

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10884-5:2015

IEC 60664-5:2007

Xuất bản lần 1

**PHỐI HỢP CÁCH ĐIỆN DÙNG CHO THIẾT BỊ TRONG HỆ
THỐNG ĐIỆN HẠ ÁP - PHẦN 5: PHƯƠNG PHÁP TOÀN
DIỆN XÁC ĐỊNH KHE HỖ KHÔNG KHÍ VÀ CHIỀU DÀI
ĐƯỜNG RÒ BẰNG HOẶC NHỎ HƠN 2 MM**

*Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 5: Comprehensive
method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm*

HÀ NỘI - 2015

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	8
3 Thuật ngữ và định nghĩa	8
4 Cơ sở của phối hợp cách điện.....	9
5 Yêu cầu và quy trình xác định kích thước	15
6 Thử nghiệm và đo	30
Phụ lục A (tham khảo) – Xác định kích thước để duy trì điện trở cách điện nhỏ nhất	40
Phụ lục B (quy định) – Thử nghiệm hấp phụ nước	43
Phụ lục C (tham khảo) – Sơ đồ xác định kích thước	48
Phụ lục D (tham khảo) – Thử nghiệm chịu điện áp cho chiều dài đường rò trong điều kiện ẩm	51
Thư mục tài liệu tham khảo	52

Lời nói đầu

TCVN 10884-5:2015 hoàn toàn tương đương với IEC 60664-5:2007;

TCVN 10884-5:2015 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1 Máy điện và khí cụ điện biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 10884 (IEC 60664), *Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp*, gồm có các phần sau:

- 1) 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*
- 2) TCVN 10884-2-1:2015 (IEC/TR 60664-2-1:2011), *Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp – Phần 2-1: Xác định kích thước và thử nghiệm điện môi – Hướng dẫn áp dụng*
- 3) TCVN 10884-2-2:2015 (IEC/TR 60664-2-2:2011), *Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp – Phần 2-2: Xem xét giao diện – Hướng dẫn áp dụng*
- 4) TCVN 10884-3:2015 (IEC 60664-3:2010), *Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp – Phần 3: Sử dụng lớp phủ, vỏ bọc hoặc khuôn đúc để bảo vệ chống nhiễm bẩn*
- 5) TCVN 10884-4:2015 (IEC 60664-4:2005), *Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp – Phần 4: Xem xét ứng suất điện áp tần số cao*
- 6) TCVN 10884-5:2015 (IEC 60664-5:2007), *Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp – Phần 5: Phương pháp toàn diện xác định khe hở không khí và chiều dài đường rò bằng hoặc nhỏ hơn 2 mm*

Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp – Phần 5: Phương pháp toàn diện xác định khe hở không khí và chiều dài đường rò bằng hoặc nhỏ hơn 2 mm

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems -

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định kích thước khe hở không khí và chiều dài đường rò đối với các khoảng cách bằng hoặc nhỏ hơn 2 mm cho bảng mạch in và các kết cấu tương đương, tại đó chiều dài đường rò và khe hở không khí là đồng nhất và dọc theo bề mặt cách điện rắn, theo các tuyến mô tả ở 6.2 của Phần 1 (các ví dụ 1, 5 và 11).

CHÚ THÍCH 1: Khi tham chiếu đến Phần 1 nghĩa là nhắc đến TCVN 10884-1:2015 (IEC 60664-1:2007).

Việc xác định kích thước trong tiêu chuẩn này chính xác hơn kích thước được cung cấp ở Phần 1. Tuy nhiên, nếu không yêu cầu độ chính xác cung cấp từ tiêu chuẩn này thì có thể áp dụng Phần 1.

Tiêu chuẩn này chỉ có thể được sử dụng toàn bộ. Không được phép chọn một hoặc vài điều của tiêu chuẩn này và sử dụng chúng thay cho các điều tương ứng của Phần 1. Ngoài ra, tiêu chuẩn này chỉ có thể được sử dụng cùng với Phần 1.

Khi áp dụng tiêu chuẩn này để xác định kích thước khe hở không khí và chiều dài đường rò nhỏ hơn hoặc bằng 2 mm, tất cả các điều được sử dụng thay cho các điều tương ứng trong Phần 1. Đối với khe hở không khí và chiều dài đường rò lớn hơn 2 mm, và đối với cách điện rắn nói chung, áp dụng Phần 1.

CHÚ THÍCH 2: Giới hạn khoảng cách nhỏ hơn hoặc bằng 2 mm áp dụng cách điện chính hoặc cách điện phụ. Khoảng cách tổng của cách điện tăng cường hoặc cách điện kép có thể lớn hơn 2 mm.

Tiêu chuẩn này dựa trên tiêu chuẩn xác định kích thước sau:

- khe hở không khí tối thiểu không phụ thuộc vào môi trường vi mô (xem Bảng 2);
- chiều dài đường rò tối thiểu đối với mức nhiễm bẩn 1, 2 và 3 để tránh hồng do phóng điện tạo vết (xem Bảng 4);
- chiều dài đường rò tối thiểu để tránh phóng điện bề mặt qua bề mặt cách điện (xem Bảng 5).

IEC TS 61312-3, *Protection against lightning electromagnetic impulse – Part 3: Requirements of surge protective devices (SPD)* (Bảo vệ chống xung sét điện từ – Phần 3: Yêu cầu của thiết bị bảo vệ chống đột biến (SPD))

IEC 61643-1, *Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Part 1: Performance requirements and testing methods* (Thiết bị bảo vệ chống đột biến được nối với hệ thống phân phối điện hạ áp – Phần 1: Yêu cầu tính năng và các phương pháp thử nghiệm)

IEC 61643-12, *Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Part 12: Selection and application principles* (Thiết bị bảo vệ chống đột biến được nối với hệ thống phân phối điện hạ áp – Phần 12: Nguyên tắc lựa chọn và áp dụng)

IEC TR 62066, *General basic information regarding surge overvoltages and surge protection in low-voltage a.c. power systems* (Thông tin cơ bản chung về quá điện áp đột biến và bảo vệ chống đột biến trong hệ thống điện xoay chiều hạ áp)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1

Cấp quá điện áp (overvoltage category)

Con số xác định điều kiện quá điện áp quá độ.

[TCVN 10884-1 (IEC 60664-1), 3.10]

3.2

Điều kiện quá điện áp có kiểm soát (controlled overvoltage condition)

Điều kiện trong hệ thống điện trong đó các quá điện áp quá độ dự kiến được giới hạn ở mức xác định.

[TCVN 10884-1 (IEC 60664-1), 3.16]

3.3

Kiểm soát vốn có (inherent control)

Quá điện áp quá độ được giới hạn bằng hệ thống phân phối điện.

3.4

Kiểm soát bảo vệ (protective control)

Quá điện áp quá độ được giới hạn bằng các thiết bị như thiết bị bảo vệ chống đột biến (SPD).

3.5

Điện áp xung danh định (rated impulse voltage)

Giá trị điện áp chịu xung do nhà chế tạo ấn định cho thiết bị hoặc một phần của thiết bị, đặc trưng cho khả năng chịu thử quy định của cách điện đối với các quá điện áp quá độ.

[TCVN 10884-1 (IEC 60664-1), 3.9.2]

3.1

Hấp phụ nước (water adsorption)

Khả năng vật liệu cách điện hấp phụ nước trên bề mặt của nó.

3.2

Độ ẩm tương đối tới hạn (critical relative humidity)

Giá trị độ ẩm tương đối khi điện áp chịu xung của chiều dài đường rò giảm xuống còn 95 % giá trị đo được ở độ ẩm tương đối 70 %.

4 Cơ sở xác định kích thước khe hở không khí và chiều dài đường rò

4.1 Giới thiệu

Phiên bản đầu tiên của tiêu chuẩn này là IEC 60664:1980. Tiêu chuẩn chỉ bao gồm khe hở không khí, dữ liệu được dựa trên dữ liệu cơ sở của điện áp phóng điện đánh thủng. Năm 1981, IEC 60664A được công bố liên quan đến chiều dài đường rò dựa trên dữ liệu có được qua nhiều năm kinh nghiệm, cũng như dữ liệu có được từ thử nghiệm các bảng mạch in. Năm 1992, các tiêu chuẩn này được kết hợp và được công bố thành IEC 60664-1. Tuy nhiên, phiên bản này không thay đổi các dữ liệu cơ sở.

4.2 Nguyên tắc cơ bản

Phối hợp cách điện chính là việc lựa chọn các đặc trưng cách điện của thiết bị liên quan đến ứng dụng và môi trường xung quanh.

Phối hợp cách điện chỉ có thể đạt được nếu thiết kế của thiết bị dựa trên các ứng suất có nhiều khả năng thiết bị phải chịu trong vòng đời dự kiến.

Áp dụng 4.2 của Phần 1 nếu không có quy định nào khác với dưới đây.

4.2.5 Phối hợp cách điện liên quan đến quá điện áp tạm thời

Phối hợp cách điện liên quan đến quá điện áp tạm thời dựa trên quá điện áp tạm thời quy định trong Điều 442 của IEC 60364-4-44 (xem 5.4.3.2.3).

CHÚ THÍCH: Các thiết bị bảo vệ đột biến có sẵn hiện nay (SPD) không có khả năng đáp ứng thích hợp đối với năng lượng trong các quá điện áp tạm thời.

4.2.6 Phối hợp cách điện liên quan đến các điều kiện môi trường

Phải tính đến các điều kiện môi trường vì mô đối với cách điện. Các điều kiện môi trường vì mô phụ thuộc chủ yếu vào các điều kiện vĩ mô tại nơi đặt thiết bị và trong nhiều trường hợp, các môi trường này là đồng nhất. Tuy nhiên, môi trường vĩ mô có thể tốt hơn hoặc xấu hơn môi trường vĩ mô ở những nơi mà ví dụ như vỏ bọc, gia nhiệt, thông gió hoặc bụi sẽ ảnh hưởng đến môi trường vĩ mô.

TCVN 10884-2-2:2015

Từ các dữ liệu tham khảo về sự xuất hiện các quá điện áp, có thể kỳ vọng các hỏng hóc liên quan đến đột biến của thiết bị sẽ nhiều hơn so với quan sát được trên thực tế. Sự khác biệt này có thể được giải thích bằng một số yếu tố:

- xác suất thực tế của các sự kiện tại một địa điểm nhất định;
- giảm thiểu tác động của nhiều tuyến dẫn đến các đột biến;
- đáp ứng thực tế của đường dây truyền tải;
- ảnh hưởng của việc mang tải tuyến tính cũng như tải phi tuyến;
- có SPD;
- phóng điện bề mặt không nhận biết được do quá điện áp rất cao, v.v...

Mô hình sử dụng để phân tích đã chứng tỏ rằng đối với đường dây hạ áp thông thường (230/400 V, cáp xoắn, ba pha và trung tính), và đối với mật độ sét bằng 2,2 cú sét mỗi năm trên mỗi kilômét, thì số lượng các quá điện áp tiềm ẩn vượt mức cách điện 4 kV đối với hệ thống TN 230 V, ví dụ như 4 kV đối với hệ thống TN 230 V, là một lần xuất hiện mỗi năm. Tuy nhiên, ngay cả khi tần suất quá điện áp xảy ra thấp có thể vẫn không được chấp nhận nếu nó dẫn đến hỏng hóc trong hệ thống lắp đặt điện hoặc thiết bị trọng yếu. Do đó, mức độ rủi ro chấp nhận được phải được xem xét cho từng tình huống.

Quá điện áp giữa các dây dẫn và đất cục bộ gây ứng suất lên cách điện của thiết bị được nối vào thường có mức chịu đựng đủ phù hợp với TCVN 10884-1 (IEC 60664-1), trong khi các bộ phận làm việc của thiết bị điện chịu ứng suất do quá điện áp xuất hiện giữa các dây dẫn. Ban đầu, có thể kết luận rằng tình huống đe dọa nhất sẽ là quá điện áp đặt vào các bộ phận làm việc của thiết bị điện. Tuy nhiên, các quá điện áp xuống đất có thể trở thành vấn đề, không quá nhiều cho cách điện thiết bị điện, nhưng dẫn đến dịch chuyển điện thế tham chiếu giữa hệ thống điện và hệ thống thông tin mà có thể được nối tới thiết bị. Vấn đề điện thế này được thảo luận chi tiết hơn trong Điều 8 của Phụ lục D của IEC 62066.

5.2 Tóm tắt về quá điện áp do sét

Quá điện áp do sét bắt nguồn từ một nguồn ngoài tầm kiểm soát của con người và mức độ nghiêm trọng của chúng tại điểm sử dụng điện năng phụ thuộc vào nhiều tham số được xác định bởi điểm tác động của cú sét đánh và bởi cấu trúc của hệ thống điện. Cấu trúc này thường được xác định bằng các xem xét không phải bảo vệ chống sét.

Các quá điện áp có thể được phân loại theo điểm tác động của chúng: sét đánh trực tiếp, sét đánh gần và sét xuất hiện ở khoảng cách xa. Đối với sét đánh trực tiếp, các quá điện áp do dòng điện sét trong kết cấu và hệ thống nối đất liên quan. Đối với các sét đánh gần, các quá điện áp do cảm ứng điện áp trong mạch vòng và, trong phạm vi nào đó, do gia tăng điện thế đất liên quan đến dòng điện sét. Đối với các sét đánh xa, quá điện áp được giới hạn ở những thứ được cảm ứng vào các mạch vòng.

- dựa trên điện áp pha – pha, hoặc
- dựa trên điện áp pha – trung tính.

Trong trường hợp dựa trên điện áp pha – trung tính, ban kỹ thuật phải quy định cách để người sử dụng được thông báo rằng thiết bị chỉ được sử dụng trong các hệ thống điện có trung tính nối đất.

4.3.2.2.2 Hệ thống điện, thiết bị điện và các mạch điện bên trong không được cấp điện trực tiếp từ lưới điện hạ áp

Áp dụng 4.3.2.2.2 của Phần 1.

4.3.2.3 Điện áp để xác định kích thước cách điện chức năng

Áp dụng 4.3.2.3 của Phần 1.

4.3.3 Xác định điện áp xung danh định

4.3.3.1 Quy định chung

Áp dụng 4.3.3.1 của Phần 1.

4.3.3.2 Cấp quá điện áp

4.3.3.2.1 Quy định chung

Áp dụng 4.3.3.2.1 của Phần 1.

4.3.3.2.2 Thiết bị được cấp điện trực tiếp từ lưới điện

Áp dụng 4.3.3.2.2 của Phần 1.

4.3.3.2.3 Hệ thống và thiết bị không được cấp điện trực tiếp từ lưới điện hạ áp

Áp dụng 4.3.3.2.3 của Phần 1.

4.3.3.3 Lựa chọn điện áp xung danh định cho thiết bị

Áp dụng 4.3.3.3 của Phần 1.

4.3.3.4 Phối hợp cách điện liên quan đến điện áp xung bên trong thiết bị

4.3.3.4.1 Bộ phận hoặc mạch điện bên trong thiết bị chịu ảnh hưởng đáng kể do các quá điện áp quá độ bên ngoài

Áp dụng 4.3.3.4.1 của Phần 1.

4.3.3.4.2 Bộ phận hoặc mạch điện bên trong thiết bị được bảo vệ riêng chống quá điện áp quá độ

Đối với các bộ phận không bị ảnh hưởng đáng kể bởi các quá điện áp quá độ bên ngoài thì điện áp chịu xung cần thiết cho cách điện chính không liên quan đến điện áp xung danh định của thiết bị, mà liên quan đến các điều kiện thực tế của bộ phận hoặc mạch điện đó. Tuy nhiên, việc áp dụng chuỗi ưu tiên của các giá trị điện áp xung trong 4.2.3 của Phần 1 được khuyến cáo để cho phép tiêu chuẩn hoá. Trong các trường hợp khác, cho phép nội suy các giá trị trong Bảng 2.

4.3.3.5 Quá điện áp đóng cắt do thiết bị phát ra

Áp dụng 4.3.3.5 của Phần 1.

4.3.3.6 Yêu cầu về ghép nối

Áp dụng 4.3.3.6 của Phần 1.

4.3.4 Xác định điện áp đỉnh lặp lại

Áp dụng 4.3.4 của Phần 1.

4.3.5 Xác định quá điện áp tạm thời

4.3.5.1 Quy định chung

Áp dụng 4.3.5.1 của Phần 1.

4.3.5.2 Điện áp sự cố

Áp dụng 4.3.5.2 của Phần 1.

4.3.5.3 Ứng suất do quá điện áp tạm thời

Độ lớn và thời gian của quá điện áp tạm thời trong thiết bị điện hạ áp do sự cố chạm đất trong hệ thống cao áp được cho trong 5.4.3.2.3.

4.4 Tần số

Áp dụng 4.4 của Phần 1.

4.5 Thời gian chịu ứng suất điện áp

Không áp dụng.

4.6 Nhiễm bẩn

4.6.1 Quy định chung

Nhiễm bẩn không chỉ làm suy yếu cách điện liên quan đến ứng suất điện áp hiệu dụng thời gian dài gây ra phóng điện tạo vết, mà còn làm suy yếu cách điện liên quan đến các điện áp đỉnh và độ hấp phụ nước. Nhiễm bẩn làm giảm khả năng chịu xung của các khoảng cách ngắn và do đó phóng điện bề mặt có thể xuất hiện ngang qua bề mặt cách điện.

Ảnh hưởng của ẩm trên bề mặt cách điện được xác định bằng các mức ẩm quy định trong 4.6.4. Ảnh hưởng của đặc trưng độ hấp phụ nước trên bề mặt cách điện được xác định bằng các nhóm hấp phụ nước quy định trong 4.8.6.

4.6.2 Mức nhiễm bẩn trong môi trường vi mô

Áp dụng 4.6.2 của Phần 1.

4.6.3 Điều kiện nhiễm bẩn dẫn

Không áp dụng.

4.6.4 Mức ẩm

Với mục đích đánh giá chiều dài đường rò liên quan đến phóng điện bề mặt ngang qua bề mặt hoặc điện trở cách điện tối thiểu, ba mức ẩm dưới đây trong môi trường vi mô được xác định:

- mức ẩm 1 (HL 1): độ ẩm tương đối tại bề mặt cách điện không bao giờ đạt tới mức xuất hiện ngưng tụ. Do đó, phóng điện bề mặt không bị ảnh hưởng bởi mức ẩm;
- mức ẩm 2 (HL 2): độ ẩm tương đối tại bề mặt cách điện đôi khi đạt tới mức xuất hiện ngưng tụ khi có sự thay đổi quá độ của môi trường vi mô. Do đó phóng điện bề mặt chịu ảnh hưởng bởi mức ẩm;
- mức ẩm 3 (HL 3): độ ẩm tương đối tại bề mặt cách điện thường đạt tới mức có thể xuất hiện ngưng tụ. Do đó phóng điện bề mặt chịu ảnh hưởng lớn bởi mức ẩm.

4.6.5 Tương quan giữa mức ẩm với môi trường vĩ mô

Điều kiện môi trường vĩ mô được quy định trong TCVN 7447-5-51 (IEC 60364-5-51), IEC 60721-3-3, IEC 60721-3-7 và TCVN 7921-3-9 (IEC 60721-3-9).

CHÚ THÍCH: Trong TCVN 7921-3-9 (IEC 60721-3-9) sử dụng các sự thể hiện khác nhau của cấp khí hậu.

Tương quan giữa các mức ẩm của môi trường vi mô và các loại môi trường vĩ mô xác định được cho trong Bảng 1.

Bảng 1 – Tương quan giữa mức ẩm và các loại môi trường vĩ mô

Tiêu chuẩn quy định loại khí hậu	Loại khí hậu (môi trường vĩ mô)			Mức ẩm
TCVN 7921-3-9 (IEC 60721-3-9)	Y2	Y3	Y4	
IEC 60721-3-3	3K1	3K3	3K6	
IEC 60721-3-7		7K1	7K3	
TCVN 7447-5-51 (IEC 60364-5-51)	↓	AB5	AB7	
	=	(-)	(-)	→ HL 1
	(+)	=	(-)	→ HL 2
	(+)	(+)	=	→ HL 3
CHÚ DẪN: = môi trường vĩ mô có cùng mức ẩm với môi trường vĩ mô. (-) môi trường vĩ mô có mức ẩm thấp hơn môi trường vĩ mô. (+) môi trường vĩ mô có mức ẩm cao hơn môi trường vĩ mô.				

4.7 Thông tin được cung cấp cùng với thiết bị

Áp dụng 4.7 của Phần 1.

4.8 Vật liệu cách điện

4.8.1 Quy định chung

Vật liệu cách điện phải được phân thành các nhóm theo giá trị chỉ số phóng điện tương đối CTI.

Đặc trưng độ bền điện cũng như đặc trưng về nhiệt, cơ, hoá và độ hấp phụ nước của vật liệu cách điện phải được ban kỹ thuật xem xét. Đối với các yêu cầu cho cách điện rắn, áp dụng 5.4.

4.8.2 Chỉ số phóng điện tương đối (CTI)

4.8.2.1 Đáp ứng của vật liệu cách điện khi có tia lửa

Áp dụng 4.8.1.1 của Phần 1.

4.8.2.2 Giá trị CTI để phân loại vật liệu cách điện

Áp dụng 4.8.1.2 của Phần 1.

4.8.2.3 Nhóm vật liệu

Áp dụng 4.8.1.3 của Phần 1.

4.8.2.4 Thử nghiệm chỉ số phóng điện tương đối (CTI)

Áp dụng 4.8.1.4 của Phần 1.

4.8.2.5 Vật liệu không có phóng điện tạo vết

Đối với thủy tinh, gốm hoặc vật liệu cách điện vô cơ khác không có phóng điện tạo vết, chiều dài đường rò không cần phải lớn hơn khe hở không khí kết hợp của chúng cho mục đích phối hợp cách điện. Các kích thước trong Bảng 2 đối với các điều kiện trường không đồng nhất là thích hợp.

4.8.3 Đặc trưng độ bền điện

Áp dụng 4.8.2 của Phần 1.

4.8.4 Đặc trưng nhiệt

Áp dụng 4.8.3 của Phần 1.

4.8.5 Đặc trưng cơ và hoá

Áp dụng 4.8.4 của Phần 1.

4.8.6 Đặc trưng hấp phụ nước

Hấp phụ nước là một hiện tượng liên quan đến bề mặt mà phụ thuộc vào đặc trưng của vật liệu cách điện. Với tác động của hấp phụ nước lên khả năng chịu điện áp, vật liệu cách điện được sắp xếp vào nhóm hấp phụ nước theo trình tự thử nghiệm trong Phụ lục B như dưới đây:

- nhóm hấp phụ nước WAG 1 (ảnh hưởng không đáng kể);
- nhóm hấp phụ nước WAG 2 (ảnh hưởng yếu);
- nhóm hấp phụ nước WAG 3 (ảnh hưởng trung bình);
- nhóm hấp phụ nước WAG 4 (ảnh hưởng mạnh);

CHÚ THÍCH 1: Phân loại vật liệu liên quan đến nhóm hấp phụ nước có thể chịu ảnh hưởng bởi bộ lọc, chất phụ gia và quy trình chế tạo.

CHÚ THÍCH 2: Phân loại các vật liệu cách điện khác nhau liên quan đến các nhóm hấp phụ nước được cho trong 5.3.2.3.5

5 Yêu cầu và quy trình xác định kích thước

5.1 Quy định chung

Khe hở không khí phải được xác định kích thước để chịu được điện áp theo 5.2.2. Chiều dài đường rò kết hợp phải đáp ứng các yêu cầu 5.3.2.3.3 và 5.3.2.3.4. Cách điện rắn phải được thiết kế để phù hợp với yêu cầu 5.4.

5.2 Xác định kích thước của khe hở không khí

5.2.1 Quy định chung

Khe hở không khí phải được xác định kích thước để chịu được điện áp chịu xung yêu cầu. Đối với thiết bị được nối trực tiếp với lưới điện hạ áp, điện áp chịu xung yêu cầu là điện áp xung danh định được thiết lập trên cơ sở 4.3.3.3 của Phần 1. Nếu điện áp hiệu dụng trạng thái ổn định, quá điện áp tạm thời hay điện áp đỉnh lặp lại đòi hỏi khe hở không khí lớn hơn giá trị yêu cầu của điện áp chịu xung thì sử dụng các giá trị tương ứng trong Bảng 3. Khe hở không khí lớn nhất phải được chọn, từ việc xem xét điện áp chịu xung, điện áp hiệu dụng ổn định, quá điện áp tạm thời và điện áp đỉnh lặp lại.

CHÚ THÍCH: Độ lớn của điện áp hiệu dụng ổn định hoặc điện áp đỉnh lặp lại dẫn đến tình huống mà ở đó không có biên đối với phóng điện đánh thủng khi đặt liên tục các điện áp này. Ban kỹ thuật phải tính đến điều này.

5.2.2 Tiêu chí xác định kích thước

5.2.2.1 Quy định chung

Khe hở không khí phải được lựa chọn, có tính đến các hệ số ảnh hưởng sau:

- điện áp chịu xung theo 5.2.5 đối với cách điện chức năng và 5.2.6 đối với cách điện chính, cách điện phụ và cách điện tăng cường;
- điện áp chịu đựng ổn định và quá điện áp tạm thời (xem 5.2.2.3);
- điện áp đỉnh lặp lại (xem 5.2.2.3);
- điều kiện trường điện (xem 5.2.3);
- độ cao so với mực nước biển: kích thước khe hở không khí quy định trong Bảng 2 và Bảng 3 dựa ra khả năng chịu đựng của thiết bị sử dụng ở độ cao đến 2 000 m. Đối với thiết bị sử dụng ở độ cao cao hơn áp dụng 5.2.4.

Các khe hở không khí lớn hơn có thể được yêu cầu do các ảnh hưởng về cơ như rung hoặc lực tác động.

5.2.2.2 Xác định kích thước để chịu được quá điện áp quá độ

Khe hở không khí phải được xác định kích thước để chịu được điện áp chịu xung yêu cầu, theo Bảng 2. Đối với thiết bị được nối trực tiếp với lưới điện, điện áp chịu xung yêu cầu là điện áp xung danh định được thiết lập trên cơ sở Bảng F.1 của Phần 1.

Bảng 2 – Khe hở không khí để chịu quá điện áp quá độ

Điện áp chịu xung yêu cầu a) c)	Khe hở không khí tối thiểu ở độ cao đến 2 000 m so với mực nước biển	
	Trường hợp A Điều kiện trường không đồng nhất (xem 3.15 của Phần 1)	Trường hợp B Điều kiện trường đồng nhất (xem 3.14 của Phần 1)
kV	mm	mm
0,33 ^{b)}	0,01	0,01
0,40	0,02	0,02
0,50 ^{b)}	0,04	0,04
0,60	0,06	0,06
0,80 ^{b)}	0,10	0,10
1,0	0,15	0,15
1,2	0,25	0,20
1,5 ^{b)}	0,50	0,30
2,0	1,0	0,45
2,5 ^{b)}	1,5	0,60
3,0	2,0	0,80
4,0 ^{b)}		1,2
5,0		1,5
6,0 ^{b)}		2,0

a) Điện áp này là:

- đối với cách điện chức năng, điện áp xung lớn nhất được dự kiến xuất hiện ngang qua khe hở không khí (xem 5.2.5);
- đối với cách điện chính tiếp xúc trực tiếp hoặc ảnh hưởng đáng kể bởi quá điện áp quá độ từ lưới điện hạ áp (xem 4.3.3.3 của Phần 1, 4.3.3.4.1 của Phần 1 và 5.2.6), điện áp xung danh định của thiết bị;
- đối với cách điện chính khác (xem 4.3.3.4.2), điện áp xung cao nhất mà có thể xuất hiện trong mạch. Đối với cách điện tăng cường, xem 5.2.6.

b) Các giá trị ưu tiên được quy định trong 4.2.3 của Phần 1.

c) Đối với các bộ phận hoặc mạch điện trong thiết bị chịu điện áp xung theo 4.3.3.4.2, cho phép nội suy các giá trị này. Tuy nhiên, cần sử dụng đầy đủ ưu tiên các giá trị điện áp xung trong 4.2.3 của Phần 1 để đạt được tiêu chuẩn hóa.

5.2.2.3 Xác định kích thước để chịu được điện áp ổn định, quá điện áp tạm thời hoặc điện áp đỉnh lặp lại

Khe hở không khí phải được xác định kích thước theo Bảng 3 để chịu được giá trị đỉnh của điện áp ổn định (một chiều hoặc xoay chiều tần số 50/60 Hz), quá điện áp tạm thời hoặc điện áp đỉnh lặp lại.

Xác định kích thước theo Bảng 2 phải được so sánh với Bảng 3. Phải chọn khe hở không khí lớn hơn.

CHÚ THÍCH 1: Yêu cầu xác định kích thước cho các tần số cao hơn 30 kHz được quy định trong TCVN 10884-4 (IEC 60664-4).

Bảng 3 – Khe hở không khí để chịu được điện áp trạng thái ổn định, quá điện áp tạm thời hoặc điện áp đỉnh lặp lại

Điện áp ^{a)} (giá trị đỉnh) ^{b)} kV	Khe hở không khí tối thiểu ở độ cao đến 2 000 m so với mực nước biển	
	Trường hợp A	Trường hợp B
	Điều kiện trường không đồng nhất (xem 3.15 của Phần 1)	Điều kiện trường đồng nhất (xem 3.14 của Phần 1)
	mm	mm
0,04	0,001 ^{c)}	0,001 ^{c)}
0,06	0,002 ^{c)}	0,002 ^{c)}
0,10	0,003 ^{c)}	0,003 ^{c)}
0,12	0,004 ^{c)}	0,004 ^{c)}
0,15	0,005 ^{c)}	0,005 ^{c)}
0,20	0,006 ^{c)}	0,006 ^{c)}
0,25	0,008 ^{c)}	0,008 ^{c)}
0,33	0,01	0,01
0,4	0,02	0,02
0,5	0,04	0,04
0,6	0,06	0,06
0,8	0,13	0,10
1,0	0,26	0,15
1,2	0,42	0,20
1,5	0,76	0,30
2,0	1,27	0,45
2,5	1,8	0,6
3,0	2,4 ^{d)}	0,8
4,0		1,2
5,0		1,5
6,0		2,0

^{a)} Khe hở không khí đối với các điện áp khác có được bằng cách nội suy.

^{b)} Xem Hình 1 của Phần 1 đối với điện áp đỉnh lặp lại.

^{c)} Các giá trị này được dựa trên dữ liệu thực nghiệm có được ở áp suất khí quyển.

^{d)} Giá trị này chỉ đưa ra để cho phép nội suy điện áp đỉnh từ bậc thấp hơn tới giá trị ứng với 2 mm (giá trị tối đa theo tiêu chuẩn này).

CHÚ THÍCH 2: Nếu khe hở không khí chịu ứng suất với điện áp trạng thái ổn định 2,5 kV (đỉnh) và cao hơn, xác định kích thước theo các giá trị phóng điện đánh thủng trong Bảng 3 có thể không cung cấp vận hành mà không có phóng điện vàng quang (phóng điện cục bộ), đặc biệt đối với các trường không đồng nhất. Để cung cấp vận hành mà không có phóng điện vàng quang, cần sử dụng khe hở lớn hơn cho trong Bảng F.7b của Phần 1 hoặc cải thiện phân bố trường.

5.2.3 Điều kiện trường điện

5.2.3.1 Quy định chung

Hình dạng và bố trí các phần dẫn điện (các điện cực) có ảnh hưởng đến tính đồng nhất của điện trường và do đó ảnh hưởng đến khe hở không khí cần thiết để chịu được điện áp cho trước (xem Bảng 2 và 3 và Bảng A.1 của Phần 1).

5.2.3.2 Điều kiện trường không đồng nhất (trường hợp A của Bảng 2)

Khe hở không khí không nhỏ hơn các giá trị quy định trong Bảng 2 đối với các điều kiện trường không đồng nhất có thể được sử dụng không tính đến hình dạng và bố trí các phần dẫn điện và không cần kiểm tra bằng thử nghiệm chịu điện áp.

Khe hở không khí qua các khe hở trong vỏ bọc bằng vật liệu cách điện không được nhỏ hơn các giá trị quy định đối với điều kiện trường không đồng nhất vì cấu hình không được kiểm soát có thể có ảnh hưởng xấu đến tính đồng nhất của trường điện.

5.2.3.3 Điều kiện trường đồng nhất (trường hợp B của Bảng 2)

Các giá trị khe hở không khí trong Bảng 2 đối với trường hợp B chỉ có thể áp dụng cho trường đồng nhất. Các giá trị này chỉ có thể được sử dụng khi hình dạng và bố trí của các phần dẫn điện được thiết kế để đạt được trường điện có gradient điện áp về cơ bản là không đổi.

Khe hở không khí nhỏ hơn các giá trị đối với điều kiện trường không đồng nhất đòi hỏi phải kiểm tra bằng thử nghiệm chịu điện áp (xem 6.1.2).

CHÚ THÍCH: Đối với các giá trị nhỏ của khe hở không khí, tính đồng nhất của trường điện có thể bị giảm khi có nhiễm bẩn, khiến phải tăng khe hở không khí lên cao hơn giá trị của trường hợp B.

5.2.4 Độ cao so với mực nước biển

Vì các kích thước trong Bảng 2 và Bảng 3 có hiệu lực đối với các độ cao đến 2 000 m so với mực nước biển nên có thể áp dụng các hệ số hiệu chỉnh độ cao quy định trong Bảng A.2 của Phần 1 cho các khe hở không khí ở các độ cao trên 2 000 m.

CHÚ THÍCH: Theo định luật Paschen, điện áp phóng điện đánh thủng tại một khe hở không khí đối với trường đồng nhất (điện áp chịu đựng trường hợp B trong Bảng A.1 của Phần 1) tỷ lệ với tích của khoảng cách giữa các điện cực và áp suất khí quyển. Do đó, dữ liệu thực nghiệm được ghi lại ở xấp xỉ mực nước biển được hiệu chỉnh theo sự sai lệch áp suất khí quyển giữa độ cao 2 000 m và mực nước biển. Sự hiệu chỉnh tương tự được thực hiện cho trường không đồng nhất và cho các chiều dài đường rò liên quan đến phóng điện bề mặt, xem 5.3.2.3.4.

5.2.5 Xác định kích thước khe hở không khí của cách điện chức năng

Đối với khe hở không khí của cách điện chức năng, điện áp chịu đựng được yêu cầu là điện áp xung lớn nhất hoặc điện áp ổn định (xem Bảng 3) hoặc điện áp đỉnh lặp lại (xem Bảng 3) dự kiến sẽ xảy ra

trên cách điện trong các điều kiện danh định của thiết bị và đặc biệt là điện áp danh định và điện áp xung danh định (xem Bảng 2).

5.2.6 Xác định kích thước khe hở không khí của cách điện chính, phụ và tăng cường

Khe hở không khí của cách điện chính và cách điện phụ phải được xác định kích thước như quy định trong Bảng 2 ứng với:

- điện áp xung danh định theo 4.3.3.3 của Phần 1 hoặc 4.3.3.4.1 của Phần 1, hoặc
- điện áp chịu xung yêu cầu theo 4.3.3.4.2;

và như được quy định trong Bảng 3 ứng

- điện áp trạng thái ổn định theo 4.3.2.2,
- điện áp đỉnh lặp lại theo 4.3.4 của Phần 1;
- và quá điện áp tạm thời theo 4.3.5.

Đối với điện áp xung, khe hở không khí của cách điện tăng cường phải được xác định kích thước theo quy định trong Bảng 2 ứng với điện áp xung danh định nhưng cao hơn một bước trong dãy các giá trị ưu tiên trong 4.2.3 của Phần 1 so với giá trị quy định cho cách điện chính. Nếu điện áp chịu xung cần cho cách điện chính theo 4.3.3.4.2, khác với giá trị được lấy từ dãy ưu tiên, thì cách điện tăng cường phải được xác định kích thước để chịu được 160 % điện áp chịu xung cần thiết cho cách điện chính.

CHÚ THÍCH 1: Giới hạn khoảng cách nhỏ hơn hoặc bằng 2 mm áp dụng cho cách điện chính hoặc cách điện phụ. Khoảng cách tổng của cách điện tăng cường hoặc cách điện kép có thể lớn hơn 2 mm.

CHÚ THÍCH 2: Trong hệ thống phối hợp, yêu cầu khe hở không khí trên mức tối thiểu là không cần thiết đối với điện áp chịu xung được yêu cầu. Tuy nhiên, vì lý do không phải phối hợp cách điện, có thể cần tăng khe hở không khí (ví dụ do các ảnh hưởng về cơ). Trong trường hợp như vậy, điện áp thử nghiệm vẫn dựa trên điện áp xung danh định của thiết bị, nếu không, có thể xảy ra ứng suất quá mức cách điện rắn kết hợp.

Đối với các điện áp trạng thái ổn định, điện áp đỉnh lặp lại và quá điện áp tạm thời, khe hở không khí của cách điện tăng cường phải được xác định kích thước như quy định trong Bảng 3 để chịu được 160 % điện áp chịu đựng yêu cầu cho cách điện chính.

Với thiết bị có cách điện kép, ở đó cách điện chính và cách điện phụ không thể được thử nghiệm tách rời, hệ thống cách điện được xem là cách điện tăng cường.

CHÚ THÍCH 3: Khi xác định kích thước khe hở không khí đến bề mặt tiếp cận được của vật liệu cách điện, các bề mặt như vậy được coi là được phủ một lá kim loại. Ban kỹ thuật có thể quy định chi tiết hơn.

5.2.7 Khoảng cách ly

Xem 8.3.2 của IEC 61140.

5.3 Xác định kích thước chiều dài đường rò

5.3.1 Quy định chung

Xác định kích thước chiều dài đường rò phải được thực hiện có tính đến 5.3.2. Các giá trị chiều dài thu được từ Bảng 4 đối với phóng điện tạo vết, và Bảng 5 đối với phóng điện bề mặt, được so sánh và phải chọn giá trị lớn nhất (xem sơ đồ xác định kích thước trong Phụ lục C).

5.3.2 Hệ số ảnh hưởng

5.3.2.1 Quy định chung

Đối với phóng điện tạo vết, có tính đến các hệ số ảnh hưởng sau:

- điện áp theo 4.3.2 (xem thêm 5.3.2.2);
- nhiễm bẩn trong môi trường vi mô (xem 4.6.2 của Phần 1 và 5.3.2.3);
- hướng và vị trí của chiều dài đường rò (xem 5.2.2.4 của Phần 1);
- đặc trưng của vật liệu cách điện (xem 4.8.2).

Các hệ số ảnh hưởng dưới đây có tính đến trường hợp phóng điện bề mặt qua bề mặt vật liệu cách điện:

- điện áp theo 4.3.3 (xem thêm 5.3.2.3);
- mức ẩm trong môi trường vi mô (xem 4.6.2);
- các đặc trưng của vật liệu cách điện (xem 4.8.2 và 4.8.6).
- hướng và vị trí của chiều dài đường rò (xem 5.2.2.4 của Phần 1);
- độ cao so với mực nước biển. Chiều dài đường rò quy định trong Bảng 5 đưa ra khả năng chịu xung đủ để thiết bị sử dụng tại độ cao đến 2 000 m. Đối với thiết bị sử dụng ở các độ cao lớn hơn, áp dụng 5.2.4.

5.3.2.2 Điện áp

Cơ sở để xác định chiều dài đường rò liên quan đến phóng điện tạo vết là giá trị hiệu dụng thời gian dài của điện áp đặt trên thiết bị. Điện áp này như sau:

- điện áp làm việc cho cách điện chức năng (xem 5.3.3);
- điện áp cách điện danh định hoặc điện áp danh định cho cách điện chính, phụ và tăng cường (xem 5.3.4).

Đối với phóng điện bề mặt, cơ sở để xác định chiều dài đường rò là giá trị đỉnh của điện áp liên quan theo Bảng 5 (xem 5.3.2.3.4). Điện áp đỉnh là giá trị lớn nhất của bất kỳ giá trị điện áp nào được dự kiến xuất hiện ngang qua chiều dài đường rò, mà

TCVN 10884-5:2015

- đối với cách điện chức năng, giá trị đỉnh lớn nhất của điện áp bất kỳ được dự kiến xuất hiện ngang qua chiều dài đường rò trong các điều kiện danh định của thiết bị;
- đối với cách điện chính tiếp xúc trực tiếp hoặc chịu ảnh hưởng đáng kể bởi các quá điện áp quá độ từ lưới điện (xem 4.3.3.3 của Phần 1, 4.3.3.4.1 của Phần 1 và 5.2.6) hoặc bởi điện áp đỉnh lặp lại, giá trị đỉnh lớn nhất theo thông số đặc trưng điện áp bất kỳ của thiết bị;
- đối với cách điện chính khác (xem 4.3.3.4.2), giá trị đỉnh lớn nhất của điện áp bất kỳ có thể có trong mạch điện;
- đối với cách điện tăng cường, xem 5.3.4.

5.3.2.3 Tiêu chí xác định kích thước liên quan đến các điều kiện khí hậu

5.3.2.3.1 Quy định chung

Ảnh hưởng của điều kiện khí hậu trong môi trường vi mô, theo mức ẩm quy định trong 4.6.4, được tính đến trong Bảng 5. Tiêu chí sau đây phải được xem xét để định kích thước:

- điện trở cách điện tối thiểu (xem 5.3.2.3.2)
- hỏng do phóng điện tạo vết (xem 5.3.2.3.3)
- phóng điện bề mặt (xem 5.3.2.3.4).

CHÚ THÍCH: Trong thiết bị, có thể tồn tại các điều kiện môi trường vi mô khác nhau.

5.3.2.3.2 Xác định kích thước để duy trì điện trở cách điện

Điện trở cách điện được tính đến để xác định kích thước khi dòng điện rò lớn nhất giữa các bộ phận mang điện hoặc giữa bộ phận mang điện và bề mặt có thể tiếp cận của thiết bị được quy định bởi ban kỹ thuật. Áp dụng tương tự cho cách điện chức năng khi điện trở cách điện không đủ có thể dẫn đến dòng điện rò quá mức làm suy yếu chức năng đúng của thiết bị.

Thông tin hướng dẫn và dữ liệu thiết kế thiết bị được cho trong Phụ lục A.

CHÚ THÍCH: Kích thước chiều dài đường rò được xác định như vậy ít có khả năng phóng điện tạo vết, do năng lượng của các tia lửa bất kỳ đủ thấp và không liên quan đến chỉ số CTI của vật liệu.

5.3.2.3.3 Xác định kích thước để tránh hỏng do phóng điện tạo vết

Để tránh hỏng do phóng điện tạo vết, chiều dài đường rò phải được xác định kích thước như quy định trong Bảng 4.

Bảng 4 – Chiều dài đường rò để tránh hỏng do phóng điện tạo vết

Điện áp hiệu dụng ^{a)}	Chiều dài đường rò tối thiểu ^{b)}				
	Nhiệm bản độ 1	Nhiệm bản độ 2	Nhiệm bản độ 3		
	Tất cả các nhóm vật liệu	Tất cả các nhóm vật liệu, trừ IIb	Nhóm vật liệu		
V	mm	mm	I mm	II mm	III mm
≤ 40	0,025	0,040	1,00	1,00	1,00
50	0,025	0,040	1,00	1,00	1,00
63	0,040	0,063	1,00	1,00	1,00
80	0,063	0,10	1,00	1,10	1,25
100	0,10	0,16	1,25	1,40	1,60
125	0,16	0,25	1,60	1,80	2,00
160	0,25	0,40	2,00	2,20 ^{c)}	Xem Phần 1
200	0,40	0,63	Xem Phần 1	Xem phần 1	
250	0,56	1,0			
320	0,75	1,6			
400	1,0	2,0			
500	1,3	Xem Phần 1			
630	1,8				
800	2,4 ^{c)}				

^{a)} Điện áp này là:

- đối với cách điện chức năng: điện áp làm việc;
- đối với cách điện chính và cách điện phụ của mạch được cấp điện trực tiếp từ lưới điện (xem 4.3.2.2.1): điện áp được hợp lý hoá từ Bảng F.3a hoặc Bảng F.3b của Phần 1, dựa trên điện áp danh định của thiết bị hoặc điện áp cách điện danh định;
- đối với cách điện chính và cách điện phụ của hệ thống, thiết bị và các mạch điện bên trong không được cấp điện trực tiếp từ lưới điện (xem 4.3.2.2.2 của Phần 1): điện áp hiệu dụng cao nhất có thể có trong hệ thống, thiết bị hoặc mạch điện bên trong khi được cấp điện ở điện áp danh định và làm việc trong tổ hợp các điều kiện khó khăn nhất trong phạm vi thông số đặc trưng của thiết bị.

^{b)} Đối với các vật liệu cách điện không phóng điện tạo vết, như thủy tinh, gốm hoặc các vật liệu vô cơ khác, chiều dài đường rò không cần phải lớn hơn khe hở không khí kết hợp đối với mục đích phối hợp cách điện. Các kích thước trong Bảng 2 thích hợp cho điều kiện trường không đồng nhất. Tuy nhiên, đáp ứng liên quan đến phóng điện bề mặt phải được tính đến theo 5.3.2.3.4.

^{c)} Các giá trị này chỉ đưa ra để cho phép nội suy điện áp hiệu dụng từ một bậc thấp hơn đến giá trị ứng với 2 mm (giá trị tối đa theo tiêu chuẩn này).

CHÚ THÍCH: Độ chính xác cao đối với chiều dài đường rò trong Bảng 4 không có nghĩa là độ không đảm bảo đo nằm trong cùng cỡ độ lớn.

5.3.2.3.4 Xác định kích thước để tránh phóng điện bề mặt

Để tránh phóng điện bề mặt dọc theo bề mặt vật liệu cách điện, yêu cầu xác định kích thước chiều dài đường rò theo Bảng 5.

Đối với mức ẩm HL 1, áp dụng xác định kích thước theo các khe hở không khí trong Bảng 2 và Bảng 3.

Nếu chiều dài đường rò được xác định theo Bảng 5 chịu ứng suất với điện áp trạng thái ổn định vượt quá xấp xỉ 500 V (giá trị định), có thể có phóng điện cục bộ (vàng quang). Đối với phóng điện cục bộ, vật liệu cách điện được phân cấp theo nhóm hấp phụ nước (xem 5.3.2.3.5).

CHÚ THÍCH: Phóng điện cục bộ tại bề mặt vật liệu cách điện nhiễm bẩn do nhiều vi mô cục bộ của phân bố trường trong lớp bề mặt. Phóng điện cục bộ này (vàng quang) khác với phóng điện cục bộ bên trong cách điện rắn và có mức khởi phát thấp hơn 500 V (giá trị đỉnh) so với 700 V (giá trị đỉnh) đối với phóng điện cục bộ bên trong cách điện rắn.

Vì các kích thước trong Bảng 5 có hiệu lực đối với độ cao đến 2 000 m so với mực nước biển, có thể áp dụng hệ số hiệu chỉnh độ cao quy định trong Bảng A.2 của Phần 1 cho chiều dài đường rò để tránh phóng điện bề mặt đối với độ cao trên 2 000 m.

Bảng 5 – Chiều dài đường rò để tránh phóng điện bề mặt

Điện áp đỉnh ^{a)}	Chiều dài đường rò tối thiểu trong không khí đến độ cao 2 000 m so với mực nước biển							
	Mức ẩm							
	HL 2				HL 3			
	Nhóm hấp phụ nước				Nhóm hấp phụ nước			
	Vật liệu WAG 1	Vật liệu WAG 2	Vật liệu WAG 3	Vật liệu WAG 4	Vật liệu WAG 1	Vật liệu WAG 2	Vật liệu WAG 3	Vật liệu WAG 4
kV	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,10					0,030	0,042	0,055	0,095
0,12	0,020	0,022	0,024	0,025	0,037	0,053	0,07	0,115
0,15	0,028	0,029	0,032	0,035	0,050	0,070	0,09	0,15
0,20	0,043	0,046	0,049	0,052	0,075	0,105	0,13	0,20
0,25	0,06	0,065	0,07	0,075	0,10	0,14	0,17	0,26
0,33	0,09	0,09	0,10	0,11	0,14	0,19	0,23	0,34
0,40	0,12	0,13	0,14	0,15	0,19	0,24	0,30	0,44
0,50	0,17	0,18	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,56
0,60	0,23	0,26	0,29	0,32	0,33	0,41	0,50	0,70
0,80	0,35	0,41	0,47	0,54	0,47	0,58	0,69	0,95
1,0	0,50	0,57	0,64	0,72	0,63	0,76	0,90	1,2
1,2	0,68	0,76	0,84	0,93	0,82	0,96	1,1	1,5
1,5	0,93	1,02	1,11	1,2	1,1	1,3	1,5	2,0
2,0	1,4	1,53	1,66	1,8	1,6	1,8	2,0	
2,5	1,9	2,10 ^{b)}	2,25 ^{b)}	2,4 ^{b)}	2,1 ^{b)}	2,4 ^{b)}		
3,0	2,5 ^{b)}							

^{a)} Điện áp này là:

- đối với cách điện chức năng: giá trị đỉnh lớn nhất của điện áp bất kỳ dự kiến xuất hiện trên chiều dài đường rò, trong các điều kiện danh định của thiết bị;
- đối với cách điện chính tiếp xúc trực tiếp hoặc bị ảnh hưởng đáng kể bởi các quá điện áp từ lưới điện (xem 4.3.3.3 của Phần 1, 4.3.3.4.1 của Phần 1 và 5.2.6) hoặc bởi điện áp đỉnh lặp lại: giá trị đỉnh lớn nhất theo thông số đặc trưng điện áp bất kỳ của thiết bị;
- đối với cách điện chính khác (xem 4.3.3.4.2): giá trị đỉnh lớn nhất của điện áp bất kỳ có thể xuất hiện trong mạch;
- đối với cách điện tăng cường: xem 5.3.4.

^{b)} Các giá trị này chỉ được đưa ra để cho phép nội suy điện áp đỉnh từ một bậc thấp hơn đến giá trị ứng với 2 mm (giá trị lớn nhất theo tiêu chuẩn này).

5.3.2.3.5 Nhóm hấp phụ nước

Đặc trưng hấp phụ nước của vật liệu cách điện được nhận biết theo nhóm hấp phụ nước. Cho đến nay, các vật liệu được phân loại như sau:

- WAG 1: các vật liệu không thể hiện giảm độ ẩm tương đối tới hạn theo chiều dài đường rò
 - nhựa polyette (nhựa nhiệt cứng), loại 802;
 - nhựa melamin, loại 150.
- WAG 2: các vật liệu không thể hiện giảm độ ẩm tương đối tới hạn theo chiều dài đường rò bằng và hơn 1 mm:
 - nhựa phenol, loại 31.5;
 - nhựa polycarbon.
- WAG 3: các vật liệu không thể hiện giảm độ ẩm tương đối tới hạn theo chiều dài đường rò bằng và hơn 2,5 mm:
 - lớp thủy tinh epoxy FR4;
 - màng polyimide được dát mỏng lên lớp thủy tinh epoxy FR4;
 - lá mỏng dạng giấy nhựa phenol FR2;
 - polybutylen terephthalate.
- WAG 4: các vật liệu không thể hiện giảm độ ẩm tương đối tới hạn theo chiều dài đường rò bằng và hơn 6,3 mm:
 - gốm (97 % Al_2O_3 , không tráng men);
 - màng polyette GPO III.

5.3.2.4 Hướng và vị trí của chiều dài đường rò

Áp dụng 5.2.2.4 của Phần 1.

5.3.2.5 Hình dạng của bề mặt cách điện

Không áp dụng.

5.3.2.6 Mối tương quan với khe hở không khí

Chiều dài đường rò phải được xác định kích thước như quy định trong Bảng 4 đối với phóng điện tạo vết và trong Bảng 5 đối với phóng điện bề mặt, sử dụng giá trị nào cao hơn. Chiều dài đường rò tổng không thể nhỏ hơn khe hở không khí kết hợp, sao cho chiều dài đường rò ngắn nhất có thể bằng với khe hở không khí yêu cầu.

Chiều dài đường rò nhỏ hơn khe hở không khí yêu cầu trong Bảng 2 đối với điều kiện trường không đồng nhất chỉ có thể sử dụng trong các điều kiện HL 1 và HL 2 khi chiều dài đường rò có thể chịu được điện áp cần thiết cho khe hở không khí kết hợp. Thử nghiệm để chứng tỏ chiều dài đường rò sẽ chịu được điện áp đối với khe hở không khí kết hợp phải tính đến hệ số hiệu chỉnh độ cao (xem 6.1.2.2). Để áp dụng trong điều kiện HL 2, thử nghiệm xung phải được thực hiện trong điều kiện ẩm.

CHÚ THÍCH 1: Ví dụ về điều kiện ẩm để thử nghiệm có trong Bảng A.1.

CHÚ THÍCH 2: Trình tự thử nghiệm chiều dài đường rò trong thiết bị hoàn chỉnh ở điều kiện HL 2 được mô tả trong Phụ lục D.

5.3.2.7 Chiều dài đường rò trong trường hợp sử dụng nhiều hơn một vật liệu cách điện hoặc xuất hiện nhiều hơn một mức nhiễm bẩn

Áp dụng 5.2.2.7 của Phần 1.

5.3.2.8 Chiều dài đường rò được chia bởi bộ phận dẫn điện nhô lên

Áp dụng 5.2.2.8 của Phần 1.

5.3.3 Xác định kích thước chiều dài đường rò của cách điện chức năng

Chiều dài đường rò của cách điện chức năng phải được xác định kích thước như quy định trong Bảng 4 đối với phóng điện tạo vết và Bảng 5 đối với phóng điện bề mặt, sử dụng giá trị nào cao hơn.

Khi điện áp làm việc được sử dụng để xác định kích thước, cho phép nội suy các giá trị điện áp trung gian. Khi nội suy, phải sử dụng nội suy tuyến tính và các giá trị phải được làm tròn về cùng chữ số có nghĩa với các giá trị được lấy từ bảng.

5.3.4 Xác định kích thước chiều dài đường rò cho cách điện chính, phụ và tăng cường

Chiều dài đường rò của cách điện chính và cách điện phụ phải được lựa chọn từ Bảng 4 đối với phóng điện tạo vết và Bảng 5 đối với phóng điện bề mặt, sử dụng giá trị nào cao hơn. Điện áp sử dụng để xác định kích thước trong Bảng 4 và 5 được quy định trong 5.3.2.2.

CHÚ THÍCH 1: Đối với cách điện phụ, mức ẩm, vật liệu cách điện, ứng suất cơ và điều kiện môi trường khi sử dụng có thể khác với những đặc trưng này của cách điện chính.

Khi sử dụng điện áp quy định trong 4.3.2.2.2 của Phần 1 để xác định kích thước, cho phép nội suy các giá trị đối với điện áp trung gian. Khi nội suy, phải sử dụng nội suy tuyến tính. Trong trường hợp nội suy, các giá trị phải được làm tròn về cùng chữ số có nghĩa với các giá trị được lấy từ bảng.

Chiều dài đường rò của cách điện kép là tổng các giá trị của cách điện chính và cách điện phụ tạo thành hệ thống cách điện kép đó.

Chiều dài đường rò cho cách điện tăng cường phải bằng hai lần chiều dài đường rò cho cách điện chính.

CHÚ THÍCH 2: Áp dụng giới hạn khoảng cách nhỏ hơn hoặc bằng 2 mm cho cách điện chính và cách điện phụ. Khoảng cách tổng của cách điện tăng cường hoặc cách điện kép có thể lớn hơn 2 mm.

CHÚ THÍCH 3: Khi xác định kích thước chiều dài đường rò đến bề mặt tiếp cận được của vật liệu cách điện, các bề mặt như vậy được coi là được phủ một lá kim loại. Ban kỹ thuật có thể quy định chi tiết hơn.

5.3.5 Giảm chiều dài đường rò bằng cách sử dụng gờ

Không áp dụng.

5.4 Yêu cầu thiết kế của cách điện rắn

5.4.1 Quy định chung

Áp dụng 5.3.1 của Phần 1.

5.4.2 Ứng suất

5.4.2.1 Quy định chung

Áp dụng 5.3.2.1 của Phần 1.

5.4.2.2 Ứng suất ngắn hạn và các ảnh hưởng của chúng

5.4.2.2.1 Tần số của điện áp

Áp dụng 5.3.2.2.1 của Phần 1.

5.4.2.2.2 Gia nhiệt

Áp dụng 5.3.2.2.2 của Phần 1.

5.4.2.2.3 Xóc

Áp dụng 5.3.2.2.3 của Phần 1.

5.4.2.3 Ứng suất thời gian dài và các ảnh hưởng của chúng

5.4.2.3.1 Phóng điện cục bộ (PD)

Áp dụng 5.3.2.3.1 của Phần 1.

5.4.2.3.2 Gia nhiệt

Áp dụng 5.3.2.3.2 của Phần 1.

5.4.2.3.3 Ứng suất cơ

Áp dụng 5.3.2.3.3 của Phần 1.

5.4.2.3.4 Độ ẩm

Áp dụng 5.3.2.3.4 của Phần 1.

5.4.2.4 Các ứng suất khác

Áp dụng 5.3.2.4 của Phần 1.

5.4.3 Yêu cầu

5.4.3.1 Quy định chung

Áp dụng 5.3.3.1 của Phần 1.

5.4.3.2 Khả năng chịu ứng suất điện áp

5.4.3.2.1 Quy định chung

Áp dụng 5.3.3.2.1 của Phần 1.

5.3.3.2.2 Quá điện áp quá độ

Cách điện chính và cách điện phụ phải có

- yêu cầu điện áp chịu xung ứng với giá trị danh nghĩa của điện áp lưới (xem 4.3.3.3 của Phần 1), và cấp quá điện áp liên quan theo Bảng F.1 của Phần 1; hoặc
- điện áp chịu xung của mạch bên trong thiết bị đã được quy định theo các giá trị quá điện áp quá độ dự kiến xảy ra trong mạch điện (xem 4.3.3.4).

Cách điện tăng cường phải có điện áp chịu xung ứng với giá trị điện áp xung danh định nhưng cao hơn một bước trong dãy ưu tiên trong 4.2.3 của Phần 1 so với giá trị quy định cho cách điện chính. Theo 4.3.3.4.2, nếu điện áp chịu xung được yêu cầu cho cách điện chính khác với giá trị lấy từ dãy ưu tiên thì cách điện tăng cường phải được xác định kích thước để chịu được 160 % giá trị yêu cầu cho cách điện chính.

Kiểm tra bằng cách thử nghiệm, xem 6.1.3.3.

5.4.3.2.3 Quá điện áp tạm thời

Cách điện rắn chính và phụ phải chịu được quá điện áp tạm thời sau:

- quá điện áp tạm thời ngắn hạn $U_n + 1\,200\text{ V}$ với khoảng thời gian đến 5 s;
- quá điện áp tạm thời dài hạn $U_n + 250\text{ V}$ với khoảng thời gian dài hơn 5 s;

trong đó U_n là điện áp pha – trung tính danh nghĩa hệ thống cấp điện có trung tính nối đất.

Cách điện tăng cường phải chịu được hai lần quá điện áp tạm thời quy định cho cách điện chính.

Kiểm tra bằng cách thử nghiệm, xem 6.1.3.

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị này được lấy từ Điều 442 của TCVN 7447-4-44 (IEC 60364-4-44), trong đó U_n được gọi là U_0 .

CHÚ THÍCH 2: Các giá trị này là các giá trị hiệu dụng.

5.4.3.2.4 Điện áp đỉnh lặp lại

Điện áp đỉnh lặp lại lớn nhất xuất hiện trên lưới điện hạ áp có thể được tạm thời coi là $F_4 \times \sqrt{2} U_n$, nghĩa là 1,1 lần giá trị đỉnh của U_n . Khi có điện áp đỉnh lặp lại, điện áp dập tắt phóng điện phải tối thiểu là

- $F_1 \times F_4 \times \sqrt{2} U_n$, nghĩa là $1,32 \sqrt{2} U_n$ đối với từng cách điện chính và cách điện phụ, và
- $F_1 \times F_3 \times F_4 \times \sqrt{2} U_n$, nghĩa là $1,65 \sqrt{2} U_n$ đối với cách điện tăng cường.

CHÚ THÍCH: Trong hệ thống điện có trung tính nối đất, $\sqrt{2} U_n$ là giá trị đỉnh của điện áp cơ sở pha – trung tính (không méo) tại điện áp danh nghĩa của lưới điện. Việc áp dụng các hệ số nhân sử dụng trong điều này được mô tả ở Điều D.4 của Phần 1.

Để giải thích cho hệ số F , xem 6.1.3.5.

Trong các mạch điện bên trong, phải đánh giá các điện áp đỉnh lặp lại cao nhất thay vì $F_4 \times \sqrt{2} U_n$ và cách điện rắn phải đáp ứng các yêu cầu tương ứng.

Kiểm tra bằng cách thử nghiệm, xem 6.1.3.5.

5.4.3.2.5 Điện áp tần số cao

Đối với các điện áp có tần số cao hơn tần số công nghiệp, phải tính đến ảnh hưởng của tần số theo 5.4.2.2.1 và 5.4.2.3.1. Tần số trên 1 kHz được coi là các tần số cao trong phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này.

Ban kỹ thuật phải quy định có cần thử nghiệm theo 6.1.3.7 hay không.

5.4.3.3 Khả năng chịu ứng suất gia nhiệt ngắn hạn

Áp dụng 5.3.3.3 của Phần 1.

5.4.3.4 Khả năng chịu ứng suất cơ

Áp dụng 5.3.3.4 của Phần 1.

5.4.3.5 Khả năng chịu ứng suất gia nhiệt thời gian dài

Áp dụng 5.3.3.5 của Phần 1.

5.4.3.6 Khả năng chịu ảnh hưởng của ẩm

Áp dụng 5.3.3.6 của Phần 1.

5.4.3.7 Khả năng chịu các ứng suất khác

Áp dụng 5.3.3.7 của Phần 1.

6 Thử nghiệm và đo

6.1 Thử nghiệm

6.1.1 Quy định chung

Các trình tự thử nghiệm dưới đây áp dụng cho thử nghiệm điển hình, sao cho suy giảm có thể có của mẫu thử nghiệm có thể nằm trong giới hạn cho phép. Giả thiết rằng các mẫu thử không được dự kiến cho các sử dụng tiếp theo.

CHÚ THÍCH 1: Nếu yêu cầu hoặc dự kiến tiếp tục sử dụng mẫu thử này thì ban kỹ thuật cần phải xem xét cụ thể. Trong các trường hợp như vậy, thử nghiệm cao áp bất kỳ phải kết hợp với phép đo phóng điện cục bộ theo 6.1.3.5 và Phụ lục C của Phần 1.

Các trình tự thử nghiệm được quy định cho

- kiểm tra khe hở không khí (xem 6.1.2),
- kiểm tra cách điện rắn (xem 6.1.3),
- thử nghiệm điện môi trên thiết bị hoàn chỉnh (xem 6.1.4) và
- các thử nghiệm khác (xem 6.1.5 của Phần 1).

Các ứng suất đối với khe hở không khí và cách điện rắn do quá điện áp quá độ được đánh giá bằng thử nghiệm điện áp xung, và có thể được thay bằng thử nghiệm điện áp xoay chiều và thử nghiệm điện áp một chiều. Khe hở không khí bằng hoặc lớn hơn các giá trị trong trường hợp A của Bảng 2 có thể được kiểm tra bằng phép đo hoặc bằng thử nghiệm điện áp. Nếu các giá trị này nhỏ hơn các giá trị trong trường hợp A của Bảng 2, chúng phải được kiểm tra bằng thử nghiệm điện áp.

Khả năng chịu đựng các ứng suất điện áp của cách điện rắn phải được kiểm tra bằng thử nghiệm điện áp trong mọi trường hợp. Các ứng suất do quá điện áp quá độ được đánh giá bằng thử nghiệm điện áp xung, có thể được thay bằng thử nghiệm điện áp xoay chiều hoặc một chiều. Các ứng suất do ứng suất điện áp trạng thái ổn định chỉ có thể được đánh giá bằng thử nghiệm điện áp xoay chiều. Thử nghiệm điện áp một chiều có điện áp thử nghiệm bằng giá trị đỉnh của điện áp xoay chiều không tương đương hoàn toàn với thử nghiệm điện áp xoay chiều do các đặc trưng chịu đựng khác nhau của cách điện rắn đối với các loại điện áp này. Tuy nhiên, trong trường hợp ứng suất điện áp một chiều thuần túy thì thử nghiệm điện áp một chiều là thích hợp.

CHÚ THÍCH 2: Trong khi có thể thay thế thử nghiệm điện áp xung cho khe hở không khí bằng thử nghiệm điện áp xoay chiều hoặc bằng thử nghiệm điện áp một chiều, thì về nguyên tắc không thể thay thế thử nghiệm điện áp xoay chiều cho cách điện rắn bằng thử nghiệm điện áp xung. Lý do chính của việc này là sự lan truyền khác nhau của các điện áp xung so với các điện áp tần số công nghiệp, đặc biệt trong các mạch điện phức tạp, và sự phụ thuộc của các đặc trưng chịu đựng của cách điện rắn vào hình dạng và khoảng thời gian chịu ứng suất điện áp.

6.1.2 Thử nghiệm kiểm tra khe hở không khí

6.1.2.1 Quy định chung

Khi thiết bị điện phải chịu các thử nghiệm điện để kiểm tra khe hở không khí, thử nghiệm phải đáp ứng các yêu cầu điện áp chịu đựng quy định trong 5.2. Thử nghiệm thích hợp để kiểm tra khe hở không khí là thử nghiệm điện áp xung, nhưng như nêu trong 5.2.3, thử nghiệm điện áp xung chỉ được yêu cầu cho các khe hở không khí nhỏ hơn các giá trị trong trường hợp A của Bảng 2.

Nếu khả năng chịu đựng đối với các điện áp trạng thái ổn định, điện áp đỉnh lặp lại hoặc quá điện áp tạm thời theo 5.2 có tính quyết định đến việc xác định kích thước của khe hở không khí và nếu các khe hở không khí này nhỏ hơn các giá trị trong trường hợp A của Bảng 3 thì yêu cầu điện áp thử nghiệm xoay chiều theo thử nghiệm của 6.1.2.2.2 của Phần 1.

Khi kiểm tra khe hở không khí trong thiết bị bằng thử nghiệm điện áp xung, cần phải đảm bảo rằng điện áp xung quy định xuất hiện tại khe hở không khí cần thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 1: Thử nghiệm điện của khe hở không khí cũng sẽ đặt ứng suất lên cách điện rắn kết hợp.

CHÚ THÍCH 2: Trong một số trường hợp, các thử nghiệm này cũng phải được áp dụng cho chiều dài đường rò, xem 5.3.2.6.

CHÚ THÍCH 3: Đối với thử nghiệm thiết bị hoàn chỉnh, xem 6.1.4.

6.1.2.2 Điện áp thử nghiệm

6.1.2.2.1 Thử nghiệm điện môi điện áp xung

6.1.2.2.1.1 Quy định chung

Mục đích của thử nghiệm này nhằm kiểm tra khe hở không khí sẽ chịu được quá điện áp quá độ quy định. Thử nghiệm chịu xung được thực hiện với điện áp có dạng sóng 1,2/50 μ s có giá trị được quy định trong Bảng F.5 của Phần 1. Đối với dạng sóng này, áp dụng 6.1 và 6.2 của IEC 61180-1. Các dạng sóng này được dùng để mô phỏng các quá điện áp bắt nguồn từ khí quyển và bao gồm cả các quá điện áp do đóng cắt thiết bị hạ áp.

Do sự phân tán các kết quả thử nghiệm của thử nghiệm điện áp xung bất kỳ, thử nghiệm phải được thực hiện tối thiểu cho ba xung tại mỗi cực tính với khoảng thời gian tối thiểu giữa các xung là 1 s.

TCVN 10884-5:2015

CHÚ THÍCH 1: Các trở kháng đầu ra của máy phát xung không cao hơn 500 Ω . Khi tiến hành các thử nghiệm trên thiết bị có các thành phần ngang qua mạch thử nghiệm, cần quy định trở kháng máy phát xung thực thấp hơn nhiều (xem 9.2 trong IEC 61180-2). Trong trường hợp như vậy, hiệu ứng cộng hưởng có thể có, mà có thể tăng giá trị đỉnh điện áp thử nghiệm, phải được tính đến khi xác định các giá trị điện áp thử nghiệm.

Ban kỹ thuật có thể quy định các thử nghiệm điện môi thay thế theo 6.1.2.2.2.

CHÚ THÍCH 2: Các giá trị được cho trong Bảng F.5 của Phần 1 được rút ra từ tính toán trong 6.1.2.2.1.3 của Phần 1. Để chính xác thông tin, các giá trị này được đưa ra với độ chính xác cao. Đối với ứng dụng thực tế, ban kỹ thuật có thể chọn cách làm tròn các giá trị.

6.1.2.2.1.2 Chọn điện áp thử nghiệm xung

Nếu yêu cầu thử nghiệm điện cho phối hợp cách điện của thiết bị liên quan đến các khe hở không khí yêu cầu (với khe hở không khí nhỏ hơn giá trị ở trường hợp A như quy định tại Bảng 2), thiết bị phải được thử nghiệm với điện áp thử nghiệm xung ứng với điện áp xung danh định quy định theo 4.3.3. Áp dụng các điện áp thử nghiệm xung của Bảng F.5 của Phần 1.

Đối với các điều kiện thử nghiệm, ban kỹ thuật phải quy định các giá trị nhiệt độ và độ ẩm.

Ban kỹ thuật phải xem xét có phải thực hiện các thử nghiệm lấy mẫu hoặc thử nghiệm thường xuyên bổ sung cho các thử nghiệm điển hình.

6.1.2.2.1.3 Giải thích cho Bảng F.5 của Phần 1

Áp dụng 6.1.2.2.1.3 của Phần 1.

6.1.2.2.2 Chọn các thử nghiệm điện môi điện áp xung

6.1.2.2.2.1 Quy định chung

Ban kỹ thuật có thể quy định thử nghiệm điện áp xoay chiều hoặc một chiều cho thiết bị cụ thể như một phương pháp thay thế.

CHÚ THÍCH: Trong khi các thử nghiệm với các điện áp xoay chiều và một chiều có cùng giá trị đỉnh như điện áp thử nghiệm xung quy định trong Bảng F.5 của Phần 1 để kiểm tra khả năng chịu đựng của khe hở không khí, các thử nghiệm này cũng đặt ứng suất cao hơn lên cách điện rắn bởi vì điện áp được đặt vào trong thời gian dài hơn. Các thử nghiệm này có thể gây quá tải và đánh hỏng một số cách điện rắn nhất định. Do đó, ban kỹ thuật cần xem xét việc này khi quy định các thử nghiệm với các điện áp xoay chiều hoặc một chiều như là phương pháp thay thế cho thử nghiệm điện áp xung trong 6.1.2.2.1.

6.1.2.2.2.2 Thử nghiệm điện môi với điện áp xoay chiều

Áp dụng 6.1.2.2.2.2 của Phần 1.

6.1.2.2.2.3 Thử nghiệm điện môi với điện áp một chiều

Áp dụng 6.1.2.2.2.3 của Phần 1.

6.1.3 Thử nghiệm kiểm tra cách điện rắn

6.1.3.1 Lựa chọn thử nghiệm

Cách điện rắn có thể chịu được các ứng suất cơ trong quá trình vận hành, lưu kho, vận chuyển hoặc lắp đặt phải được thử nghiệm rung và xóc trước khi thử nghiệm điện môi. Ban kỹ thuật có thể quy định các phương pháp thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Các phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn được quy định trong phần liên quan của IEC 60068.

Các thử nghiệm phối hợp cách điện là các thử nghiệm điển hình. Chúng có các mục đích sau:

- a) Thử nghiệm điện áp xung để kiểm tra khả năng chịu điện áp xung danh định của cách điện rắn (xem 5.4.3.2.2).
- b) Thử nghiệm điện áp xoay chiều để kiểm tra khả năng cách điện rắn chịu được
 - quá điện áp tạm thời ngắn hạn (xem 5.4.3.2.3);
 - điện áp trạng thái ổn định cao nhất;
 - điện áp đỉnh lặp lại (xem 5.4.3.2.4).

Nếu giá trị đỉnh của điện áp thử nghiệm xoay chiều bằng hoặc lớn hơn điện áp xung danh định thì thử nghiệm điện áp xung danh định được bao gồm trong thử nghiệm điện áp xoay chiều.

Cách điện rắn có đặc trưng chịu đựng khác với khe hở không khí nếu thời gian chịu ứng suất tăng lên. Nói chung khả năng chịu đựng sẽ bị giảm đáng kể. Do đó, thử nghiệm điện áp xoay chiều được quy định để kiểm tra khả năng chịu đựng của cách điện rắn không cho phép thay thế bằng thử nghiệm điện áp xung.

- c) Thử nghiệm phóng điện cục bộ nhằm kiểm tra việc không duy trì phóng điện cục bộ trong cách điện rắn:

- ở điện áp trạng thái ổn định cao nhất;
- ở quá điện áp tạm thời thời gian dài (xem 5.4.3.2.3);
- ở điện áp đỉnh lặp lại (xem 5.4.3.2.4).

- d) Thử nghiệm điện áp tần số cao nhằm kiểm tra không có hồng đo gia nhiệt điện môi theo 5.4.3.2.5.

Ban kỹ thuật phải quy định loại thử nghiệm điển hình nào được yêu cầu cho các ứng suất tương ứng xảy ra trong thiết bị.

Các thử nghiệm phóng điện cục bộ cho cách điện rắn phải được quy định khi giá trị đỉnh của điện áp được liệt kê ở c) vượt quá 700 V và nếu cường độ trường trung bình cao hơn 1 kV/mm. Cường độ trường trung bình là điện áp đỉnh chia cho khoảng cách giữa hai phần có điện thế khác nhau.

Các thử nghiệm trên đây cũng có thể phù hợp làm thử nghiệm lấy mẫu hoặc thử nghiệm thường xuyên. Tuy nhiên, trách nhiệm của ban kỹ thuật phải quy định thử nghiệm nào phải được thực hiện như là các thử nghiệm lấy mẫu và thử nghiệm thường xuyên nhằm đảm bảo chất lượng của cách điện trong quá trình chế tạo. Các thử nghiệm và ổn định, khi thích hợp, phải được quy định với các tham số thử nghiệm đủ để phát hiện các sự cố nào không gây hỏng cách điện.

Khi thực hiện các thử nghiệm trên thiết bị hoàn chỉnh, áp dụng trình tự ở 6.1.4.

6.1.3.2 Ổn định

Áp dụng 6.1.3.2 của Phần 1.

6.1.3.3 Thử nghiệm điện áp xung

6.1.3.3.1 Phương pháp thử nghiệm

Các phương pháp thử nghiệm điện áp xung của 6.1.2.2.1 cũng áp dụng cho cách điện rắn, tuy nhiên không áp dụng các hệ số điều chỉnh độ cao so với mực nước biển như nêu trong Bảng F.5 của Phần 1. Các thử nghiệm phải được thực hiện trong năm xung cho mỗi cực tính trong khoảng thời gian tối thiểu 1 s giữa các xung. Dạng sóng mỗi xung phải được ghi lại (xem 6.1.3.3.2 của Phần 1).

6.1.3.3.2 Tiêu chí chấp nhận

Áp dụng 6.1.3.3.2 của Phần 1.

6.1.3.4 Thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp xoay chiều

6.1.3.4.1 Phương pháp thử nghiệm

Dạng sóng của điện áp thử nghiệm tần số công nghiệp hình sin về cơ bản phải có dạng hình sin. Yêu cầu này được thoả mãn khi tỷ số giữa giá trị đỉnh và giá trị hiệu dụng là $\sqrt{2} \pm 3\%$. Giá trị đỉnh phải bằng với giá trị cao nhất của các điện áp được đề cập trong 6.1.3.1 b).

Đối với cách điện chính và cách điện phụ, điện áp thử nghiệm có giá trị giống với các điện áp được đề cập trong 6.1.3.1 b). Đối với cách điện tăng cường, điện áp thử nghiệm bằng hai lần giá trị đã sử dụng cho cách điện chính.

Điện áp thử nghiệm xoay chiều phải được tăng đều từ 0 V đến giá trị quy định trong 5.4.3.2 trong không quá 5 s và giữ tại giá trị đó tối thiểu 60 s.

Trong trường hợp quá điện áp tạm thời ngắn hạn dẫn đến các yêu cầu nghiêm ngặt nhất đối với biên độ của điện áp thử nghiệm, việc giảm thời gian thử nghiệm xuống giá trị tối thiểu 5 s có thể được ban kỹ thuật xem xét.

CHÚ THÍCH 1: Đối với các loại cách điện cụ thể, có thể cần các khoảng thời gian thử nghiệm dài hơn để phát hiện điểm yếu trong cách điện rắn.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp thử nghiệm đối với các ứng suất cao, trạng thái ổn định gồm cả điện áp đỉnh lặp lại mức cao, ban kỹ thuật phải xét tới việc đưa ra một biên an toàn cho điện áp thử nghiệm.

Trong một số trường hợp, điện áp thử nghiệm xoay chiều cần được thay bằng điện áp thử nghiệm một chiều có giá trị bằng với giá trị đỉnh của điện áp xoay chiều, tuy nhiên thử nghiệm này sẽ ít nghiêm ngặt hơn so với thử nghiệm điện áp xoay chiều. Ban kỹ thuật phải xem xét đến trường hợp này (xem 6.1.3.6).

Thiết bị thử nghiệm được quy định trong IEC 61180-2. Khuyến cáo rằng dòng điện ngắn mạch đầu ra của máy phát không nhỏ hơn 200 mA.

CHÚ THÍCH 3: Đối với các điện áp thử nghiệm vượt quá 3 kV, công suất danh định của thiết bị thử nghiệm bằng hoặc lớn hơn 600 VA là thích hợp

Dòng điện tác động của máy phát phải được điều chỉnh theo dòng điện tác động 100 mA hoặc đối với điện áp thử nghiệm lớn hơn 6 kV đến giá trị cao nhất có thể.

CHÚ THÍCH 4: Đối với thử nghiệm thường xuyên, dòng điện tác động có thể được điều chỉnh đến các mức độ thấp hơn nhưng không nhỏ hơn 3,5 mA.

6.1.3.4.2 Tiêu chí chấp nhận

Không được xảy ra phóng điện đánh thủng cách điện rắn.

6.1.3.5 Thử nghiệm phóng điện cục bộ

6.1.3.5.1 Quy định chung

Dạng sóng của điện áp thử nghiệm tần số công nghiệp hình sin về cơ bản phải có dạng hình sin. Yêu cầu này được thỏa mãn khi tỷ số giữa giá trị đỉnh và giá trị hiệu dụng bằng $\sqrt{2} \pm 3\%$. Giá trị đỉnh U_1 (xem Hình 1) phải bằng với mức điện áp cao nhất được đề cập trong 6.1.3.1 c) có tính đến các hệ số nhân F_1 , F_3 và F_4 khi có thể.

Các phương pháp thử nghiệm phóng điện cục bộ được mô tả trong Phụ lục C của Phần 1. Khi thực hiện thử nghiệm, áp dụng các hệ số nhân dưới đây. Các ví dụ được đưa ra đối với điện áp đỉnh lặp lại U_{rp} , các hệ số áp dụng tương tự cho điện áp trạng thái ổn định cao nhất và cho quá điện áp tạm thời thời gian dài.

F_1 Hệ số an toàn cơ bản cho thử nghiệm PD và xác định kích thước cho cách điện chính và cách điện phụ.

Điện áp dập tắt PD có thể bị ảnh hưởng bởi các điều kiện môi trường, như nhiệt độ. Các ảnh hưởng này được tính đến bởi hệ số an toàn cơ bản F_1 bằng 1,2. Do đó điện áp dập tắt PD đối với cách điện chính và cách điện phụ tối thiểu là $1,2 U_{rp}$.

F₂ Hệ số trễ PD.

Hiện tượng trễ xảy ra giữa điện áp khởi phát PD là U_i và điện áp dập tắt PD là U_o . Kinh nghiệm thực tiễn cho thấy F_2 thường không lớn hơn 1,25. Do đó, đối với cách điện chính và cách điện phụ, giá trị ban đầu của điện áp thử nghiệm là $F_1 \times F_2 \times U_p$ nghĩa là $1,2 \times 1,25 U_p = 1,5 U_p$.

CHÚ THÍCH: Điều này tính đến thực tế là hiện tượng phóng điện cục bộ PD có thể được khởi phát do các quá điện áp quá độ vượt quá U_i và có thể được duy trì, ví dụ do các giá trị điện áp đỉnh lặp lại vượt quá U_o . Tình huống này đòi hỏi sự kết hợp của điện áp xung và điện áp xoay chiều cho thử nghiệm mà điều này là không thực tế. Vì vậy, thử nghiệm xoay chiều được thực hiện với điện áp tăng ngay từ đầu.

F₃ Hệ số an toàn bổ sung cho thử nghiệm PD và xác định kích thước cách điện tăng cường.

Đối với cách điện tăng cường, cần đánh giá rủi ro nghiêm ngặt hơn. Do đó, yêu cầu hệ số an toàn bổ sung $F_3 = 1,25$. Giá trị ban đầu của điện áp thử nghiệm là $F_1 \times F_2 \times F_3 \times U_p$, tức là $1,2 \times 1,25 \times 1,25 U_p = 1,875 U_p$.

F₄ Hệ số liên quan đến sai lệch so với điện áp danh nghĩa U_n của lưới điện hạ áp.

Đối với các mạch điện được nối với lưới điện hạ áp, hệ số này tính đến độ lệch tối đa của điện áp lưới so với giá trị danh nghĩa của nó. Do đó, điện áp đỉnh tại điện áp danh nghĩa U_n phải được nhân với $F_4 = 1,1$.

6.1.3.5.2 Kiểm tra

Thử nghiệm nhằm kiểm tra việc không duy trì phóng điện cục bộ bất kỳ tại giá trị cao nhất trong các giá trị sau:

- giá trị đỉnh của điện áp ổn định lớn nhất;
- giá trị đỉnh của quá điện áp tạm thời thời gian dài (xem 5.4.3.2.3);
- điện áp đỉnh lặp lại (xem 5.4.3.2.4).

CHÚ THÍCH: Ngoài ra, đối với các trường hợp mà tại đó các giá trị thực tế của điện áp khởi phát và điện áp dập tắt PD được xem xét, trình tự đo được mô tả ở Điều D.1 của Phần 1.

Khi thử nghiệm, thử nghiệm PD thường được áp dụng cho các linh kiện, bộ phận nhỏ và thiết bị nhỏ. Khi thử nghiệm thiết bị phức tạp, cần thận trọng để cho phép suy giảm quá mức các tín hiệu PD khi được đo tại các đầu nối thiết bị.

Điện áp dập phóng điện tối thiểu yêu cầu phải cao hơn, bởi hệ số F_1 , so với giá trị cao nhất của điện áp được liệt kê ở trên.

Theo loại mẫu thử nghiệm, ban kỹ thuật phải quy định

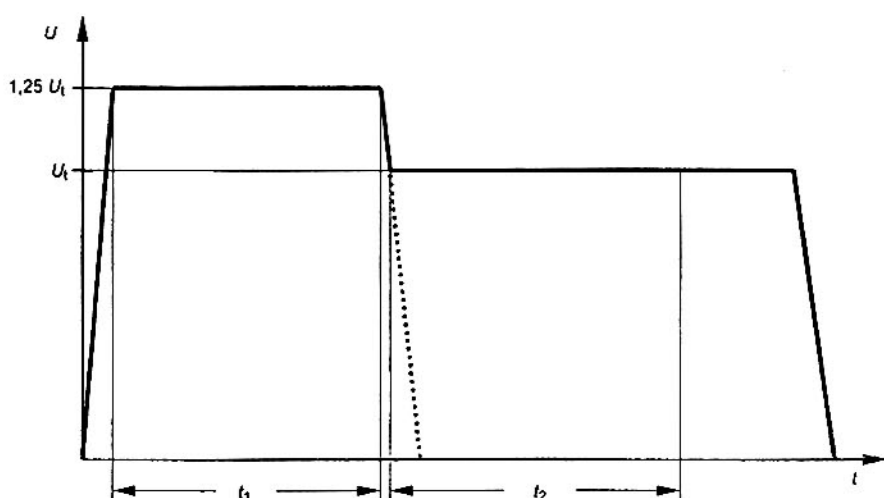
- mạch thử nghiệm (Điều C.1 của Phần 1),
- thiết bị đo (Điều C.3 của Phần 1 và Điều D.2 của Phần 1),

- tần số đo (C.3.1 của Phần 1 và D.3.3 của Phần 1),
- quy trình thử nghiệm (6.1.3.5.3).

6.1.3.5.3 Trình tự thử nghiệm

Giá trị điện áp thử nghiệm U_t bằng 1,2 lần điện áp dập tắt phóng điện cục bộ yêu cầu U_e . Theo độ trễ phóng điện cục bộ (xem 6.1.3.5.1) phải áp dụng giá trị ban đầu bằng 1,25 lần điện áp thử nghiệm.

Điện áp phải được tăng đều từ 0 V đến điện áp thử nghiệm ban đầu $F_2 \times U_t$, tức là $F_1 \times F_2 = 1,2 \times 1,25 = 1,5$ lần giá trị cao nhất của điện áp được liệt kê trong 6.1.3.5.2. Sau đó, giá trị này được giữ ổn định trong thời gian quy định t_1 không quá 5 s. Nếu không xảy ra phóng điện cục bộ, điện áp thử nghiệm được giảm về không sau thời gian t_1 . Nếu xảy ra phóng điện cục bộ, điện áp được giảm về điện áp thử nghiệm U_t , và được giữ không đổi trong thời gian quy định t_2 cho đến khi đo độ lớn phóng điện cục bộ.



Hình 1 – Điện áp thử nghiệm

6.1.3.5.4 Tiêu chí chấp nhận

Áp dụng 6.1.3.5.4 của Phần 1.

6.1.3.6 Thử nghiệm điện áp một chiều

Thử nghiệm điện áp một chiều với điện áp thử nghiệm bằng giá trị đỉnh của điện áp xoay chiều không hoàn toàn tương đương với thử nghiệm điện áp xoay chiều do các đặc trưng chịu đựng khác nhau của cách điện rắn đối với các loại điện áp này. Tuy nhiên trong trường hợp ứng suất điện áp một chiều thuần túy thì thử nghiệm điện áp một chiều là thích hợp.

Điện áp thử nghiệm một chiều về cơ bản phải không có nhấp nhô. Yêu cầu này được thỏa mãn khi tỷ số giữa các giá trị đỉnh của điện áp và giá trị trung bình bằng $1,0 \pm 3\%$. Giá trị trung bình của điện áp thử nghiệm một chiều phải bằng với giá trị đỉnh của điện áp thử nghiệm xoay chiều trong 6.1.3.1 b).

TCVN 10884-5:2015

Đối với cách điện chính và cách điện phụ, điện áp thử nghiệm có cùng giá trị với giá trị điện áp trong 6.1.3.1 b). Đối với cách điện tăng cường, điện áp thử nghiệm bằng hai lần giá trị được sử dụng cho cách điện chính.

Điện áp thử nghiệm một chiều phải tăng đều từ 0 V đến giá trị quy định trong 5.4.3.2 trong thời gian không quá 5 s và duy trì tại giá trị đó trong tối thiểu 60 s.

CHÚ THÍCH 1: Trong một số trường hợp nhất định, dòng nạp do điện dung có thể sẽ quá cao và có thể cần thời gian tăng dài hơn.

Thiết bị thử nghiệm được quy định trong IEC 61180-2. Khuyến cáo rằng dòng điện ngắn mạch đầu ra của máy phát không được nhỏ hơn 200 mA.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các điện áp thử nghiệm vượt quá 3 kV, vừa đủ để công suất danh định của thiết bị thử nghiệm bằng hoặc lớn hơn 600 VA là thích hợp.

Dòng điện tác động của máy phát phải được điều chỉnh đến giá trị dòng điện tác động 100 mA hoặc đối với các điện áp thử nghiệm trên 6 kV đến giá trị cao nhất có thể.

CHÚ THÍCH 3: Đối với thử nghiệm thường xuyên, dòng điện tác động có thể được điều chỉnh xuống mức thấp hơn nhưng không nhỏ hơn 10 mA.

6.1.3.7 Thử nghiệm điện áp tần số cao

Đối với các điện áp tần số cao theo 5.4.3.2.5, các thử nghiệm điện áp xoay chiều bổ sung hoặc thay thế theo 6.1.3.4 hoặc các thử nghiệm phóng điện cục bộ theo 6.1.3.5 có thể là cần thiết.

CHÚ THÍCH: Thông tin về các đặc trưng chịu đựng của cách điện ở tần số cao và các phương pháp thử nghiệm được cho trong TCVN 10884-4 (IEC 60664-4).

6.1.4 Thực hiện thử nghiệm điện môi trên thiết bị hoàn chỉnh

6.1.4.1 Quy định chung

Áp dụng 6.1.4.1 của Phần 1.

6.1.4.2 Các bộ phận cần thử nghiệm

Áp dụng 6.1.4.2 của Phần 1.

6.1.4.3 Chuẩn bị các mạch điện cho thiết bị

Áp dụng 6.1.4.3 của Phần 1.

6.1.4.4 Các giá trị điện áp thử nghiệm

Mạch điện nối với lưới điện hạ áp được thử nghiệm theo 6.1.2 và 6.1.3.

Điện áp thử nghiệm giữa hai mạch điện của thiết bị phải có giá trị ứng với điện áp cao nhất có thể xảy ra trong thực tế giữa các mạch điện này.

6.1.4.5 Tiêu chí thử nghiệm

Áp dụng 6.1.4.5 của Phần 1.

6.1.5 Các thử nghiệm khác

Áp dụng 6.1.5 của Phần 1.

6.1.6 Độ chính xác phép đo của các tham số thử nghiệm

Áp dụng 6.1.6 của Phần 1.

6.2 Phép đo chiều dài đường rò và khe hở không khí

Áp dụng 6.2 của Phần 1, ngoài ra đối với mục đích của tiêu chuẩn này, chỉ áp dụng ví dụ 1, 5 và 11.

Phụ lục A

(tham khảo)

Xác định kích thước để duy trì điện trở cách điện nhỏ nhất

A.1 Giới thiệu

Phụ lục này đưa ra thông tin về việc xác định kích thước chiều dài đường rò nhằm duy trì điện trở cách điện thích hợp cho các điện áp hiệu dụng đến 10 000 V, liên quan đến các chiều dài đường rò đến 250 mm. Mặc dù phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này được giới hạn ở các khoảng cách đến 2 mm, thông tin này được cung cấp vì đặc trưng chiều dài đường rò được dựa trên mức ẩm mà không dựa trên mức nhiễm bẩn.

A.2 Tương quan giữa điện trở cách điện tối thiểu và mức ẩm

Sự phù hợp với yêu cầu dòng điện rò tối đa quy định hoặc điện trở cách điện tối thiểu có thể được kiểm tra sử dụng các giá trị điện trở trong Bảng A.1 và tính đến độ ẩm tương đối lớn nhất dự kiến tại bề mặt cách điện. Các giá trị trong Bảng A.1 dựa trên dữ liệu nghiên cứu cho các chiều dài đường rò cho trong Bảng A.2 giữa các dây dẫn song song có chiều dài 50 mm. Đối với các kích thước theo chiều dọc khác, điện trở cách điện có thể được giả thiết có quan hệ tỷ lệ nghịch.

Các giá trị trong Bảng A.1 biểu diễn tương quan giữa mức ẩm và độ ẩm tương đối của môi trường vi mô và có hiệu lực khi không có ngưng tụ trên bề mặt cách điện.

Bảng A.1 – Điện trở cách điện tối thiểu

Mức ẩm	Độ ẩm tương đối		Điện trở cách điện tối thiểu %
	Liên tục %	Thời gian ngắn %	
HL 2 ^{a)}	≤ 75	≤ 75	> 10 ⁶
HL 2	≤ 75	≤ 85	> 10 ⁵
HL 3	≤ 95	≤ 95	> 10 ⁴
CHÚ THÍCH 1: Độ ẩm tương đối lớn hơn 95 % tồn tại trong khoảng thời gian kéo dài có thể dẫn đến giảm điện trở cách điện hơn nữa. Tuy nhiên, nói chung điện trở cách điện sẽ còn khoảng lớn hơn 10 ³ Ω.			
CHÚ THÍCH 2: Các giá trị đối với điện trở cách điện tối thiểu áp dụng cho các điều kiện trường hợp xấu nhất. Các giá trị nhỏ nhất trung bình ít nhất có độ lớn cao hơn một bậc.			
CHÚ THÍCH 3: Các kết quả thử nghiệm chỉ ra rằng điện trở cách điện sẽ bị giảm xuống khoảng hai bậc độ lớn nếu độ ẩm tương đối tăng từ 50 % đến 75 %. Tăng độ ẩm tương đối từ 75 % đến 95 % sẽ giảm điện trở cách điện thêm cỡ khoảng hai bậc độ lớn nữa.			
^{a)} Điện trở cách điện nhỏ nhất > 10 ⁶ chỉ có thể được duy trì trong điều kiện HL 2 nếu độ ẩm tương đối không vượt quá 75 % cho dù trong thời gian ngắn.			

A.3 Xác định kích thước

Các kích thước trong Bảng A.2 và Bảng 5 áp dụng cho độ ẩm cao nhất quy định trong Bảng A.1. Độ ẩm trên 95 %, hoặc ngưng tụ, khi có điện áp được đặt ngang chiều dài đường rò sẽ làm cho điện trở cách điện giảm vĩnh viễn.

Kích thước tối thiểu đối với chiều dài đường rò trong Bảng A.2 được đánh giá bằng cách đánh giá dữ liệu thu thập có hệ thống và được tính toán theo vòng đời mong đợi của thiết bị tối thiểu là 15 năm khi chịu ứng suất điện áp liên tục.

Bảng A.2 – Chiều dài đường rò để duy trì điện trở cách điện nhỏ nhất

Điện áp hiệu dụng ^{a)}	Chiều dài đường rò nhỏ nhất			
	Mức ẩm			
	HL 2 điện áp một chiều mm	HL 2 điện áp xoay chiều mm	HL 3 điện áp một chiều mm	HL 3 điện áp xoay chiều ^{b)} mm
V				
≤ 40			1,0	1,00
50			1,0	1,25
63	0,16	0,16	1,0	1,6
80	0,19	0,19	1,2	2,0
100	0,22	0,22	1,4	2,5
125	0,25	0,27	1,6	3,1
160	0,30	0,42	1,9	4,0
200	0,35	0,66	2,2	5,0
250	0,40	1,0	2,5	6,3
320	0,63	1,6	3,2	8,0 ^{c)}
400	1,0	2,5	4,0	10,0
500	1,5	4,0	5,0	12,5
630	2,5	6,3	6,3	16
800	4,0 ^{c)}	8,0 ^{c)}	8,0 ^{c)}	20
1 000	5,0	10,0	10,0	25
1 250	6,3	12,5	12,5	32
1 600	8,0	16	16	40
2 000	10,0	20	20	50
2 500	12,5	25	25	63
3 200	16	32	32	80
4 000	20	40	40	100
5 000	25	50	50	125
6 300	32	63	63	160
8 000	40	80	80	200
10 000	50	100	100	250

^{a)} Điện áp này là:

- đối với cách điện chức năng: điện áp làm việc;
- đối với cách điện chính và cách điện phụ của mạch được cấp điện trực tiếp từ lưới điện (xem 4.3.2.2.1): điện áp được hợp lý hoá từ Bảng F.3a hoặc Bảng F.3b của Phần 1, dựa trên điện áp danh định của thiết bị hoặc điện áp cách điện danh định;
- đối với cách điện chính và cách điện phụ của hệ thống, thiết bị và các mạch điện bên trong không được cấp điện trực tiếp từ lưới điện (xem 4.3.2.2.2 của Phần 1): điện áp hiệu dụng cao nhất có thể có trong hệ thống, thiết bị hoặc mạch điện bên trong khi được cấp điện ở điện áp danh định và làm việc trong các điều kiện kết hợp khó khăn nhất trong phạm vi thông số đặc trưng của thiết bị.

^{b)} Lớp thủy tinh epoxy (FR4) và nhựa polycarbon không được sử dụng trong các điều kiện này.

^{c)} Các giá trị này và những giá trị cho điện áp cao hơn được xác định bằng cách ngoại suy tuyến tính dữ liệu nghiên cứu.

Phụ lục B

(quy định)

Thử nghiệm hấp phụ nước

B.1 Mục đích

Để xác định kích thước của chiều dài đường rò đối với phóng điện bề mặt, sử dụng đặc tính hấp phụ nước của vật liệu cách điện là thích hợp. Theo khả năng chịu xung của bề mặt nhiều vật liệu cách điện trong điều kiện ẩm, thiết lập được các nhóm hấp phụ nước WAG 1, WAG 2, WAG 3 và WAG 4. Mục đích của các thử nghiệm này nhằm đánh giá nhóm hấp phụ nước thích hợp với bề mặt vật liệu cách điện bằng cách xác định độ ẩm tương đối tới hạn.

B.2 Đặc trưng chịu đựng của chiều dài đường rò trong điều kiện ẩm cao

Khả năng chịu điện áp của chiều dài đường rò có thể giảm đáng kể trong điều kiện ẩm cao. Trong các điều kiện này, nước có thể hấp thụ vào bề mặt vật liệu cách điện. Chiều dài đường rò càng ngắn thì càng bị ảnh hưởng bởi hiện tượng này.

B.3 Phương pháp thử nghiệm

B.3.1 Mẫu thử

Một mẫu vật liệu cách điện còn mới có chiều dày xấp xỉ 1,5 mm, sử dụng kích thước và cấu hình điện cực theo Hình B.1. Mẫu có thể được chuẩn bị bằng các phương pháp xử lý mạch in, trong trường hợp vệ sinh thích hợp là quan trọng vì những phần còn sót lại sau quá trình chế tạo có thể ảnh hưởng đáng kể đến các kết quả thử nghiệm. Các kết quả thử nghiệm đối với tất cả các điểm đo phải được đưa vào đánh giá thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Nếu mẫu thử không thể chuẩn bị bằng phương pháp xử lý mạch in, có thể sử dụng một mảnh vật liệu bề mặt phẳng có các điện cực phẳng như chỉ ra trên Hình B.1 được ép chặt lên bề mặt. Thực hiện tối thiểu 10 thử nghiệm tại các vị trí khác nhau trên cùng mẫu thử để tính đến sự phân tán độ ẩm tương đối tới hạn do cấu trúc không đồng nhất của vật liệu phức hợp. Giá trị kết quả trung bình được tính khi độ phân tán có thể chấp nhận được.

B.3.2 Đo điện áp chịu xung

Mạch thử nghiệm biểu diễn trên Hình B.2. Điện áp thử nghiệm cực tính âm được cung cấp từ máy phát xung có dạng sóng điện áp 1,2/50 μ s (xem IEC 61180-1) và trở kháng đầu ra nằm trong khoảng từ 50 Ω đến 500 Ω . Mẫu thử được đặt trong tủ khí hậu và độ ẩm tương đối đặt đến giá trị thích hợp. Mẫu thử được cấp năng lượng từ máy phát xung. Tán xạ thống kê của điện áp chịu xung có thể giảm do chiếu sáng UV, ví dụ được cấp từ đèn hơi thủy ngân. Không cần chiếu sáng UV nếu thực hiện liên tiếp từ 10

TCVN 10884-5:2015

đến 20 thử nghiệm phóng điện bề mặt thích hợp trên cùng mẫu. Trong trường hợp này, tán xạ điện áp phóng điện bề mặt được phân tích và điện áp chịu đựng có giới hạn thấp hơn (giá trị 3 σ). Điện áp thử nghiệm đặt vào có thể được đo sử dụng đầu đo điện áp cao và máy hiện sóng có nhớ kỹ thuật số.

CHÚ THÍCH: Quy trình thử nghiệm có thể được kiểm soát bằng máy vi tính nếu có giao diện phù hợp.

B.3.3 Quy trình thử nghiệm

Các mẫu được chuẩn bị có các khoảng cách điện cực 6,3 mm, 2,5 mm, 1 mm, 0,4 mm và 0,16 mm như chỉ ra trên Hình B.1. Các mẫu phải tính đến ảnh hưởng của các quy trình chế tạo trên bề mặt vật liệu, như đúc hoặc gia công cơ khí.

Đề xuất quy trình sau:

Mẫu thử nghiệm được duy trì ở nhiệt độ $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ và độ ẩm tương đối $(70 \pm 3)\%$ trong tối thiểu 4 h. Sau ổn định này, đo điện áp chịu xung theo B.3.2 tại các giá trị khác nhau của độ ẩm tương đối.

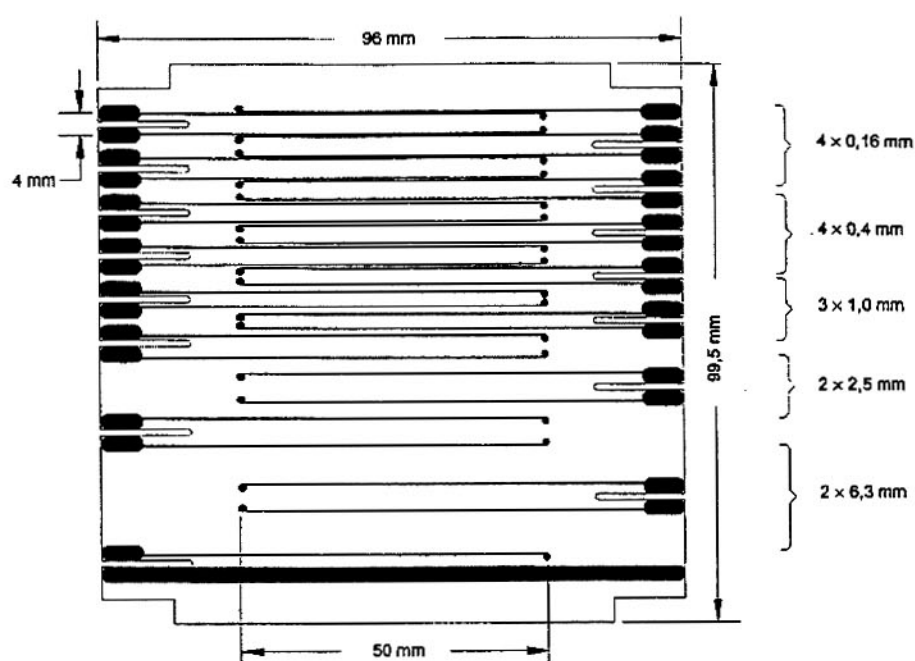
Độ ẩm tương đối ban đầu là 70 % và tăng càng nhanh càng tốt theo các nấc 5 % đến giá trị lớn nhất 95 %. Tại mỗi nấc, đo điện áp chịu xung. Đạt đến mức ẩm giới hạn khi điện áp chịu xung giảm xuống còn 95 % giá trị của nó ở độ ẩm tương đối 70 %.

Các xung điện áp có biên độ tăng được đặt lên từng khoảng cách điện cực đến khi xuất hiện phóng điện bề mặt. Đánh giá điện áp chịu xung theo B.3.2.

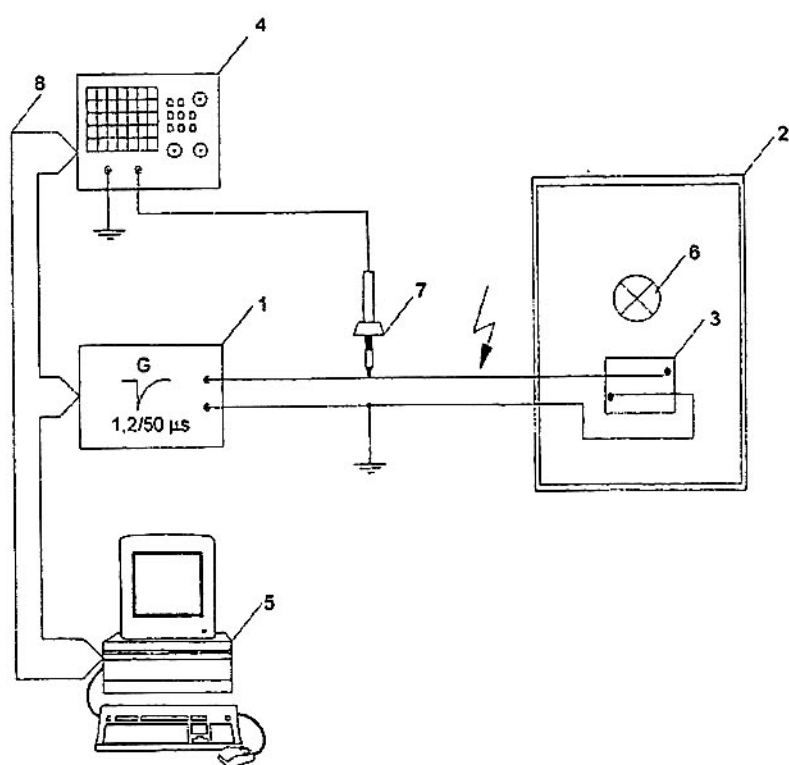
Độ ẩm tương đối tới hạn được xác định cho mỗi khoảng cách và nhóm hấp phụ nước của vật liệu thiết lập theo 5.3.2.3.5. Biểu diễn đồ thị kết quả thử nghiệm độ ẩm tương đối tới hạn cho vật liệu được liệt kê trong 5.3.2.3.5 được chỉ ra trên Hình B.3.

CHÚ THÍCH 1: Mẫu thử theo Hình B.1 có nhiều điểm đo đối với mỗi khoảng cách cho phép một số thử nghiệm ban đầu được điều chỉnh điện áp.

CHÚ THÍCH 2: Hình B.3 dựa trên các nấc độ ẩm nhỏ hơn 1 %.



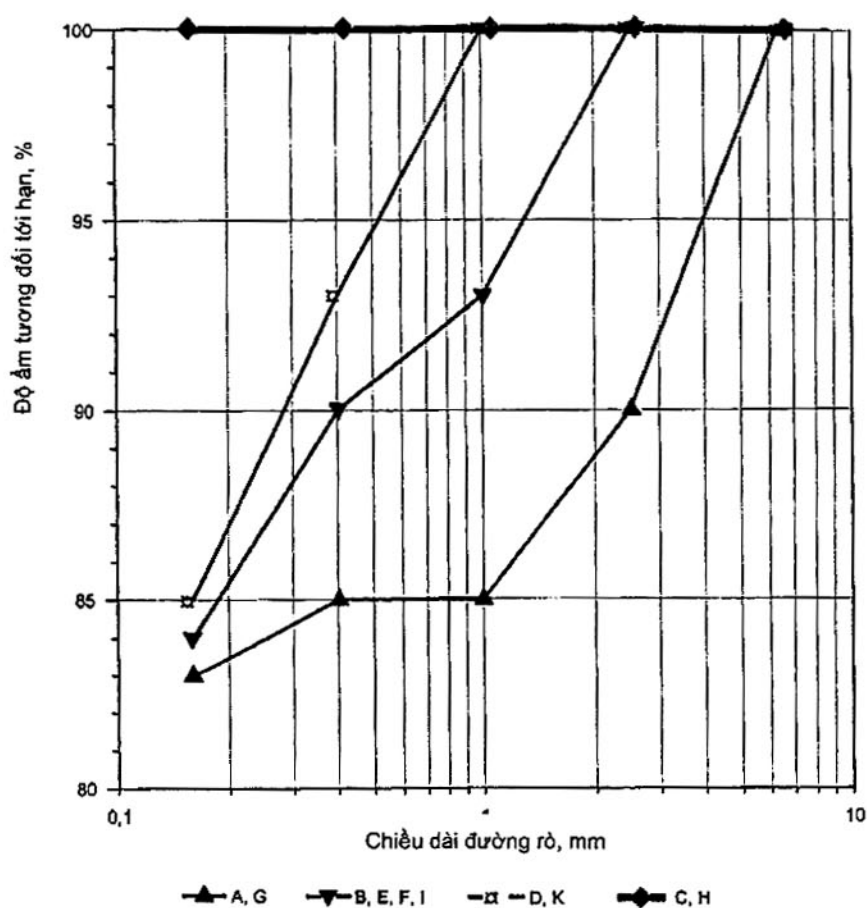
Hình B.1 – Bố trí mẫu thử



CHÚ DẪN:

- 1 máy phát xung
- 2 tủ khí hậu
- 3 mẫu thử nghiệm
- 4 máy hiện sóng có nhớ kỹ thuật số
- 5 máy vi tính
- 6 chiếu sáng UV (xem B.3.2)
- 7 đầu đo điện áp cao
- 8 bus dữ liệu

Hình B.2 – Mạch thử nghiệm

**CHÚ DẪN:**

- A gốm (97 %, Al_2O_3 , không tráng men)
- B lớp thủy tinh epoxy FR4
- C nhựa polyette (nhựa nhiệt cứng), loại 802
- D nhựa phenol, loại 31.5
- E màng polyimide được dát mỏng lên lớp thủy tinh epoxy FR4
- F lá mỏng dạng giấy nhựa phenol FR2
- G màng polyette GPO III
- H nhựa melamin, loại 150
- I polybutylen terephthalate
- K polycarbon

Hình B.3 – Độ ẩm tương đối tới hạn của vật liệu cách điện

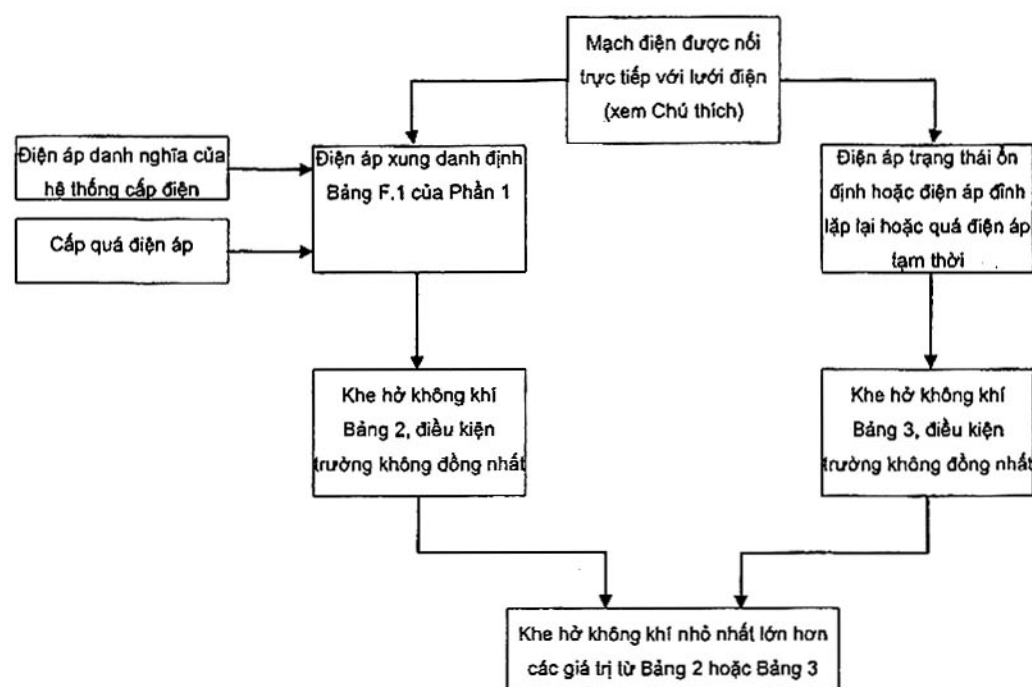
Phụ lục C

(tham khảo)

Sơ đồ xác định kích thước

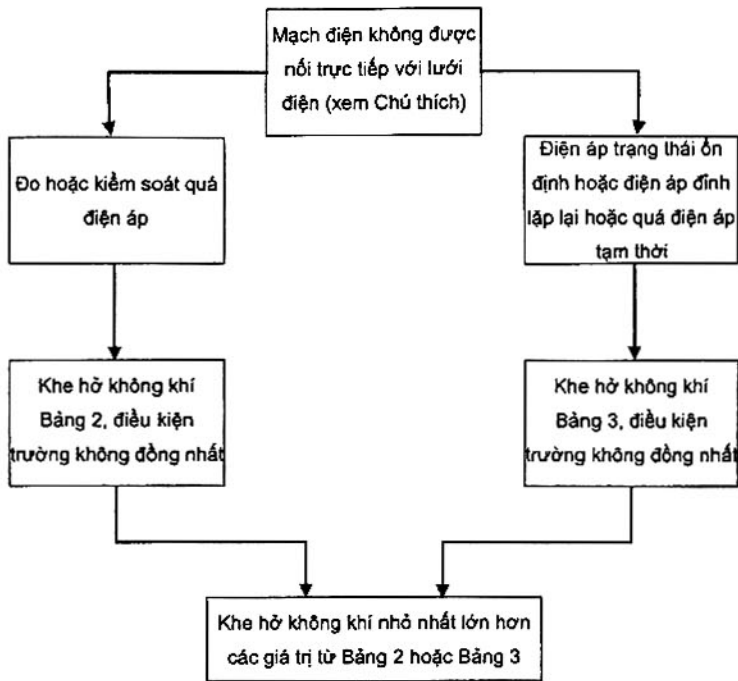
Sơ đồ dưới đây biểu diễn mối quan hệ giữa các hệ số ảnh hưởng tới việc xác định kích thước khe hở không khí và chiều dài đường rò đối với phối hợp cách điện. Sơ đồ chỉ tập trung vào các hệ số chính mà không nhằm thay thế việc rà soát đầy đủ các điều liên quan.

Chú ý rằng các quy trình xác định kích thước cho các khe hở không khí và chiều dài đường rò là độc lập. Do đó, khi khe hở không khí và chiều dài đường rò trùng khớp trên cùng bề mặt cách điện thì phải sử dụng kích thước khe hở không khí hoặc chiều dài đường rò lớn hơn.



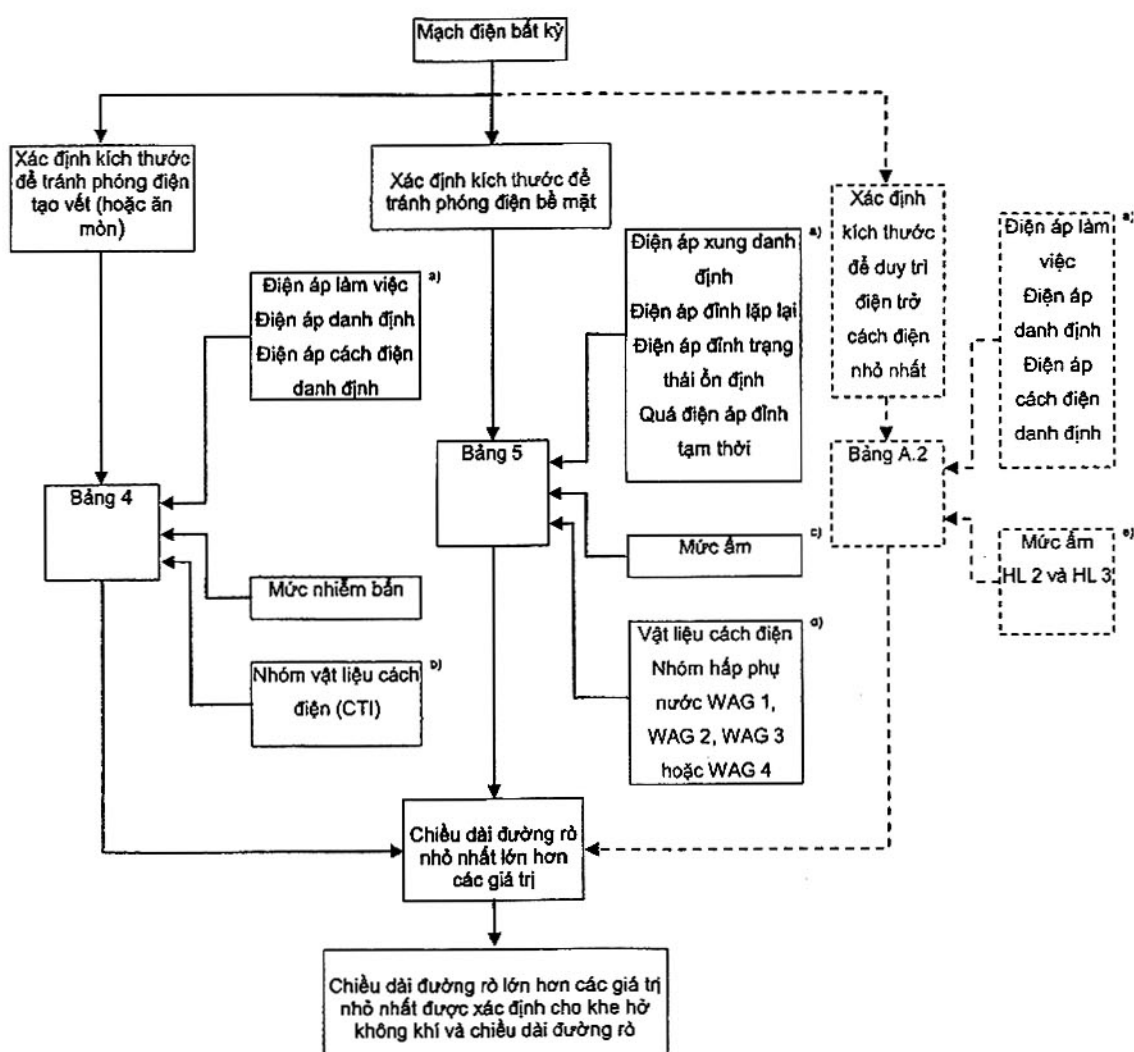
CHÚ THÍCH: Bao gồm tất cả các mạch điện được tác động bởi điện áp ngoài.

Hình C.1 – Sơ đồ xác định kích thước khe hở không khí cho mạch điện được nối trực tiếp với lưới điện



CHÚ THÍCH: Bao gồm tất cả các mạch điện không bị ảnh hưởng đáng kể do điện áp quá độ bên ngoài.

Hình C.2 – Sơ đồ xác định kích thước khe hở không khí cho mạch điện không được nối trực tiếp với lưới điện



CHÚ THÍCH: Các khung nét đứt chỉ để tham khảo.

Các bước để xác định kích thước chiều dài đường rò nhỏ nhất:

- ^{a)} Sử dụng giá trị điện áp lớn nhất.
- ^{b)} Đối với thủy tinh, gốm hoặc các vật liệu cách điện vô cơ mà không tạo vết, chiều dài đường rò không cần phải lớn hơn khe hở không khí kết hợp của chúng, xem 5.3.2.3.4.
- ^{c)} Nếu HL 1, sử dụng giá trị khe hở không khí liên quan. Nếu HL 2 hoặc HL 3, sử dụng Bảng 5.
- ^{d)} Nhóm hấp phụ nước có thể xác định bằng thử nghiệm của Phụ lục B.
- ^{e)} Nếu HL 1, sử dụng giá trị khe hở không khí liên quan. Nếu HL 2 hoặc HL 3, sử dụng Bảng A.2.

Hình C.3 – Sơ đồ xác định kích thước chiều dài đường rò

Phụ lục D

(tham khảo)

Thử nghiệm chịu điện áp cho chiều dài đường rò trong điều kiện ẩm

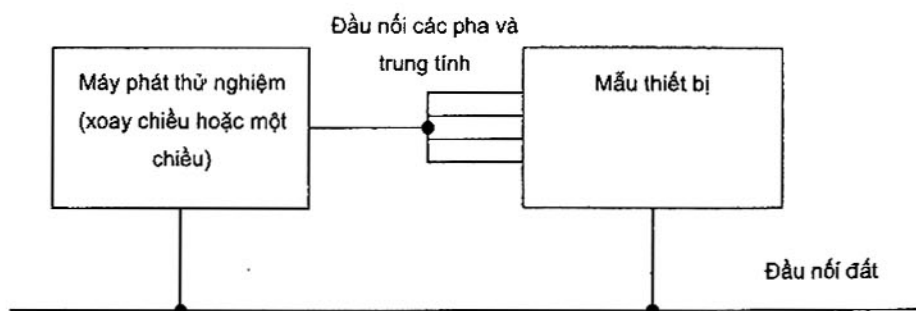
Thử nghiệm thích hợp để thử nghiệm chiều dài đường rò liên quan đến khả năng chịu đựng của chúng trong điều kiện ẩm chính là thử nghiệm điện áp xung. Mặc dù không khó để sử dụng thử nghiệm này cho chiều dài đường rò cách ly, nhưng có thể không thực tế khi sử dụng thử nghiệm này cho thiết bị hoàn chỉnh do thiết bị có thể không luôn cách ly chiều dài đường rò.

Quy trình thử nghiệm sau đây đưa ra thử nghiệm điện áp xoay chiều hoặc một chiều có thể thay thế thử nghiệm điện áp xung cho thiết bị chịu điều kiện ẩm. Thử nghiệm này cũng bao gồm các yêu cầu chịu đựng đối với quá điện áp tạm thời ngắn hạn.

Các điều kiện ẩm được chọn theo mức ẩm thích hợp. Khuyến cáo các độ ẩm tương đối sau: HL 2, 85 % và HL 3, 95 %. Thiết bị được duy trì tại mức ẩm và tại nhiệt độ $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ trong tối thiểu 4 h trước khi thử nghiệm.

Mạch điện được chuẩn bị theo 6.1.4.3 của Phần 1 và như thể hiện trên Hình D.1. Điện áp thử nghiệm có tần số 50/60 Hz hoặc điện áp một chiều có giá trị điện áp bằng với giá trị đỉnh của điện áp xoay chiều. Đối với cách điện chính, giá trị hiệu dụng của điện áp thử nghiệm là $1\,200\text{ V} + U_n$ hoặc 0,707 lần điện áp xung danh định thích hợp theo Bảng F.1 của Phần 1 được hiệu chỉnh theo hệ số hiệu chỉnh trong 6.1.2.2.1.3 của Phần 1, chọn giá trị cao hơn bất kỳ. Đặt điện áp trong thời gian quy định trong 6.1.3.4.1.

CHÚ THÍCH: Ví dụ đối với thiết bị đặt ở độ cao 2 000 m so với mực nước biển, cấp quá điện áp II có điện áp danh định $U_n = 250\text{ V}$, giá trị điện áp thử nghiệm xoay chiều cho cách điện chính là giá trị cao hơn trong các giá trị $1\,200\text{ V} + 250\text{ V}$ hoặc $0,707 \times 2\,500\text{ V} \times 1$, do đó điện áp thử nghiệm hiệu dụng là 1 768 V. Điện áp thử nghiệm một chiều tương ứng là giá trị cao hơn trong các giá trị $1\,414 \times (1\,200\text{ V} + 250\text{ V})$ hoặc 2 500 V, do đó điện áp thử nghiệm một chiều là 2 500 V.



Hình D.1 – Bố trí thử nghiệm chịu điện áp

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Zentralverband Elektrotechnik-und Elektronikindustrie e.V [ZVEI], Kurzzeitspannungsfestigkeit kleiner Isolierstrecken unter dem Einfluss natürlicher Umgebungsbedingungen (*Withstand capability of small insulating distances under the influence of different environmental conditions*) May 1989 (*Khả năng chịu đựng của các khoảng cách cách điện nhỏ dưới ảnh hưởng của các điều kiện môi trường khác nhau (5/1989)*)
- [2] Zentralverband Elektrotechnik-und Elektronikindustrie e.V [ZVEI], Kriechstromsichere Bemessung von Isolierungen bei Niederspannung (*Dimensioning of insulation for low-voltage equipment in order to avoid failure due to tracking*) May 1989(*Xác định kích thước cách điện cho thiết bị hạ áp nhằm tránh hỏng do phóng điện tạo vết*)
- [3] IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) Amendment 1 (1999)* (*Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (Mã IP)*)
-