a 125 hoặc nhỏ hơn	19,1	12,7
	(151) ^a 126 đến 250	31,8	12,7
	251 đến 600	50,8	25,4
	^a Giá trị trong ngoặc được áp dụng ở Mexico.		
	Bảng này chưa phải danh mục liệt kê đầy đủ và toàn diện của tất cả các quy định cho thị trường Bắc Mỹ.		
8.4.2.3	Bổ sung chú thích sau vào sau điểm b): CHÚ THÍCH: Ở Na Uy, dây trung tính phải được cách ly và đóng cắt.		
8.4.3.1	Bổ sung chú thích sau vào sau điểm b): CHÚ THÍCH: Ở Hà Lan, cho phép sử dụng thiết bị bảo vệ quá dòng đối với hệ thống TT.		
8.6.6	Bổ sung chú thích sau vào sau đoạn cuối cùng: CHÚ THÍCH: Ở Mỹ, Úc, Nam Phi và Hàn Quốc, yêu cầu các màu khác dùng cho dây trung tính.		
8.8	Bổ sung chú thích dưới đây sau đoạn thứ năm: Ở Mỹ và Mexico, Quy phạm lắp đặt điện quốc gia được sử dụng để xác định yêu cầu về khoảng cách uốn nhỏ nhất của dây. Ở Mỹ, áp dụng NFPA 70, Khoản 312. Ở Mexico, áp dụng NOM-001-SEDE. Ở Canada, khoảng cách sợi dây và khoảng cách uốn của sợi dây được quy định trong Quy phạm lắp đặt điện Canada, Phần 2, C22.2 No. 012, khoảng cách sợi dây và khoảng cách uốn của sợi dây trong các vỏ bọc dùng cho thiết bị có thông số danh định 750 V hoặc nhỏ hơn.		
9.2	Bổ sung nội dung sau: Ở Mỹ và Mexico, Quy phạm lắp đặt điện quốc gia được sử dụng để quy định độ tăng nhiệt lớn nhất. Ở Mỹ, áp dụng NFPA 70, Khoản 110.14C. Ở Mexico, áp dụng NOM-001-SEDE. Đối với các ứng dụng này, độ tăng nhiệt phải được chọn bằng cách sử dụng các giá trị cho dưới đây. Ở Canada, độ tăng nhiệt lớn nhất được quy định trong Quy phạm lắp đặt điện Canada, Phần 2: Tiêu chuẩn an toàn sản phẩm.		

Điều	Nội dung												
	Các giá trị này dựa trên độ tăng nhiệt cho phép đối với các thiết bị được nối (bộ nối dây, cáp, aptômát, v.v.). Để duy trì hoạt động đúng và an toàn của toàn bộ hệ thống điện, các giá trị này phải được tính đến. Bảng 3 – Giới hạn độ tăng nhiệt ở Bắc Mỹ <table border="1" data-bbox="294 451 1172 897"> <thead> <tr> <th data-bbox="294 451 734 536">Các phần của cụm lắp ráp</th><th data-bbox="734 451 1172 536">Độ tăng nhiệt K</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="294 536 734 586">Thanh cái không phủ</td><td data-bbox="734 536 1172 586">50</td></tr> <tr> <td data-bbox="294 586 734 637">Thanh cái có phủ</td><td data-bbox="734 586 1172 637">65</td></tr> <tr> <td data-bbox="294 637 734 677">Đầu nối không được đề cập dưới đây</td><td data-bbox="734 637 1172 677">50</td></tr> <tr> <td data-bbox="294 677 734 772">Đầu nối dùng cho thiết bị được ghi nhãn dùng cho dây dẫn 90 °C dựa trên khả năng mang dòng 75 °C</td><td data-bbox="734 677 1172 772">60</td></tr> <tr> <td data-bbox="294 772 734 897">Đầu nối dùng cho thiết bị có thông số đặc trưng 110 A hoặc nhỏ hơn, nếu được ghi nhãn để sử dụng với các dây dẫn 75 °C</td><td data-bbox="734 772 1172 897">65</td></tr> </tbody> </table>	Các phần của cụm lắp ráp	Độ tăng nhiệt K	Thanh cái không phủ	50	Thanh cái có phủ	65	Đầu nối không được đề cập dưới đây	50	Đầu nối dùng cho thiết bị được ghi nhãn dùng cho dây dẫn 90 °C dựa trên khả năng mang dòng 75 °C	60	Đầu nối dùng cho thiết bị có thông số đặc trưng 110 A hoặc nhỏ hơn, nếu được ghi nhãn để sử dụng với các dây dẫn 75 °C	65
Các phần của cụm lắp ráp	Độ tăng nhiệt K												
Thanh cái không phủ	50												
Thanh cái có phủ	65												
Đầu nối không được đề cập dưới đây	50												
Đầu nối dùng cho thiết bị được ghi nhãn dùng cho dây dẫn 90 °C dựa trên khả năng mang dòng 75 °C	60												
Đầu nối dùng cho thiết bị có thông số đặc trưng 110 A hoặc nhỏ hơn, nếu được ghi nhãn để sử dụng với các dây dẫn 75 °C	65												
10.10.3.5	Bổ sung chú thích sau và sau đoạn cuối cùng: CHÚ THÍCH: Ở CO, AU và NZ, các thiết bị tương tự từ nhà chế tạo khác có thể được thay thế nếu các điều kiện của điều này được đáp ứng và thông số đặc trưng của thiết bị không quá 3 150 A.												
10.10.3.5	Bổ sung chú thích sau và sau đoạn cuối cùng: CHÚ THÍCH: Ở Mỹ, thiết bị trong mạch điện có dòng điện danh định I_{nc} không vượt quá 1 200 A có thể được xem xét để thay thế.												
10.10.3.5	Bổ sung chú thích sau và sau đoạn cuối cùng: CHÚ THÍCH: Ở Mỹ, kích thước riêng rẽ và kích thước tổng thể của thiết bị thay thế, chiều cao × chiều rộng × chiều sâu, không được vượt quá 110 % thiết bị ban đầu. Ngoài ra, khi thiết bị thay thế được lắp như thiết kế trong cụm lắp ráp, khoảng cách đến các thiết bị liền kề không được nhỏ hơn 90 % khoảng cách đối với thiết bị ban đầu.												
10.10.3.5	Bổ sung chú thích sau và sau đoạn cuối cùng: CHÚ THÍCH: Ở Italia, giá trị độ tăng nhiệt của đầu nối thiết bị (khi được thử nghiệm theo tiêu chuẩn sản phẩm liên quan) không có ý nghĩa để xác định nếu có thể thay thế, với điều kiện cả hai thiết bị đáp ứng các yêu cầu trong tiêu chuẩn sản phẩm.												
10.11.5.4	Bổ sung chú thích sau vào sau điểm b): CHÚ THÍCH: Ở Nam Phi (ZA), tiêu chuẩn quốc gia SANS 10142-1 về đi dây trong toà nhà, Phần 1: Hệ thống điện hạ áp, yêu cầu điện áp nguồn có thể bằng 1,1 lần điện áp danh nghĩa trong đó các điện áp làm việc đến và bằng 525 V.												

Điều	Nội dung
10.11.5.6.1	Bổ sung chú thích sau vào cuối điều này: CHÚ THÍCH: Ở Nam Phi (ZA), sự thăng giáng điện áp cho phép đòi hỏi điện áp thử nghiệm bằng 1,1 lần điện áp danh nghĩa.
Bảng 6	Bổ sung chú thích sau vào chú thích cuối trang b: CHÚ THÍCH: Ở Anh (UK), trường hợp dây dẫn của hệ thống lắp đặt làm việc ở nhiệt độ vượt quá 70 °C, phải chắc chắn rằng thiết bị được nối với dây dẫn là thích hợp cho nhiệt độ tạo ra ở đầu nối này. Xem TCVN 7447-5-52: 2010 (TCVN 7447 (IEC 60364)-5-51:2009), Bảng 5.2.1. Các dây dẫn mạch điện có nhiệt độ làm việc vượt quá 70 °C không được nối với các cụm lắp ráp được chế tạo theo tiêu chuẩn trong bộ tiêu chuẩn này trừ khi (các) mạch điện đang xét được thoả thuận và ghi lại bởi nhà chế tạo trong tài liệu của cụm lắp ráp rằng yêu cầu trên được kiểm tra xác nhận bằng thử nghiệm.
Bảng 13	Thay nội dung ở hạng mục số 6, đoạn thử nhất bằng chú thích sau: CHÚ THÍCH: Ở Na Uy, nếu thiết bị bảo vệ ngắn mạch không tương đương, chúng phải: – có khả năng cắt không nhỏ hơn thông số đặc trưng ngắn mạch của cụm lắp ráp ở điện áp làm việc danh định của cụm lắp ráp, và – trường hợp thiết bị bảo vệ giới hạn dòng có dòng điện cho qua đỉnh và năng lượng cho qua bằng hoặc nhỏ hơn thiết kế tham chiếu ở thông số đặc trưng ngắn mạch và điện áp làm việc danh định của cụm lắp ráp, và – trong trường hợp thiết bị không hạn chế dòng điện có dòng điện chịu thử ngắn hạn danh định I_{cw} bằng hoặc lớn hơn thiết kế tham chiếu, và – có tiêu tán nhiệt nhỏ hơn hoặc bằng giá trị của thiết kế tham chiếu khi được đặt dòng điện ứng với khả năng cắt danh định của thiết bị, và – đáp ứng các yêu cầu của phối hợp với thiết bị về phía nguồn và phía tải (xem 9.3.4), nếu có yêu cầu, và – có bố trí tương tự như trong thiết kế tham chiếu.
Bảng 13	Bổ sung vào hạng mục số 6 lưu ý sau: LƯU Ý Ở Colombia (CO), Nam Phi (ZA), Singapore (SG), Úc (AU) và New Zealand (NZ), các thiết bị bảo vệ ngắn mạch từ nhà chế tạo khác có thể được thay thế nếu các điều kiện của Bảng 13 chú thích cuối trang a được đáp ứng và thiết bị thay thế có các đặc tính giới hạn (I^2t, I_{pk}) bằng hoặc tốt hơn thiết bị thiết bị được thay thế đã được kiểm tra xác nhận.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IEC 60038:2009, *IEC standard voltages* (Điện áp tiêu chuẩn)
- [2] IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 151: Thiết bị điện và từ)
IEC 60050-151:2001/AMD1:2013
IEC 60050-151:2001/AMD2:2014
IEC 60050-151:2001/AMD3:2019
- [3] IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 161: Tương thích điện từ)
- [4] IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 195: Nối đất và bảo vệ chống điện giật)
- [5] IEC 60050-426:2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 426: Equipment for explosive atmospheres* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 426: Thiết bị dùng cho khí quyển nổ)
- [6] IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 441: Thiết bị đóng cắt, điều khiển và cầu chảy)
- [7] IEC 60050-442:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 442: Electrical accessories* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 442: Khí cụ điện)
- [8] IEC 60050-581:2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 581: Linh kiện điện cơ dùng cho thiết bị điện tử)
- [9] IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 601: Phát, truyền tải và phân phối điện – Quy định chung)
- [10] IEC 60050-614:2016, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 614: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 614: Phát, truyền tải và phân phối điện – Hoạt động)
- [11] IEC 60050-826:2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826: Electrical installations* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 826: Hệ thống lắp đặt điện)

[12] IEC 60050-851:2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 851: Electric welding* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 851: Hàn điện)

[13] IEC 60092 (tất cả các phần), *Electrical installations in ships* (Hệ thống lắp đặt điện trên tàu thủy)

[14] IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials* (Phương pháp xác định chỉ số phóng điện đánh thủng và chỉ số phóng điện so sánh của vật liệu cách điện rắn)

IEC 60112:2003/AMD1:2009

[15] IEC 60204 (tất cả các phần), *Safety of machinery – Electrical equipment of machines* (An toàn máy – Thiết bị điện của máy)

[16] TCVN 12669-1:2020 (IEC 60204-1:2016), *An toàn máy – Thiết bị điện của máy – Phần 1: Yêu cầu chung*

[17] IEC 60216 (tất cả các phần), *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties* (Vật liệu cách điện – Đặc tính độ bền nhiệt)

[18] IEC 60227-3:1993, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring* (Cáp cách điện bằng polyvinyl clorua có điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 3: Cáp không vỏ bọc dùng cho đi dây cố định)

IEC 60227-3:1993/AMD1:1997

[19] IEC 60227-4:1992, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 4: Sheathed cables for fixed wiring* (Cáp cách điện bằng polyvinyl clorua có điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 4: Cáp có vỏ bọc dùng cho đi dây cố định)

IEC 60227-4:1992/AMD1:1997

[20] IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables* (Dây dẫn của cáp cách điện)

[21] IEC 60245-3:1994, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 3: Heat resistant silicone insulated cables* (Cáp cách điện bằng cao su – Điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 3: Cáp cách điện bằng silicone chịu nhiệt)

[22] IEC 60245-4:2011, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 4: Cords and flexible cables* (Cáp cách điện bằng cao su – Điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 4: Dây và cáp mềm)

[23] IEC 60269-2, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to K* (Cầu chảy hạ áp – Phần 2: Yêu cầu bổ sung đối với các cầu chảy được sử dụng bởi người được uỷ quyền (cầu chảy chủ yếu dùng cho ứng dụng công nghiệp))

[24] IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances* (Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 4-44: Bảo vệ an toàn – Bảo vệ chống các nhiễu điện áp và nhiễu điện từ)

IEC 60364-4-44:2007/AMD1:2015

IEC 60364-4-44:2007/AMD2:2018

[25] IEC 60364-5-53:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control* (Hệ thống lắp đặt điện trong các toà nhà – Phần 5-53: Chọn và lắp đặt thiết bị điện – Cách ly, đóng cắt và điều khiển)

IEC 60364-5-53:2001/AMD1:2002

IEC 60364-5-53:2001/AMD2:2015

[26] IEC 60364-5-54:2011, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors* (Hệ thống lắp đặt điện trong các toà nhà – Phần 5-54: Chọn và lắp đặt thiết bị điện – Bố trí nối đất và dây dẫn bảo vệ)

[27] IEC 60364-5-55:2011, *Electrical installations of buildings – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment* (Hệ thống lắp đặt điện trong các toà nhà – Phần 5-55: Chọn và lắp đặt thiết bị điện – Thiết bị khác)

IEC 60364-5-55:2011/AMD1:2012

IEC 60364-5-55:2011/AMD2:2016

[28] IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (Ký hiệu bằng hình vẽ trên thiết bị) (available at <http://www.graphicalsymbols.info/equipment>)

[29] IEC 60502-1:2004, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)* (Cáp điện có cách điện dạng đùn và phụ kiện cáp điện dùng cho điện áp danh định từ 1kV ($U_m=1,2$ kV) đến 30kV ($U_m=36$ kV) – Phần 1: Cáp dùng cho điện áp danh định bằng 1kV ($U_m=1,2$ kV) và 3kV ($U_m=3,6$ kV))

IEC 60502-1: 2004/AMD1: 2009

[30] TCVN 10884-1:2015 (IEC 60664-1:2007), *Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp – Phần 1: Nguyên tắc, yêu cầu và thử nghiệm*

[31] IEC TR 60664-2-1:2011, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 2-1: Application guide – Explanation of the application of the IEC 60664 series, dimensioning examples and dielectric testing* (Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp – Phần 2-1: Hướng dẫn áp dụng – Giải thích việc áp dụng bộ tiêu chuẩn IEC 60664, ví dụ về xác định kích thước và thử nghiệm điện môi)

[32] IEC 60695-11-5:2016, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance* (Thử nghiệm nguy cơ cháy. Phần 11-5: Ngọn lửa thử nghiệm - Phương pháp thử bằng ngọn lửa hình kim – Thiết bị, bố trí thử nghiệm xác nhận và hướng dẫn)

[33] IEC 60721-3-3:2019, *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weatherprotected locations* (Phân loại điều kiện môi trường – Phần 3-3: Phân loại theo nhóm các tham số môi trường và độ khắc nghiệt - Sử dụng tĩnh tại ở vị trí được bảo vệ khỏi thời tiết)

[34] IEC 60724:2000, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)* (Giới hạn nhiệt độ ngắn mạch của cáp điện có điện áp danh định bằng 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) đến 3 kV ($U_m = 3,6$ kV))

IEC 60724:2000/AMD1:2008

[35] IEC 60947 (tất cả các phần), *Low-voltage switchgear and controlgear* (Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp)

[36] IEC 60947-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules* (Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 1: Quy tắc chung)

[37] TCVN 6592-2 (IEC 60947-2), *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers* (Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 2: Áptômát)

[38] IEC 60947-7-2:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-2: Ancillary equipment – Protective conductor terminal blocks for copper conductors* (Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Phần 7-2: Khối đầu nối dây bảo vệ dùng cho các dây dẫn bằng đồng)

[39] IEC 61000-2-2:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public lowvoltage power supply systems* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 2-2: Môi trường – Mức tương thích đối với các nhiễu dẫn tần số thấp và báo hiệu trong hệ thống cấp điện hạ áp công cộng)

IEC 61000-2-2:2002/AMD1:2017

IEC 61000-2-2:2002/AMD2:2018

[40] IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low-frequency immunity tests* (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 4-13: Thử nghiệm và kỹ thuật đo – Hàm và hàm trung gian bao gồm cả tín hiệu nguồn điện tại cổng nguồn xoay chiều, thử nghiệm miễn nhiễm tần số thấp)

IEC 61000-4-13:2002/AMD1:2009

IEC 61000-4-13:2002/AMD2:2015

[41] TCVN 7909-6-1:2019 (IEC 61000-6-1:2016), *Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-1: Tiêu chuẩn đặc trưng – Tiêu chuẩn miễn nhiễm đối với môi trường dân cư, thương mại và công nghiệp nhẹ*

[42] IEC 61000-6-2:2016, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-2: Tiêu chuẩn đặc trưng – Tiêu chuẩn miễn nhiễm đối với môi trường công nghiệp)*

[43] IEC 61000-6-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-3: Tiêu chuẩn đặc trưng – Tiêu chuẩn phát xạ đối với môi trường dân cư, thương mại và công nghiệp nhẹ)*

IEC 61000-6-3:2006/AMD1:2010

[44] IEC 61082 (tất cả các phần), *Preparation of documents used in electrotechnology (Chuẩn bị các tài liệu để sử dụng trong công nghệ điện)*

[45] IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment (Bảo vệ chống điện giật – Các khía cạnh chung cho hệ thống lắp đặt và thiết bị)*

[46] IEC TR 61641, *Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault (Cụm lắp ráp và điều khiển hạ áp bao kín – Hướng dẫn thử nghiệm trong các điều kiện phóng điện hồ quang do sự cố bên trong)*

[47] IEC TR 61912-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Overcurrent protective devices – Part 1: Application of short-circuit ratings (Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Thiết bị bảo vệ quá dòng – Phần 1: Áp dụng các thông số đặc trưng ngắn mạch)*

[48] IEC TR 61912-2:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear – Over-current protective devices – Part 2: Selectivity under over-current conditions (Thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp – Thiết bị bảo vệ quá dòng – Phần 2: Tính chọn lọc trong các điều kiện quá dòng)*

[49] Copper Development Association Publication No. 22:1996, European Copper Institute Publication No. Cu0201, *Copper for Busbars – Guidance for Design and Installation (Đồng dùng cho thanh cái – Hướng dẫn thiết kế và lắp đặt)*

[50] UL 746B, *Standard for polymeric materials – long term property evaluations (Tiêu chuẩn dùng cho các vật liệu tổng hợp – Đánh giá đặc tính dài hạn)*

[51] EN 50565-2:2014, *Electric cables – Guide to use for cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V (U_0/U) – Specific guidance related to EN 50525 cable types (Cáp điện – Hướng dẫn sử dụng cáp có điện áp danh định không lớn hơn 450/750 V (U_0/U))*

[52] NEMA 250:2018, *Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum) (Vỏ bọc dùng cho thiết bị điện (tối đa 1 000 V))*

[53] C22.2 NO. 94.1-15, *Enclosures for electrical equipment, non-environmental considerations* (Vỏ bọc dùng cho thiết bị điện, các xem xét không liên quan đến môi trường)

[54] NMX-J-235/1-ANCE:2015, *Enclosures for electrical equipment, non-environmental considerations* (Vỏ bọc dùng cho thiết bị điện, các xem xét không liên quan đến môi trường)

[55] NMX-J-235/2-ANCE:2015, *Enclosures for electrical equipment, environmental considerations* (Vỏ bọc dùng cho thiết bị điện, các xem xét liên quan đến môi trường)

[56] NFPA 70:2020, *National Electrical Code (NEC)* (Quy phạm đi dây quốc gia)

[57] NOM-001-SEDE-2018, *Electrical Installations (Use)* (Hệ thống lắp đặt điện (sử dụng))
