

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10884-1:2015

IEC 60664-1:2007

Xuất bản lần 1

**PHỐI HỢP CÁCH ĐIỆN DÙNG CHO THIẾT BỊ
TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN HẠ ÁP - PHẦN 1: NGUYÊN TẮC,
YÊU CẦU VÀ THỬ NGHIỆM**

*Insulation coordination for equipment within low-voltage systems -
Part 1: Principles, requirements and tests*

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	10
4 Cơ sở của phối hợp cách điện	17
5 Yêu cầu và quy tắc xác định kích thước.....	27
6 Thử nghiệm và đo	38
Phụ lục A (tham khảo) – Cơ sở dữ liệu về các đặc trưng chịu thử của khe hở không khí	56
Phụ lục B (tham khảo) – Điện áp danh nghĩa của hệ thống cấp điện đối với các chế độ không chế quá điện áp khác nhau.....	62
Phụ lục C (quy định) – Phương pháp thử nghiệm phóng điện cục bộ	64
Phụ lục D (tham khảo) – Thông tin bổ sung về các phương pháp thử nghiệm phóng điện cục bộ	70
Phụ lục E (tham khảo) – So sánh chiều dài đường rò quy định trong Bảng F.4 và khe hở không khí trong Bảng A.1	74
Phụ lục F (quy định) – Các bảng	75
Thư mục tài liệu tham khảo	84

Lời nói đầu

TCVN 10884-1:2015 hoàn toàn tương đương với IEC 60664-1:2007;

TCVN 10884-1:2015 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 1: Nguyên tắc, yêu cầu và thử nghiệm

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems -

Part 1: Principles, requirements and tests

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đề cập đến phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp. Tiêu chuẩn này áp dụng cho thiết bị sử dụng ở độ cao đến 2 000 m so với mực nước biển có điện áp danh định đến 1 000 V xoay chiều, với tần số danh định đến 30 kHz hoặc điện áp danh định đến 1 500 V một chiều.

Tiêu chuẩn quy định các yêu cầu về khe hở không khí, chiều dài đường rò và cách điện rắn cho thiết bị dựa trên tiêu chí tính năng của chúng. Tiêu chuẩn này đưa ra các phương pháp thử nghiệm điện đối với phối hợp cách điện.

Khe hở không khí tối thiểu được quy định trong tiêu chuẩn này không áp dụng tại nơi xảy ra các khí ion hoá. Các yêu cầu đặc biệt cho các tình huống như vậy có thể được quy định với sự cân nhắc kỹ của ban kỹ thuật.

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, khi nhắc đến ban kỹ thuật nghĩa là đề cập đến các ban kỹ thuật của các sản phẩm cụ thể liên quan.

Tiêu chuẩn này không đề cập đến các khoảng cách

- qua cách điện là chất lỏng
- qua các khí không phải không khí
- qua không khí nén

CHÚ THÍCH 1: Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp có tần số danh định trên 30 kHz được đề cập trong TCVN 10884-4 (IEC 60664-4).

CHÚ THÍCH 2: Các điện áp cao hơn có thể tồn tại trong các mạch điện bên trong của thiết bị.

CHÚ THÍCH 3: Hướng dẫn xác định kích thước cho độ cao lớn hơn 2 000 m được đề cập trong Bảng A.2.

Mục đích của tiêu chuẩn an toàn cơ bản này nhằm hướng dẫn cho các ban kỹ thuật chịu trách nhiệm về các thiết bị khác nhau hợp lý hoá các yêu cầu để đạt được phối hợp cách điện.

TCVN 10884-1:2015

Tiêu chuẩn này cung cấp các thông tin cần thiết để đưa ra hướng dẫn cho các ban kỹ thuật khi quy định về khe hở không khí, chiều dài đường rò và cách điện rắn của thiết bị.

Cần thận trọng để thấy rằng các nhà chế tạo và các ban kỹ thuật phải có trách nhiệm tuân thủ các yêu cầu quy định trong tiêu chuẩn an toàn cơ bản này hoặc viện dẫn khi cần thiết trong các tiêu chuẩn của các thiết bị thuộc phạm vi áp dụng của chúng.

Trong trường hợp không có giá trị quy định cho khe hở không khí, chiều dài đường rò và yêu cầu đối với cách điện rắn trong các tiêu chuẩn sản phẩm liên quan, hoặc thậm chí trong trường hợp không có các tiêu chuẩn, thì áp dụng tiêu chuẩn này.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố, 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 7699-1:2007 (IEC 60068-1:1988), *Thử nghiệm môi trường – Phần 1: Quy định chung và hướng dẫn*

TCVN 7699-2-14:2007 (IEC 60068-2-14:1984), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-14: Các thử nghiệm – Thử nghiệm N: Thay đổi nhiệt độ*

TCVN 7699-2-78:2007 (IEC 60068-2-78:2001), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-78: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Cab: Nóng ẩm, không đổi*

TCVN 7919 (IEC 60216) (tất cả các phần), *Vật liệu cách điện – Đặc tính của độ bền nhiệt*

TCVN 8095-151:2010 (IEC 60050(151):2001), *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Phần 151: Thiết bị điện và thiết bị từ*

TCVN 8095-212:2009 (IEC 60050(212):1990), *Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Phần 212: Cách điện rắn, lỏng và khí*

TCVN 9630-1:2013 (IEC 60243-1:1998), *Độ bền điện của vật liệu cách điện – Phương pháp thử – Phần 1: Thử nghiệm ở tần số công nghiệp*

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*

TCVN 10884-5 (IEC 60664-5), *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*

IEC 60038:1983¹, *IEC standard voltages (Điện áp tiêu chuẩn IEC)*

¹ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 7995:2009 hoàn toàn tương đương với IEC 60038:2002.

IEC 60050(604):1987 + Amd 1:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Chương 604: Phát, truyền tải và phân phối điện – Vận hành)

IEC 60050(826):2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826: Electrical installations* (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Phần 826: Lắp đặt điện)

IEC 60068-2-2:1974², *Environmental testing – Part 2-2: Tests. Test B: Dry heat* (Thử nghiệm môi trường – Phần 2-2: Các thử nghiệm – Thử nghiệm B: Nóng khô)

IEC 60085:2004³, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation* (Cách điện – Đánh giá về nhiệt và ký hiệu cấp chịu nhiệt)

IEC 60099-1:1991⁴, *Surge arresters – Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems* (Bộ chống sét – Phần 1: Bộ chống sét có khe hở kiểu điện trở phi tuyến dùng cho hệ thống điện xoay chiều)

IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials* (Phương pháp xác định các chỉ số chịu phóng điện và chỉ số phóng điện tương đối của vật liệu cách điện rắn)

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques - Partial discharge measurements* (Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao – Phép đo phóng điện cục bộ)

IEC 60364-4-44:2001⁵ + Amd 1:2003, *Electrical installations of buildings – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances* (Lắp đặt điện cho các toà nhà – Phần 4-44: Bảo vệ an toàn – Bảo vệ chống nhiễu điện áp và nhiễu điện từ)

IEC 61140:2001 + Amd 1:2004, *Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment* (Bảo vệ chống điện giật – Khía cạnh chung về hệ thống lắp đặt và thiết bị)

IEC 61180-1:1992, *High-voltage test techniques for low voltage equipment - Part 1: Definitions, test and procedure requirements* (Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao dùng cho thiết bị hạ áp – Phần 1: Định nghĩa, thử nghiệm và các yêu cầu về quy trình)

IEC 61180-2: 1994, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment - Part 2: Test equipment* (Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao dùng cho thiết bị hạ áp – Phần 2: Thiết bị thử)

IEC Guide 104: 1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (Biên soạn tiêu chuẩn về an toàn và mục đích của các tiêu chuẩn an toàn cơ bản và nhóm các tiêu chuẩn an toàn)

² Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 7699-2-2:2011 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-2:2007.

³ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 8086:2009 hoàn toàn tương đương với IEC 60085:2007.

⁴ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 8097-1:2010 hoàn toàn tương đương với IEC 60099-1:1999.

⁵ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 7447-4-44:2010 hoàn toàn tương đương với IEC 60364-4-44:2008.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1

Phối hợp cách điện (insulation coordination)

Mối liên hệ qua lại giữa các đặc trưng cách điện của thiết bị điện có tính đến môi trường vi mô dự kiến và các ứng suất ảnh hưởng khác.

CHÚ THÍCH: Các ứng suất điện áp dự kiến được đặc trưng bằng những đặc tính được định nghĩa trong 3.5 đến 3.7

3.2

Khe hở không khí (clearance)

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

3.3

Chiều dài đường rò (creepage distance)

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

[IEV 151-15-50]

3.4

Cách điện rắn (solid insulation)

Vật liệu cách điện rắn được đặt giữa hai bộ phận dẫn điện.

3.5

Điện áp làm việc (working voltage)

Giá trị hiệu dụng cao nhất có thể xuất hiện của điện áp xoay chiều hoặc một chiều đặt trên cách điện cụ thể bất kỳ khi thiết bị được cấp điện ở điện áp danh định.

CHÚ THÍCH 1: Bỏ qua các giá trị quá độ.

CHÚ THÍCH 2: Tính đến cả hai tình trạng hở mạch và làm việc bình thường.

3.6

Điện áp đỉnh lặp lại (recurring peak voltage)

U_{rp}

Giá trị đỉnh lớn nhất về độ lệch mang tính chu kỳ của dạng sóng điện áp gây ra do các biến dạng của điện áp xoay chiều hoặc thành phần xoay chiều xếp chồng lên điện áp một chiều.

CHÚ THÍCH: Các quá điện áp ngẫu nhiên, ví dụ do đóng cắt, không được coi là các điện áp đỉnh lặp lại.

3.7**Quá điện áp (overvoltage)**

Điện áp bất kỳ có giá trị đỉnh vượt quá giá trị đỉnh tương ứng của điện áp cực đại trạng thái ổn định trong điều kiện làm việc bình thường.

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

Quá điện áp tại tần số công nghiệp trong khoảng thời gian tương đối dài.

3.7.2**Quá điện áp quá độ (transient overvoltage)**

Quá điện áp trong khoảng thời gian ngắn cỡ vài mili giây hoặc ít hơn, dao động hoặc không dao động, thường có độ suy giảm cao.

[IEV 604-03-13]

3.7.3**Quá điện áp đóng cắt (switching overvoltage)**

Quá điện áp quá độ tại điểm bất kỳ trong hệ thống điện do thao tác đóng cắt hoặc sự cố nhất định.

3.7.4**Quá điện áp do sét (lightning overvoltage)**

Quá điện áp quá độ tại điểm bất kỳ trong hệ thống điện do phóng điện sét nhất định.

3.7.5**Quá điện áp chức năng (functional overvoltage)**

Quá điện áp được đặt một cách có tính toán cần thiết cho chức năng của thiết bị.

3.8**Điện áp chịu thử (withstand voltage)**

Điện áp đặt lên mẫu thử trong các điều kiện thử nghiệm quy định mà không gây ra phóng điện đánh thủng và/hoặc phóng điện bề mặt của mẫu thỏa đáng.

[IEV 212-01-31]

3.8.1**Điện áp chịu xung (impulse withstand overvoltage)**

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

3.8.2

Điện áp chịu thử hiệu dụng (r.m.s withstand voltage)

Giá trị hiệu dụng cao nhất của điện áp mà không gây ra phóng điện đánh thủng cách điện trong các điều kiện quy định.

3.8.3

Điện áp chịu thử đỉnh lặp lại (recurring peak withstand overvoltage)

Giá trị đỉnh cao nhất của điện áp lặp lại mà không gây ra phóng điện đánh thủng cách điện trong các điều kiện quy định.

3.8.4

Quá điện áp chịu thử tạm thời (temporary withstand overvoltage)

Giá trị hiệu dụng cao nhất của quá điện áp tạm thời mà không gây ra phóng điện đánh thủng cách điện trong các điều kiện quy định.

3.9

Điện áp danh định (rated voltage)

Giá trị điện áp được nhà chế tạo ấn định, cho một thành phần, cơ cấu hoặc thiết bị mà các đặc trưng về tính năng và hoạt động sẽ tham chiếu đến.

CHÚ THÍCH: Thiết bị có thể có nhiều giá trị điện áp danh định hoặc có thể có một dải điện áp danh định.

3.9.1

Điện áp cách điện danh định (rated insulation voltage)

Giá trị điện áp chịu thử hiệu dụng được nhà chế tạo ấn định cho thiết bị hoặc một phần của thiết bị, đặc trưng cho khả năng chịu thử quy định (thời gian dài) của cách điện.

CHÚ THÍCH: Điện áp cách điện danh định không nhất thiết phải bằng điện áp danh định của thiết bị mà chủ yếu liên quan đến việc thực hiện chức năng.

3.9.2

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.

3.9.3

Điện áp đỉnh lặp lại danh định (rated recurring peak voltage)

Giá trị điện áp chịu thử đỉnh lặp lại 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 điện áp đỉnh lặp lại.

3.9.4**Quá điện áp tạm thời danh định (rated temporary overvoltage)**

Giá trị quá điện áp chịu thử tạm thời do nhà chế tạo ấn định cho thiết bị hoặc một phần của thiết bị, đặc trưng cho khả năng chịu thử ngắn hạn quy định của cách điện đối với các điện áp xoay chiều.

3.10**Cấp quá điện áp (overvoltage category)**

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

CHÚ THÍCH 1: Các cấp quá điện áp I, II, III và IV được sử dụng, xem 4.3.3.2.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ 'cấp quá điện áp' trong tiêu chuẩn này đồng nghĩa với 'cấp chịu xung' được sử dụng trong IEC 60364-4-44, Điều 443.

3.11**Nhiễm bẩn (pollution)**

Tạp chất thêm vào bất kỳ ở dạng rắn, lỏng, hoặc khí có thể làm giảm độ bền điện hoặc điện trở suất bề mặt của vật liệu cách điện.

3.12**Môi trường (environment)**

Vùng xung quanh có thể ảnh hưởng đến tính năng của thiết bị hoặc hệ thống.

CHÚ THÍCH: Ví dụ về môi trường là áp suất, nhiệt độ, độ ẩm, nhiễm bẩn, bức xạ và rung.

[IEV 151-16-03, sửa đổi]

3.12.1**Môi trường vĩ mô (macro - environment)**

Môi trường của căn phòng hoặc khu vực khác mà thiết bị được lắp đặt hoặc sử dụng

3.12.2**Môi trường vi mô (micro - environment)**

Môi trường ngay sát cách điện mà ảnh hưởng cụ thể đến việc xác định kích thước của chiều dài đường rò.

3.13**Độ nhiễm bẩn (pollution degree)**

Con số đặc trưng cho sự nhiễm bẩn dự kiến của môi trường vi mô.

CHÚ THÍCH: Các độ nhiễm bẩn 1, 2, 3 và 4 được thiết lập trong 4.6.2.

3.14**Trường đồng nhất (homogeneous field)**

Trường điện có gradient điện áp về cơ bản là không đổi giữa các điện cực (trường đều) ví dụ trường giữa hai khối cầu có bán kính mỗi khối lớn hơn khoảng cách giữa chúng.

CHÚ THÍCH: Điều kiện trường đồng nhất được đề cập đến là trường hợp B.

3.15

Trường không đồng nhất (inhomogeneous field)

Trường điện có gradient điện áp về cơ bản là thay đổi giữa các điện cực (trường không đều).

CHÚ THÍCH: Điều kiện trường không đồng nhất của một cấu hình điện cực điểm-mặt phẳng là trường hợp xấu nhất đối với khả năng chịu thử điện áp và được đề cập đến là trường hợp A. Trường này được đại diện bởi điện cực điểm có bán kính 30 μm và mặt phẳng 1 m x 1 m.

3.16

Điều kiện quá điện áp có khống chế (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.

3.17

Cách điện (insulation)

Bộ phận của sản phẩm kỹ thuật điện dùng để cách ly các bộ phận dẫn có các điện thế khác nhau.

[IEV 212-01-05]

3.17.1

Cách điện chức năng (functional insulation)

Cách điện giữa các bộ phận dẫn cần thiết cho hoạt động đúng của thiết bị.

3.17.2

Cách điện chính (basic insulation)

Cách điện của các bộ phận mang điện nguy hiểm nhằm đảm bảo bảo vệ chính.

CHÚ THÍCH: Khái niệm này không áp dụng cho cách điện dành riêng cho các mục đích chức năng.

[IEV 826-12-14]

3.17.3

Cách điện phụ (supplementary insulation)

Cách điện độc lập được đặt bổ sung vào cách điện chính để bảo vệ khi cách điện chính bị hỏng.

[IEV 826-12-15]

3.17.4

Cách điện kép (double insulation)

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

[IEV 826-12-16]

3.17.5

Cách điện tăng cường (reinforced insulation)

Cách điện của các bộ phận mang điện nguy hiểm nhằm bảo đảm cấp bảo vệ chống điện giật tương đương với cách điện kép.

CHÚ THÍCH: Cách điện tăng cường có thể gồm nhiều lớp mà không thể thử nghiệm riêng lẻ như cách điện chính hay cách điện phụ.

[IEV 826-12-17]

3.18

Phóng điện cục bộ (partial discharge)

PD

Phóng điện chỉ bắc cầu qua một phần cách điện.

3.18.1

Điện tích biểu kiến (apparent charge)

q

Điện tích có thể đo được tại các đầu nối của mẫu cần thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 1: Điện tích biểu kiến nhỏ hơn điện tích phóng điện cục bộ.

CHÚ THÍCH 2: Việc đo điện tích biểu kiến yêu cầu điều kiện ngắn mạch tại các đầu nối của mẫu cần thử nghiệm (xem Điều D.2).

3.18.2

Độ lớn phóng điện quy định (specified discharge magnitude)

Độ lớn của điện tích biểu kiến được xét đến như giá trị giới hạn theo mục đích của tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Phải đánh giá xung có biên độ lớn nhất.

3.18.3

Tốc độ lặp xung (pulse repetition rate)

Số xung trung bình mỗi giây có điện tích biểu kiến cao hơn mức phát hiện.

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, không cho phép đánh giá độ lớn phóng điện theo tốc độ lặp xung.

3.18.4

Điện áp khởi phát phóng điện cục bộ (partial discharge inception voltage)

U_i

Giá trị đỉnh thấp nhất của điện áp thử nghiệm tại đó điện tích biểu kiến trở nên lớn hơn độ lớn phóng điện quy định khi điện áp thử nghiệm được tăng lên cao hơn một mức thấp mà ở đó không xảy ra phóng điện.

CHÚ THÍCH: Đối với các thử nghiệm bằng điện xoay chiều có thể sử dụng giá trị hiệu dụng.

3.18.5

Điện áp dập tắt phóng điện cục bộ (partial discharge extinction voltage)

U_e

Giá trị đỉnh thấp nhất của điện áp thử nghiệm tại đó điện tích biểu kiến trở nên nhỏ hơn độ lớn phóng điện quy định khi điện áp thử nghiệm giảm xuống thấp hơn mức cao mà tại đó đã xảy ra các phóng điện này.

TCVN 10884-1:2015

CHÚ THÍCH: Đối với các thử nghiệm bằng điện xoay chiều có thể sử dụng giá trị hiệu dụng.

3.18.6

Điện áp thử phóng điện cục bộ (partial discharge test voltage)

U_t

Giá trị đỉnh của điện áp thử nghiệm theo quy trình ở 6.1.3.5.3 tại đó điện tích biểu kiến nhỏ hơn độ lớn phóng điện quy định.

CHÚ THÍCH: Đối với các thử nghiệm bằng điện xoay chiều có thể sử dụng giá trị hiệu dụng.

3.19

Thử nghiệm (test)

Hoạt động kỹ thuật bao gồm việc xác định một hoặc nhiều đặc tính của một sản phẩm, quy trình hoặc dịch vụ cho trước theo một quy trình quy định.

[13.1 của ISO/IEC Guide 2: 1996]^[1]

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm được thực hiện để đo hoặc phân loại một đặc trưng hoặc một thuộc tính của vật phẩm bằng cách đặt vật phẩm vào tập hợp các điều kiện và/hoặc các yêu cầu về hoạt động và môi trường.

3.19.1

Thử nghiệm điển hình (type test)

Thử nghiệm một hoặc nhiều thiết bị được chế tạo theo một thiết kế xác định để cho thấy thiết kế đáp ứng các quy định kỹ thuật xác định.

3.19.2

Thử nghiệm thường xuyên (routine test)

Thử nghiệm mà từng thiết bị riêng lẻ phải chịu trong hoặc sau khi chế tạo để xác định xem có phù hợp với các tiêu chí xác định.

3.19.3

Thử nghiệm lấy mẫu (sampling test)

Thử nghiệm trên một số thiết bị được lấy ngẫu nhiên từ một lô sản phẩm.

3.20

Phóng điện đánh thủng (electrical breakdown)

Hồng cách điện do ứng suất điện khi phóng điện bắc cầu hoàn toàn qua cách điện, do đó làm giảm điện áp giữa các điện cực về gần như bằng không.

3.20.1

Phóng điện tia lửa (sparkover)

Phóng điện đánh thủng trong môi chất khí hoặc lỏng.

3.20.2**Phóng điện bề mặt (flashover)**

Phóng điện đánh thủng dọc theo bề mặt của cách điện rắn đặt trong môi chất khí hoặc lỏng.

3.20.3**Phóng điện đâm xuyên (puncture)**

Phóng điện đánh thủng qua cách điện rắn.

4 Cơ sở của phối hợp cách điện**4.1 Quy định chung**

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

Phối hợp cách điện chỉ có thể đạt được khi thiết kế của thiết bị dựa trên các ứng suất mà nó có thể sẽ phải chịu trong suốt vòng đời dự kiến.

4.2 Phối hợp cách điện liên quan đến điện áp**4.2.1 Quy định chung**

Phải xét tới

- các điện áp có thể xuất hiện bên trong hệ thống,
- các điện áp phát ra từ thiết bị (mà có thể ảnh hưởng bất lợi tới thiết bị khác trong hệ thống),
- mức độ mong muốn liên tục của dịch vụ,
- an toàn của người và tài sản, sao cho xác suất xảy ra hỏng không mong muốn do các ứng suất điện áp không dẫn đến rủi ro hư hại không thể chấp nhận.

4.2.2 Phối hợp cách điện liên quan đến điện áp một chiều hoặc xoay chiều thời gian dài

Phối hợp cách điện theo điện áp thời gian dài dựa trên

- điện áp danh định,
- điện áp cách điện danh định,
- điện áp làm việc

4.2.3 Phối hợp cách điện liên quan đến quá điện áp quá độ

Phối hợp cách điện liên quan đến quá điện áp quá độ được dựa trên các điều kiện quá điện áp được khống chế. Có hai loại khống chế:

- khống chế vốn có: điều kiện bên trong mỗi hệ thống điện ở đó các đặc tính của hệ thống có thể được dự kiến để hạn chế các quá điện áp quá độ dự kiến ở mức xác định.

- không chế bảo vệ: điều kiện trong mỗi hệ thống điện ở đó phương tiện làm suy giảm quá điện áp cụ thể có thể được dự kiến để hạn chế các quá điện áp quá độ dự kiến ở mức xác định.

CHÚ THÍCH 1: Quá điện áp trong các hệ thống điện lớn và phức tạp, như các lưới điện hạ áp chịu nhiều tác động và biến động, chỉ có thể được đánh giá trên cơ sở thống kê. Điều này đặc biệt đúng đối với quá điện áp bất nguồn từ khí quyển và áp dụng bất kể các điều kiện không chế đạt được như một hệ quả của không chế sẵn có hoặc bằng phương tiện không chế bảo vệ.

CHÚ THÍCH 2: Một phân tích xác suất được khuyến cáo để đánh giá xem có tồn tại không chế sẵn có hay cần có không chế bảo vệ. Phân tích này đòi hỏi phải có kiến thức về các đặc trưng của hệ thống điện, mức keraunic, các mức quá điện áp quá độ, v.v... Cách tiếp cận này đã được sử dụng trong IEC 60364-4-44 về lắp đặt điện các tòa nhà được nối với lưới điện hạ áp.

CHÚ THÍCH 3: Phương tiện suy giảm quá điện áp cụ thể có thể là một thiết bị có phương tiện lưu trữ hoặc tiêu tán năng lượng và, trong các điều kiện xác định, có khả năng tiêu tán vô hại năng lượng quá điện áp dự kiến tại vị trí đó.

Để áp dụng khái niệm phối hợp cách điện, cần phân biệt giữa quá điện áp quá độ từ hai nguồn khác nhau:

- quá điện áp quá độ bất nguồn từ hệ thống điện mà thiết bị được nối vào thông qua các đầu nối.
- quá điện áp quá độ bất nguồn bên trong thiết bị.

Phối hợp cách điện sử dụng một loạt các giá trị điện áp xung danh định ưu tiên là:

330 V, 500 V, 800 V, 1 500 V, 2 500 V, 4 000 V, 6 000 V, 8 000 V, 12 000 V

4.2.4 Phối hợp cách điện liên quan đến điện áp đỉnh lặp lại

Phải xét đến mức độ có thể xảy ra phóng điện cục bộ trong cách điện rắn (xem 5.3.2.3.1) hoặc dọc theo các bề mặt cách điện (xem Bảng F.7b).

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

Phối hợp cách điện đối với quá điện áp tạm thời được dựa trên quá điện áp tạm thời quy định trong Điều 442 của IEC 60364-4-44 (xem 5.3.3.2.3 của tiêu chuẩn này).

CHÚ THÍCH: Các thiết bị bảo vệ chống đột biến có sẵn hiện nay (SPD) không đủ khả năng để đối phó thỏa đáng với năng lượng có kết hợp quá điện áp tạm thời.

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

Các điều kiện môi trường vi mô đối với cách điện phải được tính đến ở dạng định lượng của độ nhiễm bẩn.

Các điều kiện môi trường vi 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 tương đồng. Tuy nhiên, môi trường vi mô có thể tốt hơn hoặc xấu hơn môi trường vĩ mô ví dụ như vỏ bọc, gia nhiệt, thông gió hoặc bụi sẽ ảnh hưởng đến môi trường vi mô.

CHÚ THÍCH: Việc bảo vệ bằng vỏ ngoài theo các cấp bảo vệ quy định trong IEC 60529 ^[2] không nhất thiết cải thiện môi trường vì mô liên quan đến nhiễm bẩn.

Các tham số môi trường quan trọng nhất bao gồm:

- đối với khe hở không khí
 - áp suất không khí
 - nhiệt độ, nếu có phạm vi thay đổi rộng
- đối với chiều dài đường rò
 - nhiễm bẩn
 - độ ẩm tương đối
 - ngưng tụ
- đối với cách điện rắn
 - nhiệt độ
 - độ ẩm tương đối.

4.3 Điện áp và thông số đặc trưng của điện áp

4.3.1 Quy định chung

Để xác định kích thước của thiết bị phù hợp với phối hợp cách điện, ban kỹ thuật phải quy định:

- cơ sở cho các thông số đặc trưng của điện áp;
- cấp quá điện áp theo sử dụng dự kiến của thiết bị, có tính đến các đặc trưng của hệ thống điện mà thiết bị dự định được nối vào.

4.3.2 Xác định điện áp đối với các ứng suất thời gian dài

4.3.2.1 Quy định chung

Giả thiết rằng điện áp danh định của thiết bị không thấp hơn điện áp danh nghĩa của hệ thống cấp điện.

4.3.2.2 Điện áp để xác định kích thước của cách điện chính

4.3.2.2.1 Thiết bị được cấp điện trực tiếp từ lưới điện hạ áp

Điện áp danh nghĩa của lưới điện hạ áp được hợp lý hoá theo Bảng F.3a và Bảng F.3b (xem 5.2.2.2) và các điện áp này là giá trị tối thiểu cần sử dụng để chọn các chiều dài đường rò. Chúng cũng có thể được sử dụng để lựa chọn các điện áp cách điện danh định.

Đối với thiết bị có nhiều giá trị điện áp danh định để có thể được sử dụng ở các điện áp danh nghĩa khác nhau của lưới điện hạ áp, điện áp được chọn phải thích hợp đối với điện áp danh định cao nhất của thiết bị.

TCVN 10884-1:2015

Ban kỹ thuật phải xét đến điện áp sẽ được chọn

- dựa trên điện áp pha-pha
- 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, thiết bị điện và các mạch điện bên trong không được cấp điện trực tiếp từ lưới điện hạ áp

Điện áp hiệu dụng cao nhất có thể xuất hiện trong hệ thống điện, thiết bị điện hoặc các mạch điện bên trong phải được sử dụng đối với cách điện chính. Điện áp này được xác định cho việc cấp nguồn tại điện áp danh định và trong điều kiện kết hợp nặng nề nhất của các điều kiện khác nhau trong phạm vi các thông số đặc trưng của thiết bị.

CHÚ THÍCH: Không tính đến các điều kiện sự cố.

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

Điện áp làm việc được sử dụng để xác định các kích thước cần thiết cho cách điện chức năng.

4.3.3 Xác định điện áp xung danh định

4.3.3.1 Quy định chung

Quá điện áp quá độ được lấy làm cơ sở để xác định điện áp xung danh định.

4.3.3.2 Cấp quá điện áp

4.3.3.2.1 Quy định chung

Khái niệm về cấp quá điện áp được sử dụng cho thiết bị được cấp điện trực tiếp từ lưới điện hạ áp.

Các cấp quá điện áp có hàm ý xác suất mà không phải ý nghĩa về sự suy giảm vật lý của quá điện áp quá độ khi lắp đặt.

CHÚ THÍCH 1: Khái niệm cấp quá điện áp này được sử dụng trong Điều 443 của IEC 60364-4-44.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ 'cấp quá điện áp' trong tiêu chuẩn này đồng nghĩa với 'cấp chịu xung' được sử dụng trong Điều 443 của IEC 60364-4-44.

Cho phép sử dụng khái niệm tương tự cho thiết bị được nối đến các hệ thống điện khác, ví dụ như các hệ thống viễn thông và truyền dữ liệu.

4.3.3.2.2 Thiết bị được cấp điện trực tiếp từ lưới điện

Ban kỹ thuật phải quy định cụ thể cấp quá điện áp dựa trên nghĩa chung về các cấp quá điện áp như sau (xem Điều 443 của IEC 60364-4-44):

- Thiết bị có cấp quá điện áp IV được sử dụng tại điểm gốc của hệ thống lắp đặt.

CHÚ THÍCH 1: Ví dụ về các thiết bị như vậy là các thiết bị đo điện và thiết bị bảo vệ quá dòng sơ cấp.

- Thiết bị có cấp quá điện áp III là thiết bị trong hệ thống lắp đặt cố định và đối với các trường hợp mà ở đó độ tin cậy và khả năng sẵn sàng của thiết bị phải chịu các yêu cầu đặc biệt.

CHÚ THÍCH 2: Ví dụ về thiết bị như vậy là các thiết bị đóng cắt trong hệ thống lắp đặt cố định và thiết bị dùng cho mục đích công nghiệp có kết nối vĩnh viễn với hệ thống lắp đặt cố định.

- Thiết bị có cấp quá điện áp II là thiết bị tiêu thụ năng lượng được cấp nguồn từ hệ thống lắp đặt cố định.

CHÚ THÍCH 3: Ví dụ về thiết bị như vậy là các máy móc, dụng cụ xách tay và các tải hộ gia đình và tương tự khác.

Khi thiết bị này phải chịu các yêu cầu đặc biệt liên quan đến độ tin cậy và tính sẵn sàng, áp dụng cấp quá điện áp III.

- Thiết bị có cấp quá điện áp I là thiết bị để nối với các mạch điện mà ở đó cần thực hiện biện pháp để giới hạn các quá điện áp quá độ ở mức thấp phù hợp.

Các phép đo này phải đảm bảo rằng các quá điện áp tạm thời có thể xuất hiện được giới hạn hiệu quả sao cho giá trị đỉnh của chúng không vượt quá điện áp xung danh định liên quan trong Bảng F.1.

CHÚ THÍCH 4: Ví dụ về các thiết bị như vậy là các thiết bị có chứa mạch điện tử bên trong được bảo vệ theo mức này, tuy nhiên, xem chú thích ở 4.2.5.

CHÚ THÍCH 5: Nếu các mạch điện được thiết kế không tính đến các quá điện áp tạm thời, thì thiết bị có cấp quá điện áp I không thể được nối trực tiếp vào lưới điện.

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

Khuyến cáo rằng ban kỹ thuật cần quy định các cấp quá điện áp hoặc các điện áp xung danh định khi thích hợp. Khuyến cáo áp dụng chuỗi ưu tiên trong 4.2.3.

CHÚ THÍCH: Các hệ thống không chế biến thông hoặc công nghiệp hoặc các hệ thống độc lập trên phương tiện giao thông là ví dụ cho các hệ thống này.

4.3.3.3 Lựa chọn điện áp xung danh định cho thiết bị

Điện áp xung danh định của thiết bị phải được chọn từ Bảng F.1 ứng với cấp quá điện áp quy định và ứng với điện áp danh định của thiết bị.

CHÚ THÍCH 1: Thiết bị có điện áp xung danh định riêng biệt và có nhiều hơn một điện áp danh định có thể thích hợp để sử dụng trong các cấp quá điện áp khác nhau.

CHÚ THÍCH 2: Để xét tới các khía cạnh của quá điện áp đóng cắt, xem 4.3.3.5.

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 điện áp xung danh định của thiết bị. Các quá điện áp quá độ có thể phát ra khi vận hành thiết bị không được ảnh hưởng đến các điều kiện mạch điện bên ngoài quá mức quy định trong 4.3.3.5.

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, nhưng 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 được khuyến cáo để cho phép tiêu chuẩn hoá. Trong các trường hợp khác, cho phép nội suy các giá trị của Bảng F.2.

4.3.3.5 Quá điện áp đóng cắt do thiết bị phát ra

Đối với thiết bị có khả năng phát ra quá điện áp tại các đầu nối thiết bị, ví dụ như các thiết bị đóng cắt, điện áp xung danh định cho biết rằng thiết bị đó không được phát ra quá điện áp vượt quá giá trị này khi được sử dụng phù hợp với tiêu chuẩn và các chỉ dẫn liên quan của nhà chế tạo.

CHÚ THÍCH 1: Tồn tại một rủi ro là điện áp lớn hơn điện áp xung danh định có thể được phát ra phụ thuộc vào các điều kiện mạch điện.

Nếu thiết bị đóng cắt có điện áp xung danh định riêng hoặc cấp quá điện áp không phát ra quá điện áp cao hơn những giá trị này của cấp quá điện áp thấp hơn thì thiết bị có hai loại điện áp xung danh định hoặc hai cấp quá điện áp: loại cao hơn liên quan đến điện áp chịu xung, loại thấp hơn liên quan đến quá điện áp phát ra.

CHÚ THÍCH 2: Một giá trị điện áp xung danh định cho trước cho biết rằng các quá điện áp đạt tới biên độ đó có thể trở nên có ảnh hưởng trong hệ thống và khi đó, như một hệ quả, thiết bị có thể không phù hợp để sử dụng ở cấp quá điện áp thấp hơn hoặc đòi hỏi phương pháp triệt nhiễu thích hợp cho cấp thấp hơn này.

4.3.3.6 Yêu cầu về ghép nối

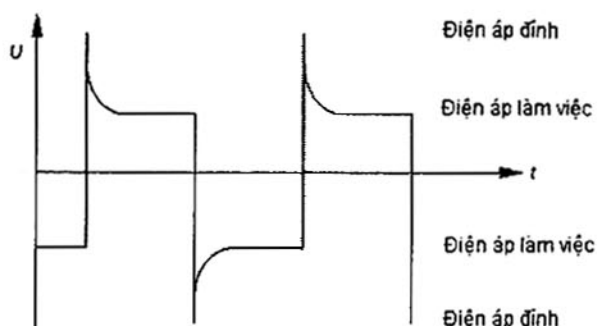
Thiết bị có thể được sử dụng trong các điều kiện có cấp quá điện áp cao hơn, ở đó có việc giảm quá điện áp thích hợp. Suy giảm quá điện áp thích hợp có thể đạt được bằng

- thiết bị bảo vệ quá điện áp,
- biến áp có dây quấn cách ly,
- hệ thống phân phối điện có nhiều mạch nhánh (có khả năng chuyển hướng năng lượng đột biến),
- tụ điện có khả năng hấp thụ năng lượng đột biến,
- điện trở hoặc thiết bị làm nhụt tương tự có khả năng tiêu tán năng lượng đột biến.

CHÚ THÍCH: Lưu ý đến thực tế là bất cứ thiết bị bảo vệ quá điện áp trong hệ thống lắp đặt hoặc trong thiết bị phải có thể tiêu tán năng lượng nhiều hơn so với bất kỳ thiết bị bảo vệ quá điện áp tại điểm gốc của hệ thống lắp đặt có điện áp chặn cao hơn. Điều này đặc biệt áp dụng cho các thiết bị bảo vệ quá điện áp có điện áp chặn thấp nhất.

4.3.4 Xác định điện áp đỉnh lặp lại

Các dạng sóng điện áp được đo bằng dao động kế có độ rộng băng tần thích hợp, từ đó xác định biên độ đỉnh theo Hình 1.



Hình 1 – Điện áp đỉnh lặp lại

4.3.5 Xác định quá điện áp tạm thời

4.3.5.1 Quy định chung

Các tình huống liên quan đến các quá điện áp tạm thời nặng nề nhất do hỏng trong hệ thống cấp điện được xem xét trong IEC 60364-4-44.

CHÚ THÍCH: IEC 60364-4-44 đề cập đến an toàn của người và thiết bị trong hệ thống điện hạ áp trong trường hợp có sự cố giữa hệ thống cao áp và đất của máy biến áp cấp điện cho các hệ thống điện hạ áp.

4.3.5.2 Điện áp sự cố

Biên độ và thời gian của điện áp sự cố hoặc điện áp chạm do sự cố chạm đất trong hệ thống cao áp được thể hiện trong Hình 44A của IEC 60364-4-44.

4.3.5.3 Ứng suất do quá điện áp tạm thời

Biên độ và thời gian của quá điện áp tạm thời trong thiết bị điện hạ áp do hỏng chạm đất trong hệ thống cao áp được cho trong 5.3.3.2.3.

4.4 Tần số

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các tần số đến 30 kHz.

CHÚ THÍCH: Độ lớn các tần số trên 30 kHz được quy định trong TCVN 10884-4 (IEC 60664-4).

4.5 Thời gian chịu ứng suất điện áp

Đối với chiều dài đường rò, thời gian chịu ứng suất điện áp ảnh hưởng đến số lần khi mà độ khô ráo có thể dẫn đến tia lửa bề mặt có năng lượng đủ lớn để tạo thành vết. Số lượng các trường hợp như vậy được coi là đủ lớn để gây ra phóng điện tạo vết

- trong thiết bị được sử dụng liên tục nhưng không tạo ra đủ nhiệt để giữ cho bề mặt cách điện khô,
- trong thiết bị có ngưng tụ trong thời gian kéo dài, trong thời gian đó thiết bị thường được bật và tắt,
- ở phía đầu vào của thiết bị đóng cắt, và giữa các đường dây và đầu nối tải, được nối trực tiếp với lưới điện.

Chiều dài đường rò thể hiện trong Bảng F.4 đã được xác định cho cách điện dự kiến chịu ứng suất điện áp trong thời gian dài.

CHÚ THÍCH: Ban kỹ thuật về thiết bị có cách điện chỉ chịu ứng suất điện áp trong thời gian ngắn có trách nhiệm xem xét cho phép giảm chiều dài đường rò đối với cách điện chức năng, ví dụ nắp điện áp thấp hơn giá trị quy định trong Bảng F.4.

4.6 Nhiễm bẩn

4.6.1 Quy định chung

Môi trường vi mô xác định ảnh hưởng của nhiễm bẩn trên cách điện. Tuy nhiên, môi trường vi mô phải được tính đến khi xem xét môi trường vi mô.

Phương tiện có thể được cung cấp để giảm thiểu nhiễm bẩn trong cách điện bằng việc sử dụng hiệu quả vỏ bọc, đóng gói hoặc bịt kín. Các phương tiện để giảm thiểu nhiễm bẩn này có thể không hiệu quả khi thiết bị chịu ngưng tụ hoặc trong hoạt động bình thường, bản thân thiết bị tạo ra các chất nhiễm bẩn.

Khe hở không khí nhỏ có thể bị bắc cầu hoàn toàn bởi các hạt rắn, bụi và nước và do đó phải quy định khe hở không khí tối thiểu cho môi trường vi mô có thể có nhiễm bẩn.

CHÚ THÍCH 1: Nhiễm bẩn sẽ trở nên dẫn điện khi có ẩm. Nhiễm bẩn do nước ô nhiễm, muối than, kim loại hoặc bụi carbon có tính dẫn điện vốn có.

CHÚ THÍCH 2: Nhiễm bẩn dẫn do sự kết bám kim loại và các khí ion hoá chỉ xuất hiện trong các trường hợp cụ thể, ví dụ như trong buồng hồ quang của cơ cấu đóng cắt hoặc cơ cấu điều khiển, và không thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này.

4.6.2 Độ nhiễm bẩn trong môi trường vi mô

Để đánh giá chiều dài đường rò và khe hở không khí, thiết lập bốn độ nhiễm bẩn trong môi trường vi mô như sau:

– Độ nhiễm bẩn 1

Không bị nhiễm bẩn hoặc chỉ xảy ra nhiễm bẩn khô, nhiễm bẩn không dẫn. Nhiễm bẩn không có ảnh hưởng.

– Độ nhiễm bẩn 2

Chỉ xảy ra nhiễm bẩn không dẫn, ngoại trừ đôi khi dự kiến có tính dẫn điện tạm thời do ngưng tụ.

– Độ nhiễm bẩn 3

Xảy ra nhiễm bẩn dẫn hoặc nhiễm bẩn không dẫn khô mà trở nên dẫn điện do ngưng tụ dự kiến.

– Độ nhiễm bẩn 4

Xuất hiện dẫn điện liên tục do bụi dẫn điện, mưa hoặc các điều kiện ướt khác.

4.6.3 Điều kiện nhiễm bẩn dẫn

Các kích thước của chiều dài đường rò không thể quy định ở nơi thường có nhiễm bẩn dẫn lâu dài (độ nhiễm bẩn 4). Đối với nhiễm bẩn dẫn tạm thời (độ nhiễm bẩn 3), bề mặt của lớp cách điện có thể được thiết kế để tránh tạo thành đường dẫn liên tục của nhiễm bẩn dẫn, ví dụ bằng phương pháp sử dụng gờ và rãnh (xem 5.2.2.5 và 5.2.5).

4.7 Thông tin được cung cấp cùng với thiết bị

Ban kỹ thuật phải quy định cụ thể các thông tin có liên quan cần được cung cấp cùng với các thiết bị và cách thức cung cấp các thông tin này.

4.8 Vật liệu cách điện

4.8.1 Chỉ số phóng điện tương đối (CTI)

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

Liên quan đến phóng điện tạo vết, vật liệu cách điện có thể được đặc trưng tổng quát theo thiệt hại mà vật liệu phải chịu do sự giải phóng năng lượng được tập trung trong tia lửa khi dòng điện rò bề mặt bị ngắt quãng do bề mặt bị nhiễm bẩn bị khô. Có thể có các đáp ứng của vật liệu cách điện khi có tia lửa điện như sau:

- vật liệu cách điện không phân hủy;
- ăn mòn liên tục vật liệu cách điện dưới tác động phóng điện (ăn mòn điện);
- hình thành dần dần các đường dẫn điện được sinh ra trên bề mặt của vật liệu cách điện do các ảnh hưởng kết hợp của ứng suất điện và nhiễm bẩn dẫn điện phân trên bề mặt (phóng điện tạo vết).

CHÚ THÍCH: Phóng điện tạo vết hoặc ăn mòn điện sẽ xảy ra khi

- màng chất lỏng mang dòng điện rò bề mặt bị vỡ, và
- điện áp đặt đủ để phóng qua khe hở nhỏ được hình thành khi màng bị vỡ, và
- dòng điện vượt quá giá trị giới hạn cần để cung cấp đủ năng lượng cục bộ để phân hủy nhiệt vật liệu cách điện phía dưới màng.

Việc hỏng sẽ tăng theo thời gian dòng điện đi qua.

4.8.1.2 Giá trị CTI để phân loại vật liệu cách điện

Không tồn tại phương pháp phân loại vật liệu cách điện theo 4.8.1.1. Đáp ứng của vật liệu cách điện khi chịu các điện áp và tạp chất khác nhau cực kỳ phức tạp. Trong các điều kiện này, nhiều vật liệu có thể thể hiện hai hoặc thậm chí cả ba đặc trưng đã nêu. Một quan hệ trực tiếp với các nhóm vật liệu 4.8.1.3 là không thực tế. Tuy nhiên, bằng kinh nghiệm và thử nghiệm cho thấy rằng vật liệu cách điện có tính năng tương đối cao hơn cũng có xấp xỉ cùng xếp hạng tương đối theo chỉ số phóng điện tương đối (CTI). Vì vậy, tiêu chuẩn này sử dụng các giá trị CTI để phân loại vật liệu cách điện.

4.8.1.3 Nhóm vật liệu

Theo mục đích của tiêu chuẩn này, các vật liệu được chia thành bốn nhóm theo các giá trị CTI của chúng. Các giá trị này được xác định theo IEC 60112 sử dụng giải pháp A. Các nhóm được chia như sau:

- 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: $100 \leq \text{CTI} < 175$.

Chỉ số chịu phóng điện (PTI) được sử dụng để kiểm tra các đặc trưng phóng điện tạo vết của các vật liệu. Vật liệu có thể thuộc một trong bốn nhóm này, trên cơ sở chỉ số PTI, được kiểm tra theo phương pháp trong IEC 60112 sử dụng giải pháp A, không nhỏ hơn giá trị thấp nhất quy định cho nhóm đó.

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

Việc thử nghiệm cho chỉ số phóng điện tương đối (CTI) theo IEC 60112 được thiết kế để so sánh tính năng của các vật liệu cách điện khác nhau trong các điều kiện thử nghiệm. Tiêu chuẩn này đưa ra so sánh định tính và trong trường hợp vật liệu cách điện có xu hướng hình thành phóng điện tạo vết, tiêu chuẩn này cũng đưa ra so sánh định lượng.

4.8.1.5 Vật liệu không có phóng điện tạo vết

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

4.8.2 Đặc trưng độ bền điện

Đặc trưng độ bền điện của vật liệu cách điện phải được ban kỹ thuật xem xét, có tính đến các ứng suất mô tả trong 5.3.1, 5.3.2.2.1 và 5.3.2.3.1.

4.8.3 Đặc trưng nhiệt

Đặc trưng nhiệt của vật liệu cách điện phải được ban kỹ thuật xem xét, có tính đến các ứng suất mô tả trong 5.3.2.2.2, 5.3.2.3.2 và 5.3.3.5.

CHÚ THÍCH: Xem thêm TCVN 7919 (IEC 60216).

4.8.4 Đặc trưng cơ và hoá

Đặc trưng cơ và hoá của vật liệu cách điện phải được ban kỹ thuật xem xét, có tính đến các ứng suất mô tả trong 5.3.2.2.3, 5.3.2.3.3 và 5.3.2.4.

5 Yêu cầu và quy tắc xác định kích thước

5.1 Xác định kích thước của khe hở không khí

5.1.1 Quy định chung

Khe hở không khí phải được xác định kích thước để chịu được điện áp chịu xung cần thiết. Đối với thiết bị được nối trực tiếp với lưới điện hạ áp, điện áp chịu xung cần thiết là điện áp xung danh định được thiết lập trên cơ sở 4.3.3.3. 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 F.7a. Khe hở không khí lớn nhất phải được chọn, từ việc xem xét điện áp chịu xung, điện áp hiệu dụng trạng thái ổn định, quá điện áp tạm thời và điện áp đỉnh lặp lại.

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

5.1.2 Tiêu chí xác định kích thước

5.1.2.1 Quy định chung

Kích thước khe hở không khí phải được chọn, có tính đến các hệ số ảnh hưởng sau:

- điện áp chịu xung theo 5.1.5 đối với cách điện chức năng và 5.1.6 đối với cách điện chính, cách điện phụ và cách điện tăng cường;
- điện áp chịu thử ổn định và các quá điện áp tạm thời (xem 5.1.2.3);
- điện áp đỉnh lặp lại (xem 5.1.2.3);
- điều kiện trường điện (xem 5.1.3);
- độ cao so với mực nước biển: kích thước khe hở không khí quy định trong Bảng F.2 và Bảng F.7a đưa ra khả năng chịu thử cho thiết bị sử dụng ở độ cao đến 2 000 m. Đối với thiết bị sử dụng ở độ cao lớn hơn, áp dụng 5.1.4;
- độ nhiễm bẩn trong môi trường vi mô (xem 4.6.2).

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

5.1.2.2 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 F.2. Đối với thiết bị được nối trực tiếp với lưới điện, điện áp chịu xung cần thiết là điện áp xung danh định được thiết lập trên cơ sở 4.3.3.3.

CHÚ THÍCH: TCVN 10884-5 (IEC 60664-5) đưa ra quy trình thay thế để xác định kích thước chính xác hơn cho khe hở không khí bằng hoặc nhỏ hơn 2 mm.

TCVN 10884-1:2015

5.1.2.3 Xác định kích thước để chịu được điện áp trạng thái 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 F.7a để chịu được giá trị đỉnh của điện áp trạng thái ổn định (một chiều hoặc xoay chiều tần số 50/60Hz), quá điện áp tạm thời hoặc điện áp đỉnh lặp lại.

Xác định kích thước theo Bảng F.7 phải được so sánh với Bảng F.2, có tính đến độ nhiễm bẩn. Phải lựa chọn khe hở không khí lớn hơn.

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

5.1.3 Điều kiện trường điện

5.1.3.1 Quy định chung

Hình dạng và bố trí các bộ phận dẫn điện (các điện cực) có ảnh hưởng đến tính đồng nhất của điện trường và do đó khe hở không khí cần thiết để chịu được điện áp cho trước (xem Bảng F.2, Bảng F.7a và Bảng A.1).

5.1.3.2 Điều kiện trường không đồng nhất (trường hợp A của Bảng F.2)

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

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

5.1.3.3 Điều kiện trường đồng nhất (trường hợp B của Bảng F.2)

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

Các khe hở không khí nhỏ hơn các giá trị đối với các điều kiện trường không đồng nhất yêu cầu kiểm tra bằng thử nghiệm điện áp chịu thử (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.

5.1.4 Độ cao so với mực nước biển

Vì các kích thước trong Bảng F.2 và Bảng F.7 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 điều chỉnh độ cao quy định trong Bảng A.2 cho các khe hở không khí ở các độ cao trên 2 000 m.

CHÚ THÍCH: Theo luật Paschen, điện áp phóng điện đánh thủng của khe hở không khí trong không khí đối với trường đồng nhất (điện áp chịu thử trường hợp B trong Bảng A.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 điều chỉnh theo sự sai lệch áp suất khí quyển giữa độ cao 2 000 m và mực nước biển. Sự điều chỉnh tương tự được thực hiện cho trường không đồng nhất.

5.1.5 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 thử được yêu cầu là điện áp xung lớn nhất hoặc điện áp trạng thái ổn định (xem Bảng F.7) hoặc điện áp đỉnh lặp lại (xem Bảng F.7) được dự kiến sẽ xảy ra trên cách điện, trong các điều kiện danh định của thiết bị và cụ thể là điện áp danh định và điện áp xung danh định (xem Bảng F.2).

5.1.6 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 F.2 ứng với

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

và như quy định trong Bảng F.7a ứng với

- điện áp trạng thái ổn định theo 4.3.2.2,
- điện áp đỉnh lặp lại theo 4.3.4,
- 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 F.2 ứng với điện áp xung danh định nhưng ở một mức cao hơn trong dãy các giá trị ưu tiên trong 4.2.3 so với giá trị quy định cho cách điện chính. Nếu điện áp chịu xung cần thiết 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: Trong hệ thống phối hợp, yêu cầu khe hở không khí lớn hơn mức tối thiểu là không cần thiết đối với điện áp chịu xung yêu cầu. Tuy nhiên, vì lý do không phải phối hợp cách điện, có thể cần tăng khe hở không khí (ví dụ như 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 của 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 F.7a để chịu được 160 % điện áp chịu thử 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.

TCVN 10884-1:2015

CHÚ THÍCH 2: Khi xác định kích thước cho 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.

5.1.7 Khoảng cách ly

Xem 8.3.2 của IEC 61140.

5.2 Xác định kích thước chiều dài đường rò

5.2.1 Quy định chung

Các giá trị của Bảng F.4 phù hợp cho phần lớn các ứng dụng. Nếu cần có các kích thước chính xác hơn về chiều dài đường rò không lớn hơn 2 mm, xem TCVN 10884-5 (IEC 60664-5).

5.2.2 Hệ số ảnh hưởng

5.2.2.1 Quy định chung

Chiều dài đường rò phải được chọn từ Bảng F.4, có tính đến các hệ số ảnh hưởng sau:

- điện áp theo 4.3.2 (xem thêm 5.2.2.2);
- môi trường vi mô (xem 5.2.2.3);
- hướng và vị trí của chiều dài đường rò (xem 5.2.2.4);
- hình dạng của bề mặt cách điện (xem 4.6.3 và 5.2.2.5);
- vật liệu cách điện (xem 4.8.1);
- thời gian chịu ứng suất điện áp (xem 4.5).

CHÚ THÍCH: Các giá trị của Bảng F.4 được dựa trên dữ liệu thực nghiệm hiện có và phù hợp cho phần lớn các ứng dụng. Tuy nhiên, đối với cách điện chức năng, giá trị chiều dài đường rò khác với các giá trị của Bảng F.4 cũng có thể thích hợp.

5.2.2.2 Điện áp

Cơ sở để xác định chiều dài đường rò là giá trị hiệu dụng thời gian dài của điện áp đặt trên thiết bị. Điện áp này là điện áp làm việc (xem 5.2.3), điện áp cách điện danh định (xem 5.2.4) hoặc điện áp danh định (xem 5.2.4).

Quá điện áp quá độ là không đáng kể vì chúng sẽ không ảnh hưởng đến hiện tượng phóng điện tạo vết. Tuy nhiên, quá điện áp tạm thời và quá điện áp chức năng phải được tính đến nếu khoảng thời gian và tần số xuất hiện chúng có thể ảnh hưởng đến phóng điện tạo vết.

5.2.2.3 Nhiễm bẩn

Ảnh hưởng của nhiễm bẩn trong môi trường vi mô, quy định trong 4.6.2, theo kích thước chiều dài đường rò được tính đến trong Bảng F.4.

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

5.2.2.4 Hướng và vị trí của chiều dài đường rò

Khi cần thiết, nhà chế tạo phải chỉ rõ hướng dự kiến của thiết bị hoặc bộ phận để chiều dài đường rò không bị ảnh hưởng bất lợi do tích tụ nhiễm bẩn mà chúng không được thiết kế.

CHÚ THÍCH: Phải tính đến thời gian lưu kho dài.

5.2.2.5 Hình dạng của bề mặt cách điện

Hình dạng của bề mặt cách điện có tác dụng đối với kích thước chiều dài đường rò chỉ với độ nhiễm bẩn 3. Tốt nhất là bề mặt cách điện rắn phải có các đường gờ và rãnh ngang để phá vỡ tính liên tục của đường rò gây ra do nhiễm bẩn. Tương tự như vậy, các gờ và rãnh có thể được sử dụng để chuyển hướng nước bất kỳ khỏi cách điện chịu ứng suất điện. Phải tránh khớp nối và rãnh bên trong các bộ phận dẫn điện vì chúng có thể tích tụ nhiễm bẩn hoặc tích nước.

CHÚ THÍCH: Phải tính đến thời gian lưu kho dài. Đánh giá chiều dài đường rò được nêu trong 6.2.

5.2.2.6 Mối tương quan với khe hở không khí

Chiều dài đường rò 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. Tuy nhiên, không có mối quan hệ vật lý nào, ngoài các giới hạn về kích thước, giữa khe hở tối thiểu trong không khí và chiều dài đường rò tối thiểu có thể chấp nhận được.

Chiều dài đường rò nhỏ hơn khe hở không khí yêu cầu trong trường hợp A của Bảng F.2 chỉ có thể được sử dụng trong các điều kiện nhiễm bẩn 1 và 2 khi chiều dài đường rò có thể chịu được điện áp cần thiết cho khe hở không khí kết hợp (Bảng F.2). Thử nghiệm để chứng tỏ rằng 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).

Việc so sánh các khe hở không khí tối thiểu và chiều dài đường rò quy định trong tiêu chuẩn này được mô tả trong Phụ lục E.

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

Chiều dài đường rò có thể được chia làm nhiều phần của các vật liệu khác nhau và/hoặc có độ nhiễm bẩn khác nhau nếu một trong số các chiều dài đường rò được xác định kích thước để chịu được toàn bộ điện áp hoặc nếu tổng khoảng cách được xác định kích thước theo vật liệu có chỉ số CTI thấp nhất và độ nhiễm bẩn cao nhất.

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

Chiều dài đường rò có thể được chia thành nhiều phần, được làm bằng cùng vật liệu cách điện, bao gồm hoặc tách rời bằng các vật dẫn nhô lên với điều kiện tổng các khoảng cách trên mỗi bộ phận riêng biệt bằng hoặc lớn hơn chiều dài đường rò yêu cầu nếu không tồn tại bộ phận nhô lên.

Khoảng cách tối thiểu X đối với từng bộ phận riêng của chiều dài đường rò cho trong 6.2 (xem thêm ví dụ 11).

5.2.3 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 F.4 ứng với điện áp làm việc đặt lên chiều dài đường rò cần xét.

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 số có nghĩa với các giá trị được lấy từ bảng.

5.2.4 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 F.4 cho:

- điện áp đã được hợp lý hoá (xem 4.3.2.2) cho trong 2 và 3 của Bảng F.3a và cột 2, 3 và 4 của Bảng F.3b, ứng với điện áp danh nghĩa của lưới điện hạ áp;
- điện áp cách điện danh định theo 4.3.2.2.1;
- điện áp quy định trong 4.3.2.2.2.

CHÚ THÍCH 1: Đối với cách điện phụ, độ nhiễm bẩn, vật liệu cách điện, các ứng suất cơ và các điều kiện môi trường sử dụng có thể khác với các giá trị của cách điện chính.

Khi sử dụng điện áp quy định trong 4.3.2.2.2 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 số có ý 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 từ Bảng F.4.

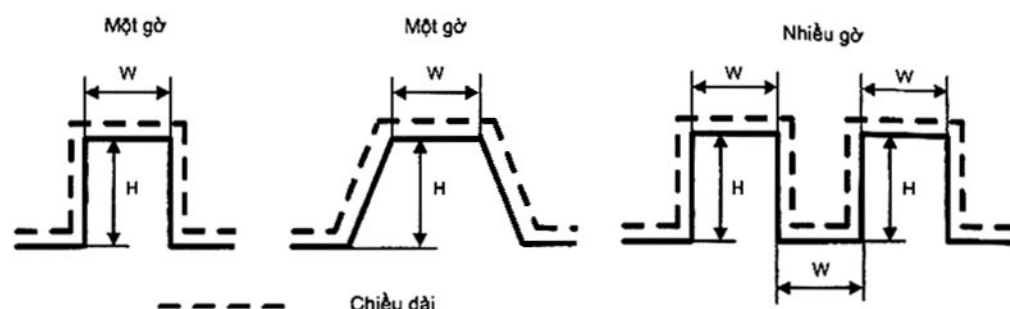
CHÚ THÍCH 2: Khi xác định kích thước cho chiều dài đường rò đến bề mặt tiếp cận được của vật liệu cách điện, các bề mặt như vậy được coi là được phủ một lá kim loại. Ban kỹ thuật có thể quy định chi tiết hơn.

5.2.5 Giảm chiều dài đường rò bằng cách sử dụng gờ

Chiều dài đường rò cần thiết bằng hoặc lớn hơn 8 mm ở độ nhiễm bẩn 3, có thể được giảm bằng cách sử dụng gờ. Các giá trị của chiều dài đường rò đã giảm này là các giá trị được liệt kê trong Bảng F.4 trong ngoặc đơn (xem chú thích 4 của Bảng F.4). Gờ phải có chiều rộng (W) tối thiểu bằng 20 % và chiều cao tối thiểu bằng 25 % chiều dài đường rò yêu cầu kể cả gờ như đo được trong Hình 2.

Khi sử dụng nhiều gờ, chiều dài đường rò cần thiết phải được chia thành các phần bằng với số lượng gờ mong muốn. Đối với mỗi phần, phải áp dụng các yêu cầu nêu ở đoạn trên. Khoảng cách tối thiểu

lưu các gờ phải bằng chiều rộng tối thiểu của gờ có thể áp dụng cho mỗi phần, được đo từ đường lên của gờ.



Hình 2 – Xác định chiều rộng (W) và chiều cao (H) của gờ

3.3 Yêu cầu thiết kế của cách điện rắn

3.3.1 Quy định chung

Vì độ bền điện của cách điện rắn lớn hơn nhiều so với không khí, nên có thể ít được chú ý khi thiết kế các hệ thống cách điện hạ áp. Mặt khác, như một quy luật, các khoảng cách cách điện qua vật liệu cách điện rắn nhỏ hơn nhiều so với khe hở không khí để tạo ra ứng suất điện cao. Một điểm khác cần xét là vật liệu có độ bền điện cao hiếm được sử dụng trong thực tế. Trong các hệ thống cách điện, các khe hở có thể xuất hiện giữa các điện cực và cách điện và giữa các lớp cách điện khác nhau, hoặc các khoảng trống có thể có trong cách điện. Phóng điện cục bộ có thể xảy ra trong các khe hở hoặc các khoảng trống này ở các điện áp thấp hơn nhiều so với mức phóng điện đâm xuyên và điều này có thể ảnh hưởng lớn đến tuổi thọ làm việc của cách điện rắn. Tuy nhiên, phóng điện cục bộ thường không xảy ra dưới giá trị điện áp định 500 V.

Điều quan trọng không kém là thực tế cho thấy rằng so với chất khí, cách điện rắn không phải là môi trường cách điện có thể tái tạo để, ví dụ, các đỉnh cao áp có thể xuất hiện không thường xuyên có thể có ảnh hưởng rất tai hại lên cách điện rắn. Tình huống này có thể xảy ra trong khi làm việc và trong thời gian thử nghiệm thường xuyên về cao áp.

Một số ảnh hưởng bất lợi tích tụ trong suốt tuổi thọ làm việc của cách điện rắn. Điều này dẫn đến các mô hình phức tạp và dẫn đến lão hoá. Do đó, các ứng suất điện và ứng suất khác (như nhiệt, môi trường) xếp chồng lên và góp phần vào quá trình lão hoá.

Tính năng làm việc thời gian dài của cách điện rắn có thể được mô phỏng bằng thử nghiệm ngắn hạn kết hợp với ổn định thích hợp (xem 6.1.3.2).

Nếu cách điện rắn phải chịu các tần số cao, thì tổn thất điện môi của cách điện rắn và phóng điện cục bộ ngày càng trở nên trầm trọng. Điều kiện này được quan sát thấy trong các nguồn cung cấp ở chế độ đóng cắt tại đó cách điện phải chịu đỉnh điện áp lặp lại ở các tần số đến 500 kHz.

TCVN 10884-1:2015

Có một mối quan hệ chung giữa chiều dày của cách điện rắn và cơ chế hỏng đã nói ở trên. Bằng cách giảm chiều dày của cách điện rắn, cường độ trường được tăng lên và dẫn đến rủi ro hỏng cao hơn. Vì không thể tính được chiều dày cần thiết của cách điện rắn, tính năng chỉ có thể được kiểm tra xác nhận bằng cách thử nghiệm.

5.3.2 Ứng suất

5.3.2.1 Quy định chung

Ứng suất đặt lên cách điện rắn được chia thành

- ngắn hạn, và
- dài hạn.

Các ứng suất khác, xem 5.3.2.4, khác với loại được liệt kê trong 5.3.2.2 và 5.3.2.3 dưới đây, có thể được đặt lên cách điện rắn khi sử dụng.

5.3.2.2 Ứng suất ngắn hạn và các ảnh hưởng của chúng

5.3.2.2.1 Tần số của điện áp

Độ bền điện chịu ảnh hưởng lớn từ tần số của điện áp đặt. Gia nhiệt điện môi và xác suất mất ổn định nhiệt tăng tỷ lệ với tần số. Cường độ điện trường đánh thủng cách điện có chiều dày 3 mm khi đo tại tần số công nghiệp theo TCVN 9630-1 (IEC 60243-1) nằm trong khoảng từ 10 kV/mm đến 40 kV/mm. Việc tăng tần số sẽ làm giảm độ bền điện của hầu hết các vật liệu cách điện.

CHÚ THÍCH: Ảnh hưởng của các tần số lớn hơn 30 kHz lên độ bền điện được mô tả trong TCVN 10884-4 (IEC 60664-4).

5.3.2.2.2 Gia nhiệt

Gia nhiệt có thể

- gây ra biến dạng cơ học do giải phóng ứng suất đóng,
- làm mềm nhựa nhiệt dẻo ở độ tăng nhiệt tương đối thấp so với môi trường xung quanh, ví dụ như nhiệt độ trên 60 °C,
- làm giòn ở một số vật liệu do mất độ hoá dẻo,
- làm mềm một số vật liệu có liên kết ngang đặc biệt khi vượt quá nhiệt độ chuyển hoá thủy tinh của vật liệu,
- làm tăng tổn thất điện môi dẫn đến mất ổn định nhiệt và hỏng.

Gradient nhiệt độ cao, ví dụ như khi ngắn mạch, có thể gây ra hỏng về cơ.

5.3.2.2.3 Xóc

Trong trường hợp độ bền chịu va đập kém, xóc có thể gây ra hỏng cách điện. Hỏng do xóc cũng có thể xảy ra do giảm độ bền va đập của vật liệu:

- do vật liệu trở nên giòn khi nhiệt độ giảm xuống thấp hơn nhiệt độ chuyển hoá thủy tinh;
- sau khi tiếp xúc thời gian dài với nhiệt độ cao làm mất tính dẻo hoặc hỏng polyme nền.

Ban kỹ thuật phải xem xét điều này khi quy định các điều kiện môi trường cho việc vận chuyển, bảo quản, lắp đặt và sử dụng.

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

5.3.2.3.1 Phóng điện cục bộ (PD)

Trong không khí, phóng điện cục bộ (PD) có thể xảy ra ở các điện áp đỉnh vượt quá 300 V (giá trị Paschen nhỏ nhất). Hỏng do ăn mòn dần dần hoặc phân nhánh dẫn đến phóng điện đánh thủng hoặc phóng điện bề mặt.

Hệ thống cách điện có các thuộc tính khác nhau: một số có thể có các phóng điện cho phép trong suốt vòng đời dự kiến của chúng (như cách điện gốm), trong khi đó một số khác phóng điện tự do (như tụ điện). Điện áp, tốc độ phóng điện lặp lại và biên độ phóng là các tham số quan trọng.

Hoạt động phóng điện cục bộ chịu ảnh hưởng bởi tần số của điện áp đặt. Từ các thử nghiệm tuổi thọ gia tốc ở tần số tăng cao cho thấy rằng thời gian đến khi hỏng xấp xỉ tỷ lệ nghịch với tần số của điện áp đặt. Tuy nhiên, kinh nghiệm thực tế chỉ bao gồm các tần số xấp xỉ đến 5 kHz, vì ở các tần số cao hơn, có thể có các cơ chế hỏng khác, như gia nhiệt chất điện môi.

CHÚ THÍCH: Ảnh hưởng của các tần số lớn hơn 30 kHz lên hoạt động phóng điện cục bộ được mô tả trong TCVN 10884-4 (IEC 60664-4).

5.3.2.3.2 Gia nhiệt

Gia nhiệt gây xuống cấp cách điện, ví dụ do bay hơi, oxy hoá hoặc các thay đổi về hoá thời gian dài. Tuy nhiên, hỏng thường do các nguyên nhân về cơ, như giòn, dẫn đến nứt gãy và phóng điện đánh thủng điện. Quá trình này liên tục và không thể mô phỏng bằng các thử nghiệm thời gian ngắn vì phải yêu cầu thời gian thử nghiệm tới nhiều nghìn giờ (xem TCVN 7919 (IEC 60216)).

5.3.2.3.3 Ứng suất cơ

Các ứng suất cơ gây ra do rung hoặc xóc khi vận hành, bảo quản hoặc vận chuyển có thể dẫn đến phân tách, nứt hoặc vỡ vật liệu cách điện.

CHÚ THÍCH: Ban kỹ thuật phải xem xét các loại ứng suất này khi quy định các điều kiện thử nghiệm.

5.3.2.3.4 Độ ẩm

Hơi nước có thể ảnh hưởng đến điện trở cách điện và điện áp đập phóng điện, gia tăng thêm các tác động của nhiễm bẩn bề mặt, tạo ra ăn mòn và thay đổi kích thước. Đối với một số vật liệu, độ ẩm cao

TCVN 10884-1:2015

sẽ làm giảm đáng kể độ bền điện. Độ ẩm thấp có thể không thuận lợi trong một số trường hợp, ví dụ do tăng khả năng tích tĩnh điện và do giảm độ bền cơ của một số vật liệu, ví dụ như polyamide.

5.3.2.4 Các ứng suất khác

Nhiều ứng suất khác có thể làm hỏng cách điện và sẽ phải được ban kỹ thuật xét đến.

Ví dụ về các ứng suất này bao gồm

- bức xạ, gồm cả tia cực tím và ion hoá,
- ứng suất rạn hoặc ứng suất gãy do tiếp xúc với dung môi hoặc hoá chất hoạt hoá,
- ảnh hưởng dịch chuyển của các chất hoá dẻo,
- ảnh hưởng của vi khuẩn, nấm mốc hoặc nấm,
- trượt cơ.

Ảnh hưởng của các ứng suất này ít quan trọng hoặc chúng sẽ không thường đặt vào cách điện nhưng vẫn đòi hỏi phải xem xét trong các trường hợp riêng biệt.

5.3.3 Yêu cầu

5.3.3.1 Quy định chung

Vật liệu cách điện rắn của cách điện chính, phụ và tăng cường phải đủ bền với các ứng suất điện và cơ cũng như các ảnh hưởng nhiệt độ và môi trường có thể xảy ra trong vòng đời dự kiến của thiết bị.

CHÚ THÍCH: Khi xem xét các ứng suất điện đến các bề mặt tiếp cận được của cách điện rắn, các bề mặt này được coi là được phủ một lá kim loại. Ban kỹ thuật có thể quy định chi tiết hơn.

Trong trường hợp điện áp làm việc không phải hình sin có đỉnh lặp lại định kỳ, phải thực hiện xem xét đặc biệt cho khả năng có thể xảy ra phóng điện cục bộ.

Tương tự, trường hợp có thể có các lớp cách điện và các khoảng rỗng trong cách điện đúc, phải xét tới khả năng xảy ra phóng điện cục bộ dẫn đến xuống cấp cách điện rắn.

5.3.3.2 Khả năng chịu ứng suất điện áp

5.3.3.2.1 Quy định chung

Ban kỹ thuật phải quy định các thông số đặc trưng điện áp nào phải được ấn định cho thiết bị.

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), các cấp quá điện áp liên quan theo Bảng F.1; hoặc
- điện áp chịu xung của mạch bên trong của 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 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.

5.3.3.2.3 Quá điện áp tạm thời

Cách điện chính và cách điện 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 của hệ thống cấp điện có trung tính nối đất.

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

Kiểm tra bằng cách thử nghiệm, xem 6.1.3.

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị này lấy từ Điều 442 của 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.

5.3.3.2.4 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 $F_4 \times U_n$, nghĩa là 1,1 lần giá trị đỉnh tại U_n . Khi có điện áp đỉnh lặp lại, điện áp dập phóng điện phải tối thiểu là

- $F_1 \times F_4 \times U_n$, nghĩa là $1,32 \times U_n$ với mỗi cách điện chính và cách điện phụ, và
- $F_1 \times F_3 \times F_4 \times U_n$, nghĩa là $1,65 \times U_n$ 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 được sử dụng trong điều này được mô tả ở Phụ lục D.

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.

5.3.3.2.5 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 5.3.2.2.1 và 5.3.2.3.1. 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.

5.3.3.3 Khả năng chịu ứng suất gia nhiệt ngắn hạn

Cách điện rắn phải không bị suy giảm do các ứng suất gia nhiệt ngắn hạn có thể xảy ra trong sử dụng bình thường và khi thích hợp trong sử dụng không bình thường. Ban kỹ thuật phải quy định các mức khắc nghiệt.

CHÚ THÍCH: Các mức khắc nghiệt tiêu chuẩn được quy định trong IEC 60068.

5.3.3.4 Khả năng chịu ứng suất cơ

Cách điện rắn phải không bị suy giảm do rung hoặc xóc dự kiến có thể xuất hiện trong sử dụng. Ban kỹ thuật phải quy định các mức khắc nghiệt.

CHÚ THÍCH: Các mức khắc nghiệt tiêu chuẩn được quy định trong IEC 60068.

5.3.3.5 Khả năng chịu ứng suất gia nhiệt thời gian dài

Xuống cấp do nhiệt của cách điện rắn không được có ảnh hưởng có hại lên phối hợp cách điện trong suốt vòng đời dự kiến của thiết bị. Ban kỹ thuật phải quy định có cần thử nghiệm (xem IEC 60085 và TCVN 7919 (IEC 60216)).

5.3.3.6 Khả năng chịu ảnh hưởng của độ ẩm

Phối hợp cách điện phải được duy trì trong các điều kiện ẩm như quy định cho thiết bị (xem 6.1.3.2).

5.3.3.7 Khả năng chịu các ứng suất khác

Thiết bị có thể phải chịu các ứng suất khác, như được chỉ ra trong 5.3.2.4, mà có thể ảnh hưởng bất lợi đến cách điện rắn. Ban kỹ thuật phải nêu các ứng suất này và quy định các phương pháp thử nghiệm.

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.

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 trong thiết bị hoàn chỉnh (xem 6.1.4) và
- các thử nghiệm khác (xem 6.1.5).

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, trong đó có thể được thay bằng thử nghiệm điện áp xoay chiều hoặc thử nghiệm điện áp một chiều. Khe hở không khí bằng hoặc lớn hơn các giá trị trong trường hợp A của Bảng F.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 F.2, chúng phải được kiểm tra bằng thử nghiệm điện áp.

Khả năng cách điện rắn chịu được các ứng suất điện áp phải được kiểm tra bằng thử nghiệm điện áp trong trường hợp bất kỳ. Các ứng suất do quá điện áp quá độ được đánh giá bằng thử nghiệm điện áp xung, mà có thể được thay bằng thử nghiệm điện áp xoay chiều hoặc một chiều. Các ứng suất do ứng suất điện áp xoay chiều 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 thử 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 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 thử nghiệm điện áp xoay chiều cho cách điện rắn bằng thử nghiệm điện áp xung. Lý do chính của việc này chính 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 thử 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 thử quy định trong 5.1. Thử nghiệm thích hợp để kiểm tra khe hở không khí là thử nghiệm điện áp xung, nhưng như nêu trong 5.1.3, thử nghiệm chỉ được yêu cầu cho các khe hở không khí nhỏ hơn các giá trị trong trường hợp A của Bảng F.2.

Nếu khả năng chịu thử đối với các điện áp trạng thái ổn định, các điện áp đỉnh lặp lại hoặc các quá điện áp tạm thời theo 5.1 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 F.7a thì yêu cầu điện áp thử nghiệm xoay chiều theo thử nghiệm của 6.1.2.2.2.

TCVN 10884-1:2015

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 5.2.2.6.

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 xung chịu thử được thực hiện với điện áp có dạng sóng 1,2/50 μ s có giá trị quy định trong Bảng F.5. Áp dụng cho các dạng sóng 6.1 và 6.2 của IEC 61180-1. Các dạng sóng này được dùng để mô phỏng các quá điện áp bất nguồn từ khí quyển và bao gồm cả các quá điện áp do đóng cắt thiết bị hạ áp.

Do sự phân tán của 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.

CHÚ THÍCH 1: Các trở kháng đầu ra của máy phát xung không cao hơn 500 Ω . Khi tiến hành 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 xảy ra, 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 được rút ra từ tính toán trong 6.1.2.2.1.3. Để chính xác thông tin, các giá trị này được đưa ra với mức 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 (với khe hở không khí nhỏ hơn giá trị ở trường hợp A như quy định tại Bảng F.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.

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 các thử nghiệm thường xuyên bổ sung cho các thử nghiệm điển hình.

6.1.2.2.1.3 Giải thích cho Bảng F.5

Dưới đây đưa ra một số giải thích về cách thể hiện dữ liệu trong Bảng F.5:

a) Các hệ số điều chỉnh cho thử nghiệm điện áp xung

Theo 1.1, điện áp xung danh định là hợp lệ cho thiết bị được sử dụng ở độ cao so với mực nước biển đến 2 000 m. Ở độ cao 2 000 m, áp suất khí áp bình thường là 80 kPa, trong khi ở độ cao của mực nước biển giá trị này là 101,3 kPa. Do đó, các thiết bị ở vị trí thấp hơn so với 2 000 m được thử nghiệm bằng cách sử dụng các điện áp xung thử nghiệm cao hơn. Bảng F.5 đưa ra giá trị điện áp thử nghiệm xung để kiểm tra khe hở không khí tại các độ cao khác nhau so với mực nước biển.

Cơ sở tính toán các giá trị mực nước biển và dữ liệu để xác định các giá trị thử nghiệm tại các vị trí thử nghiệm khác như sau:

Các hệ số hiệu chỉnh độ cao được đưa ra trong Bảng A.2 được xem là có liên quan đến đường cong trên Hình A.1. Quan hệ theo hàm:

$$k_u = \left(\frac{1}{k_d} \right)^m$$

trong đó:

d là khe hở không khí đang xét, tính bằng milimét;

k_u là hệ số độ cao để điều chỉnh điện áp;

k_d là hệ số độ cao để điều chỉnh khoảng cách (xem Bảng F.8);

m là gradient của đường thẳng có liên quan trong đường cong 1 của Hình A.1 (thang đo loga trên hai trục tọa độ) và có giá trị sau:

$m = 0,9163$ đối với $0,001 < d \leq 0,01$ mm

$m = 0,3305$ đối với $0,01 < d \leq 0,0625$ mm;

$m = 0,6361$ đối với $0,0625 < d \leq 1$ mm;

$m = 0,8539$ đối với $1 < d \leq 10$ mm;

$m = 0,9243$ đối với $10 < d \leq 100$ mm.

Áp dụng các hệ số điều chỉnh độ cao cho các kết quả điều chỉnh khoảng cách trong đường cong 1 của Hình A.1, các điện áp sẽ được thay đổi theo bốn bước khác nhau chỉ một nấc dịch chuyển khoảng cách. Công thức toán học cho việc tính toán này được thể hiện ở trên. Bảng F.5 đưa ra tính toán này.

b) Thảo luận chung về các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền điện của các khe hở không khí

Các yếu tố ảnh hưởng như sau:

- áp suất không khí;
- nhiệt độ;
- độ ẩm.

TCVN 10884-1:2015

Với mục đích thử nghiệm, không cần tính đến các yếu tố về nhiệt độ, độ ẩm và biến đổi khí hậu của áp suất không khí với điều kiện là đạt được các điều kiện phòng thí nghiệm chuẩn.

Các điều kiện phòng thí nghiệm chuẩn được quy định trong TCVN 7699-1:2007 (IEC 60068-1):

- Nhiệt độ: 15 °C đến 35 °C;
- Áp suất không khí: 86 kPa đến 106 kPa tại mực nước biển;
- Độ ẩm tương đối: 25 % đến 75 %.

6.1.2.2.2 Chọn các thử nghiệm điện môi bằng 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 để kiểm tra khả năng chịu thử 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

Dạng sóng của điện áp thử nghiệm tần số công nghiệp hình sin phải về cơ bản có dạng hình sin. Yêu cầu này được thỏa mãn nếu tỷ số giữa giá trị đỉnh và giá trị hiệu dụng là $\sqrt{2} \pm 3\%$. Giá trị đỉnh phải bằng điện áp thử nghiệm xung của Bảng F.5 và được đặt vào trong ba chu kỳ của điện áp thử nghiệm xoay chiều.

6.1.2.2.2.3 Thử nghiệm điện môi với điện áp một chiều

Điện áp thử nghiệm một chiều về cơ bản phải không có nhấp nhô. Yêu cầu này được thỏa mãn nếu tỷ số giữa giá trị đỉnh của điện áp và giá trị trung bình là $1,0 \pm 3\%$. Giá trị trung bình của điện áp thử nghiệm một chiều phải bằng điện áp thử nghiệm xung của Bảng F.5 và được đặt vào ba lần trong 10 ms ở mỗi cực tính.

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 chịu xung để kiểm tra khả năng cách điện rắn chịu được điện áp xung danh định (xem 5.3.3.2.2).

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 5.3.3.2.3);
- điện áp trạng thái ổn định cao nhất;
- điện áp đỉnh lặp lại (xem 5.3.3.2.4).

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 thử khác với khe hở không khí nếu thời gian chịu ứng suất tăng lên. Nói chung khả năng chịu thử sẽ bị giảm đáng kể. Do đó, thử nghiệm điện áp xoay chiều mà được quy định để kiểm tra khả năng chịu thử 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 không có phóng điện cục bộ duy trì trong cách điện rắn:

- ở điện áp trạng thái ổn định cao nhất;
- ở quá điện áp tạm thời thời gian dài (xem 5.3.3.2.3);
- ở điện áp đỉnh lặp lại (xem 5.3.3.2.4).

d) Thử nghiệm điện áp tần số cao nhằm kiểm tra không có hỏng do gia nhiệt điện môi theo 5.3.3.2.5.

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 nếu giá trị đỉnh của điện áp liệt kê ở c) vượt quá 700 V và nếu cường độ trường điện trung bình cao hơn 1 kV/mm. Cường độ trường điện 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 với các thử nghiệm mẫu hoặc thường xuyên. Tuy nhiên, trách nhiệm của ban kỹ thuật là quy định loại thử nghiệm phải được thực hiện là các thử nghiệm mẫu và thử nghiệm thường xuyên nhằm đảm bảo chất lượng của cách điện trong quá trình chế tạo. Khi thích hợp, các thử nghiệm và ổn định phải được quy định với các tham số thử nghiệm đầy 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

Nếu không có quy định khác, thử nghiệm phải được thực hiện với mẫu thử chưa qua sử dụng. Việc ổn định mẫu thử bằng cách xử lý nhiệt và xử lý ẩm nhằm

TCVN 10884-1:2015

- đại diện cho các điều kiện làm việc bình thường nặng nề nhất,
- bộc lộ các điểm yếu có thể có mà không xuất hiện trong điều kiện chưa qua sử dụng.

Ban kỹ thuật phải quy định phương pháp ổn định thích hợp từ các phương pháp khuyến cáo sau đây:

- a) nóng khô (IEC 60068-2-2), để đạt được điều kiện ổn định mà có thể không tồn tại ngay sau chế tạo;
- b) chu kỳ nóng khô (IEC 60068-2-2), để hình thành các khoảng rỗng có thể xuất hiện trong quá trình lưu kho, vận chuyển và sử dụng bình thường;
- c) sốc nhiệt (TCVN 7699-2-14 (IEC 60068-2-14)), để hình thành sự tách lớp trong hệ thống cách điện có thể xuất hiện trong quá trình lưu kho, vận chuyển và sử dụng bình thường;
- d) nhiệt ẩm (TCVN 7699-2-78 (IEC 60068-2-78)), nhằm đánh giá ảnh hưởng của hấp thụ nước lên các tính chất điện của cách điện rắn.

Đối với các thử nghiệm điện áp xung, điện áp tần số điện xoay chiều và điện áp tần số cao, các phương pháp ổn định quan trọng nhất là các phương pháp trong a) và d). Đối với thử nghiệm phóng điện cục bộ, các phương pháp ổn định b) và c) là phù hợp.

Nếu có yêu cầu ổn định cách điện rắn, phải thực hiện trước thử nghiệm điển hình. Các giá trị nhiệt độ, độ ẩm và thời gian phải được chọn từ Bảng F.6.

Các bộ phận như các bộ phận mang điện, cụm lắp ráp, phần cách điện và vật liệu cách điện sẽ là thích hợp phải chịu ổn định trước các thử nghiệm điện. Khi các bộ phận này đã trải qua thử nghiệm điển hình theo điều này thì không cần ổn định nữa.

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. 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).

6.1.3.3.2 Tiêu chí chấp nhận

Trong quá trình thử nghiệm, không được xảy ra phóng điện đâm xuyên hoặc phóng điện đánh thủng cục bộ cách điện rắn, mà chỉ cho phép phóng điện cục bộ. Phóng điện đánh thủng cục bộ sẽ thể hiện bằng các bước do dạng sóng xuất hiện sớm hơn ở các xung kế tiếp. Phóng điện đánh thủng tại xung đầu tiên có thể cho thấy hỏng hoàn toàn hệ thống cách điện hoặc trong thiết bị có các thiết bị giới hạn quá điện áp tác động.

CHÚ THÍCH 1: Nếu có cơ cấu giới hạn quá điện áp trong thiết bị, cần lưu ý kiểm tra dạng sóng để đảm bảo rằng hoạt động của chúng không tham gia vào việc chỉ thị hỏng cách điện. Méo điện áp xung mà không làm thay đổi giữa các xung có thể do hoạt động của thiết bị giới hạn quá điện áp này và không cho thấy phóng điện đánh thủng (cục bộ) cách điện rắn.

CHÚ THÍCH 2: Phóng điện cục bộ trong các khoảng rỗng có thể tạo ra các rãnh cục bộ trong các khoảng thời gian cực ngắn mà có thể lặp lại trong tiến trình xuất hiện một xung.

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 thỏa mãn khi tỷ số giữa giá trị đỉnh và giá trị hiệu dụng là $\sqrt{2} \pm 3\%$. Giá trị đỉnh phải bằng 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 5.3.3.2 trong thời gian không quá 5 s và giữ tại giá trị đó tối thiểu trong 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 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 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 được 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 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_i (xem Hình 3) 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 ngay khi có thể.

Các phương pháp thử nghiệm phóng điện cục bộ được mô tả trong Phụ lục C. 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_p , 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.

F₁ 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 hoặc cách điện phụ tối thiểu là $1,2 U_p$.

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_e . Kinh nghiệm thực tiễn cho thấy F_2 thường không lớn 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 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_e . Tình huống này đòi hỏi sự kết hợp của 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 một 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 các lưới điện hạ áp, hệ số này có 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 xác nhận

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

- giá trị đỉnh của điện áp trạng thái ổn định lớn nhất;
- giá trị đỉnh của quá điện áp tạm thời thời gian dài (xem 5.3.3.2.3);
- điện áp đỉnh lặp lại (xem 5.3.3.2.4).

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

Khi thử nghiệm, thử nghiệm PD thường được áp dụng cho các thành phần, bộ phận nhỏ và thiết bị nhỏ. Khi thử nghiệm thiết bị phức tạp, phải chú ý 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.

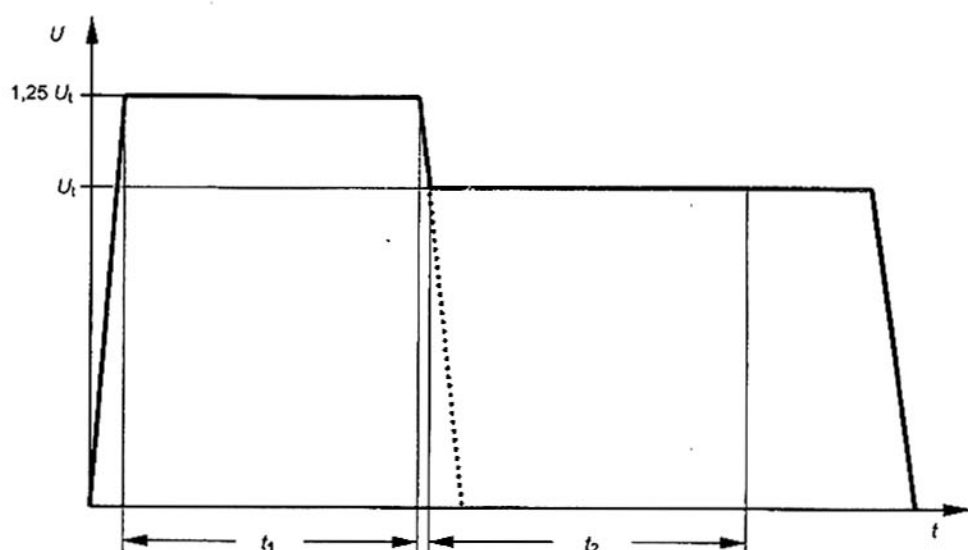
Theo loại mẫu thử nghiệm, ban kỹ thuật phải quy định

- mạch thử nghiệm (Điều C.1),
- thiết bị đo (Điều C.3 và Điều D.2),
- tần số đo (C.3.1 và D.3.3),
- quy trình thử nghiệm (6.1.3.5.3).

6.1.3.5.3 Quy trình thử nghiệm

Giá trị điện áp thử nghiệm U_1 bằng 1,2 lần điện áp dập tắt phóng điện cục bộ yêu cầu U_0 . 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 $F_2 \times U_1$, 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_1 , và được giữ không đổi trong thời gian quy định t_2 cho đến khi đo được độ lớn phóng điện cục bộ.



Hình 3 – Điện áp thử nghiệm

6.1.3.5.4 Tiêu chí chấp nhận

6.1.3.5.4.1 Độ lớn phóng điện quy định

Vì mục tiêu là không có phóng điện cục bộ liên tục trong các điều kiện làm việc bình thường, phải quy định giá trị thực tế thấp nhất (xem Điều D.3).

CHÚ THÍCH 1: Trừ khi phóng điện gây ra do hiện tượng phóng điện vầng quang trong không khí (ví dụ trong các máy biến áp không đúc), các giá trị vượt quá 10 pC là không phù hợp.

CHÚ THÍCH 2: Các giá trị nhỏ cỡ 2 pC là có thể xảy ra với thiết bị sẵn có hiện nay.

Mức tap không được loại khỏi giá trị đọc của máy đo phóng điện cục bộ.

6.1.3.5.4.2 Kết quả thử nghiệm

Cách điện rắn phù hợp nếu

- không xảy ra đánh thủng cách điện, và
- trong quá trình đặt điện áp thử nghiệm, không xảy ra phóng điện cục bộ, hoặc sau thời gian t_2 độ lớn phóng điện không cao hơn giá trị quy định.

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 thử khác nhau của cách điện rắn đối với các loại điện áp này. Tuy nhiên trong trường hợp một 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).

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 5.3.3.2 trong thời gian không quá 5 s và duy trì tại giá trị đó trong tối thiểu 60 s.

CHÚ THÍCH 1: Trong các trường hợp cụ thể, 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, 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 5.3.3.2.5, 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 thử 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

Khi thực hiện các thử nghiệm điện áp xung trên thiết bị hoàn chỉnh, phải tính đến suy giảm hoặc khuếch đại điện áp thử nghiệm. Cần phải đảm bảo rằng các giá trị yêu cầu của điện áp thử nghiệm được đặt vào các đầu nối của thiết bị thử nghiệm.

Thiết bị bảo vệ chống đột biến (SPD) phải được ngắt ra trước khi thử nghiệm điện môi.

CHÚ THÍCH: Nếu các tụ điện có điện dung cao mắc song song với các bộ phận mà giữa chúng cần đặt điện áp thử nghiệm, có thể khó hoặc thậm chí không thể thực hiện thử nghiệm điện áp xoay chiều do dòng điện nạp vượt quá khả năng mang dòng của thiết bị thử nghiệm điện áp cao (200 mA). Trong trường hợp không thể thực hiện được, các tụ điện song song này cần được ngắt trước khi thử nghiệm. Nếu điều này cũng không thể thực hiện thì cần xét đến thử nghiệm một chiều.

6.1.4.2 Các bộ phận cần thử nghiệm

Điện áp thử nghiệm phải được đặt giữa các bộ phận của thiết bị được cách ly về điện với nhau.

Ví dụ các bộ phận như vậy bao gồm:

- bộ phận mang điện,
- mạch điện tách rời,
- mạch điện nối đất,
- bề mặt tiếp cận được.

Các bộ phận không dẫn điện của bề mặt tiếp cận được phải được phủ lá kim loại mỏng.

CHÚ THÍCH: Nếu không thể phủ hoàn toàn các vỏ máy rộng bằng lá kim loại mỏng thì phủ một phần là đủ nếu được đặt lên các bộ phận cung cấp bảo vệ chống điện giật.

6.1.4.3 Chuẩn bị các mạch điện cho thiết bị

Để thử nghiệm, mỗi mạch điện của thiết bị phải được chuẩn bị như sau:

- các đầu nối bên ngoài mạch điện, nếu có, phải được nối với nhau;
- cơ cấu đóng cắt và cơ cấu điều khiển trong thiết bị phải được đặt ở vị trí đóng hoặc được nối tắt;
- đầu nối của các thành phần chặn điện áp (như các diốt chỉnh lưu) phải được nối với nhau;
- các thành phần như các bộ lọc RFI phải được tham gia trong thử nghiệm xung nhưng có thể cần ngắt chúng trong các thử nghiệm xoay chiều.

CHÚ THÍCH 1: Các thành phần nhạy điện áp trong mạch điện bất kỳ của thiết bị mà không bắc cầu qua cách điện chính hoặc cách điện tăng cường thì có thể được nối tắt bằng cách ngắn mạch các đầu nối.

CHÚ THÍCH 2: Các bảng mạch in dạng cắm đã qua thử nghiệm và các mô đun đã qua thử nghiệm với các bộ nối nhiều điểm có thể được lấy ra, ngắt điện hoặc thay bằng các mẫu mô hình để đảm bảo rằng điện áp thử nghiệm được truyền bên trong thiết bị trong phạm vi cần thiết cho các thử nghiệm cách điện.

6.1.4.4 Các giá trị điện áp thử nghiệm

Các mạch điện được 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

Trong khi thử nghiệm, không được có phóng điện đánh thủng (đánh lửa điện, phóng điện bề mặt hoặc phóng điện đâm xuyên). Phóng điện cục bộ trong khe hở không khí mà không dẫn đến phóng điện đánh thủng thì được bỏ qua, trừ khi ban kỹ thuật có quy định khác.

CHÚ THÍCH: Nên sử dụng dao động kế để quan sát điện áp xung nhằm phát hiện phóng điện đánh thủng.

6.1.5 Các thử nghiệm khác

6.1.5.1 Thử nghiệm cho các mục đích không phải phối hợp cách điện

Ban kỹ thuật quy định các thử nghiệm điện cho các mục đích không phải nhằm kiểm tra phối hợp cách điện sẽ không quy định điện áp thử nghiệm cao hơn các giá trị yêu cầu cho phối hợp cách điện.

6.1.5.2 Thử nghiệm lấy mẫu và thử nghiệm định kỳ

Các thử nghiệm lấy mẫu và thử nghiệm định kỳ nhằm đảm bảo chất lượng chế tạo. Trách nhiệm của ban kỹ thuật có liên quan, và đặc biệt là của các nhà chế tạo, là xác định các thử nghiệm này. Các thử nghiệm phải được tiến hành với các dạng sóng và cấp điện áp sao cho các sự cố được phát hiện mà không gây thiệt hại cho thiết bị (cách điện rắn hoặc các thành phần).

Ban kỹ thuật quy định các thử nghiệm lấy mẫu và thử nghiệm định kỳ không được quy định các điện áp thử nghiệm cao hơn các giá trị này yêu cầu cho thử nghiệm điển hình, trong mọi trường hợp.

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

Tất cả các tham số thử nghiệm quan trọng phải được đo với độ chính xác cao để cung cấp kết quả thử nghiệm được xác định tốt và có thể so sánh. Với mục đích hài hòa, độ chính xác của phép đo của các thiết bị đo được sử dụng cho các tham số thử nghiệm được cho trong tiêu chuẩn này như sau:

- | | |
|--|-------------------------|
| a) điện áp thử nghiệm (xoay chiều/một chiều): | $\pm 3 \%$ |
| điện áp thử nghiệm (xung): | $\pm 5 \%$ |
| b) dòng điện: | $\pm 1,5 \%$ |
| c) tần số: | $\pm 0,2 \%$ |
| d) nhiệt độ: | |
| – dưới 100°C | $\pm 2^{\circ}\text{C}$ |
| – từ 100°C đến 500°C | $\pm 3 \%$ |
| e) độ ẩm tương đối: | $\pm 3 \%$ r.h |

CHÚ THÍCH: Độ chính xác cho trước lấy theo độ chính xác của các thiết bị đo độ ẩm. Giá trị này không bao gồm sự đồng nhất về độ ẩm trong tủ thử và/hoặc ảnh hưởng của mẫu thử lên sự đồng nhất này. Độ ẩm trong tủ thử chỉ được đo tại một vị trí, trước khi thử nghiệm mẫu thử.

- | | |
|-----------------------------------|--|
| f) độ lớn phóng điện cục bộ: | $\pm 10 \%$ hoặc $\pm 1 \text{ pC}$ (áp dụng giá trị nào lớn hơn); |
| g) thời gian (điện áp xung): | $\pm 20 \%$; |
| thời gian (thời gian thử nghiệm): | $\pm 1 \%$; |

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

Kích thước X, được quy định trong các ví dụ dưới đây, có giá trị tối thiểu phụ thuộc vào độ nhiễm bẩn, như sau:

Độ nhiễm bẩn	Giá trị tối thiểu của X
1	0,25 mm
2	1,0 mm
3	1,5 mm

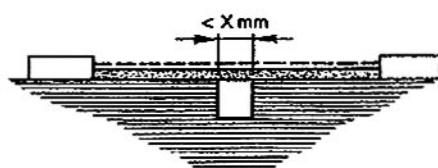
Nếu khe hở không khí liên quan nhỏ hơn 3 mm, kích thước tối thiểu X có thể được giảm xuống bằng một phần ba khe hở không khí này.

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.

Các giả thiết sau đây được thừa nhận:

- chỗ thụt vào bất kỳ được coi là được bắc cầu bằng một liên kết cách điện có chiều dài bằng chiều rộng quy định X 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.

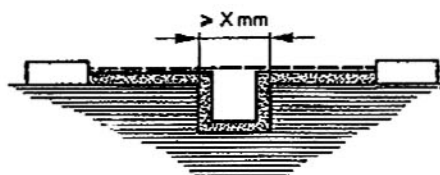
Ví dụ 1



Điều kiện: Đường dẫn hướng cần xét 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

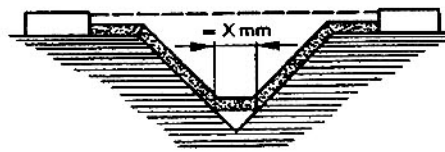
Ví dụ 2



Điều kiện: Đường dẫn hướng cần xét 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 thẳng. Đường rò theo đường viền của rãnh.

Ví dụ 3



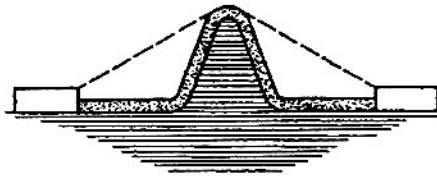
Điều kiện: Đường dẫn hướng cần xét gồm một rãnh hình chữ V có chiều rộng lớn hơn X mm.

Quy tắc: Khe hở không khí là khoảng cách theo đường thẳng. Đường rò theo đường viền của rãnh nhưng nổi tất ở đáy rãnh bằng cầu nổi X mm.

----- khe hở không khí

 chiều dài đường rò

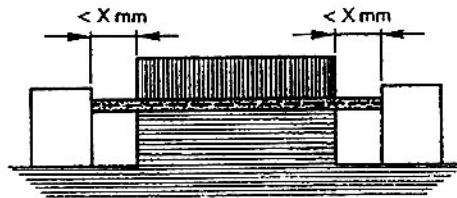
Ví dụ 4



Điều kiện: Đường dẫn hướng cần xét 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.

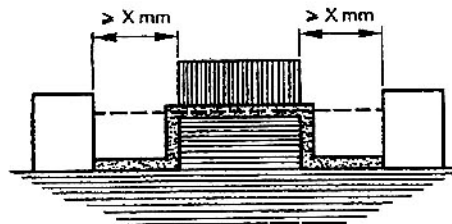
Ví dụ 5



Điều kiện: Đường dẫn hướng cần xét là phần mối 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 ngắn như thể hiện trên hình.

Ví dụ 6



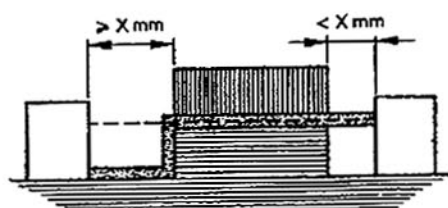
Điều kiện: Đường dẫn hướng cần xét là phần mối ghép không gắn kín, có rãnh ở hai bên, chiều rộng mỗi rãnh bằng hoặc lớn hơn X mm.

Quy tắc: Khe hở không khí là khoảng cách theo đường thẳng. Chiều dài đường rò men theo đường viền của rãnh.

----- Khe hở không khí

 Chiều dài đường rò

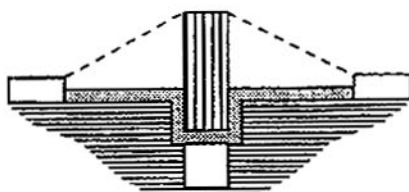
Ví dụ 7



Điều kiện: Đường dẫn hướng cần xét 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.

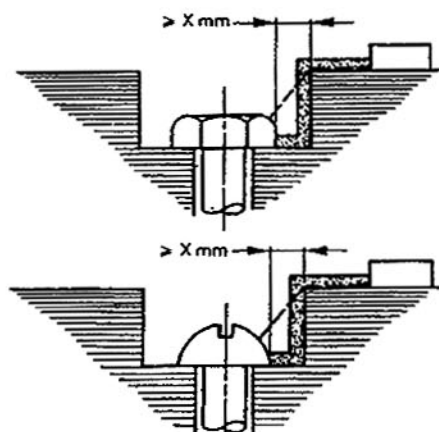
Ví dụ 8



Điều kiện: Chiều dài đường rò qua mối ghép không gắn kín nhỏ hơn chiều dài đường rò qua bên trên tấm chắn.

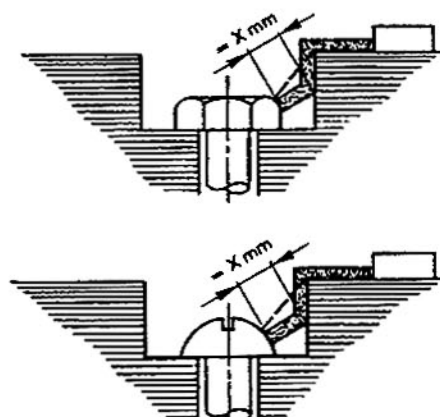
Quy tắc: Khe hở không khí là đường ngắn nhất qua đỉnh của tấm chắn.

Ví dụ 9



Phải tính đến khoảng cách giữa mũ vít và mặt bên của hốc đủ rộng.

Ví dụ 10



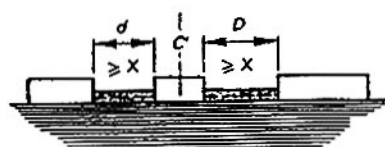
Phải tính đến khoảng cách giữa mũ vít và mặt bên của hốc quá hẹp.
Đo chiều dài đường rò từ vít tới mặt bên khi khoảng cách này bằng X mm.

----- Khe hở không khí

 Chiều dài đường rò

Ví dụ 11

C' bộ phận dẫn điện nhỏ lên



Khe hở không khí là khoảng cách = $d + D$

Chiều dài đường rò = $d + D$

----- Khe hở không khí

 Chiều dài đường rò

Phụ lục A

(tham khảo)

Cơ sở dữ liệu về các đặc trưng chịu thử của khe hở không khí

Bảng A.1 – Điện áp chịu thử tính bằng kilovon đối với độ cao 2 000 m so với mực nước biển

Khe hở không khí	Trường hợp A			Trường hợp B	
	Trường không đồng nhất			Trường đồng nhất	
	Xoay chiều (50/60 Hz)		Xung (1,2/50)	Xoay chiều (50/60 Hz)	Xoay chiều (50/60 Hz) và xung (1,2/50)
mm	U hiệu dụng	$\bar{U}$	$\bar{U}$	U hiệu dụng	$\bar{U}$
0,001	0,028	0,040	0,040	0,028	0,04
0,002	0,053	0,075	0,075	0,053	0,07
0,003	0,078	0,110	0,110	0,078	0,11
0,004	0,102	0,145	0,145	0,102	0,14
0,005	0,124	0,175	0,175	0,124	0,17
0,006 25	0,152	0,215	0,215	0,152	0,21
0,008	0,191	0,270	0,270	0,191	0,27
0,010	0,23	0,33+	0,33+	0,23	0,33+
0,012	0,25	0,35	0,35	0,25	0,35
0,015	0,26	0,37	0,37	0,26	0,37
0,020	0,28	0,40	0,40	0,28	0,40
0,025	0,31	0,44	0,44	0,31	0,44
0,030	0,33	0,47	0,47	0,33	0,47
0,040	0,37	0,52	0,52	0,37	0,52
0,050	0,40	0,56	0,56	0,40	0,56
0,062 5	0,42	0,60+	0,60+	0,42	0,60+
0,080	0,46	0,65	0,70	0,50	0,70
0,10	0,50	0,70	0,81	0,57	0,81
0,12	0,52	0,74	0,91	0,64	0,91
0,15	0,57	0,80	1,04+	0,74	1,04
0,20	0,62	0,88	1,15	0,89	1,26
0,25	0,67	0,95	1,23	1,03	1,45
0,30	0,71	1,01	1,31	1,15	1,62
0,40	0,78	1,11	1,44	1,38	1,95
0,50	0,84	1,19	1,55	1,59	2,25
0,60	0,90	1,27	1,65	1,79	2,53
0,80	0,98	1,39	1,81	2,15	3,04

Bảng A.1 (kết thúc)

Khe hở không khí	Trường hợp A			Trường hợp B	
	Trường không đồng nhất			Trường đồng nhất	
	Xoay chiều (50/60 Hz)		Xung (1,2/50)	Xoay chiều (50/60 Hz)	Xoay chiều (50/60 Hz) và xung (1,2/50)
mm	U hiệu dụng	$\bar{U}$	$\bar{U}$	U hiệu dụng	$\bar{U}$
1,0	1,06	1,50+	1,95	2,47	3,50
1,2	1,20	1,70	2,20	2,89	4,09
1,5	1,39	1,97	2,56	3,50	4,95
2,0	1,68	2,38	3,09	4,48	6,32
2,5	1,96	2,77	3,60	5,41	7,65
3,0	2,21	3,13	4,07	6,32	8,94
4,0	2,68	3,79	4,93	8,06	11,4
5,0	3,11	4,40	5,72	9,76	13,8
6,0	3,51	4,97	6,46	11,5	16,2
8,0	4,26	6,03	7,84	14,6	20,7
10,0	4,95	7,00+	9,10	17,7	25,0+
12,0	5,78	8,18	10,6	20,9	29,6
15,0	7,00	9,90	12,9	25,7	36,4
20,0	8,98	12,7	16,4	33,5	47,4
25,0	10,8	15,3	19,9	41,2	58,3
30,0	12,7	17,9	23,3	48,8	69,0
40,0	16,2	22,9	29,8	63,6	90,0
50,0	19,6	27,7	36,0	78,5	111,0
60,0	22,8	32,3	42,0	92,6	131,0
80,0	29,2	41,3	53,7	120,9	171,0
100,0	35,4	50,0+	65,0	148,5	210,0+

CHÚ THÍCH: Các thông tin đối với các khe hở không khí từ 0,001 mm đến 0,008 mm, được lấy từ tài liệu "Các thí nghiệm đánh thủng điện trong không khí đối với các khe có kích cỡ micromet dưới các áp suất khác nhau" theo P. Hartherz, K. en Yahia, L. Müller, R. Pfendner và W. Pfeiffer và phát hành trong Hội thảo quốc tế lần thứ 9 về Điện môi khí, Ellicot City, Maryland, USA 2001, pp333-338.

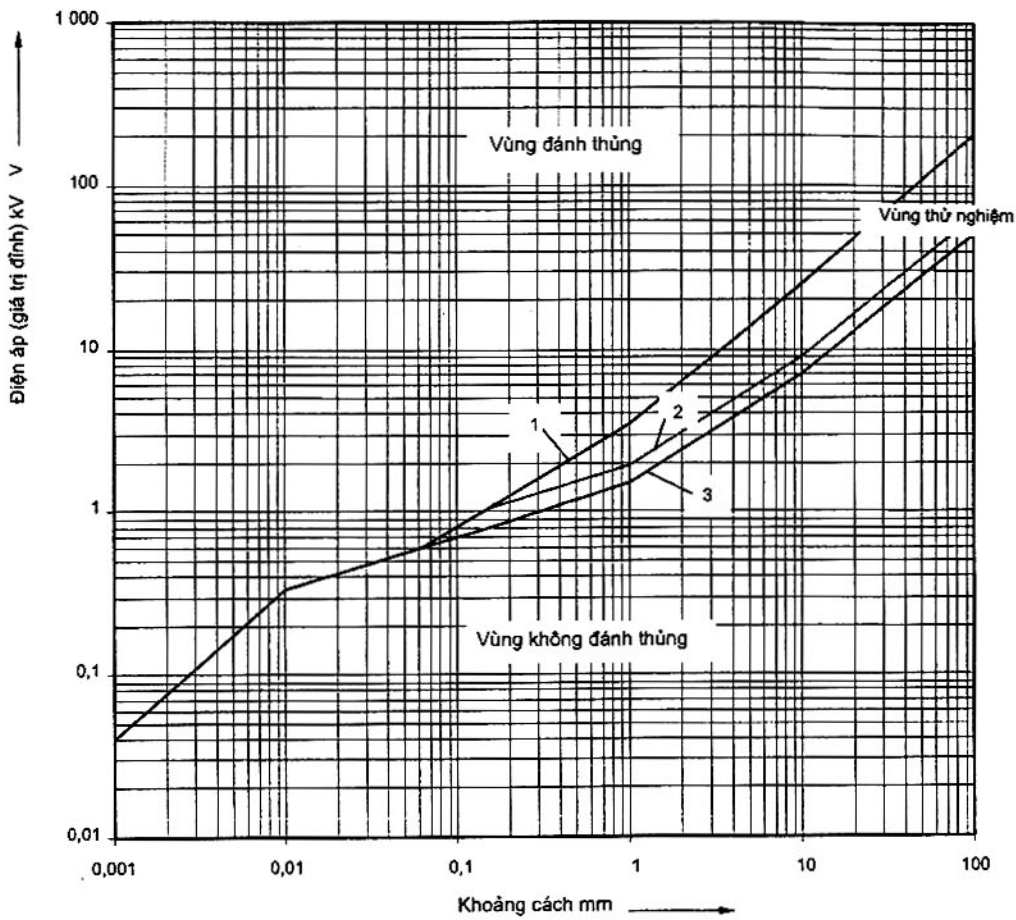
Chi tiết hơn có thể được tìm thấy trong luận án của P. Hartherz "Anwendung der Teilentladungsmeßtechnik zur Fehleranalyse in festen Isolierungen unter periodischer Impulsspannungsbelastung". Dissertation TU Darmstadt; Shaker Verlag, 2002.

Để đơn giản hóa, các giá trị đo được thống kê theo Bảng A.1 ở trên được thay bằng các đường thẳng giữa các giá trị được đánh dấu "+" trong sơ đồ logarit kép có tính đến các hệ số hiệu chỉnh độ cao từ 0 m đến 2 000 m. Các giá trị trung gian được lấy từ sơ đồ (xem Hình A.1) để chúng bao gồm cả các

giá trị đo được có biên an toàn nhỏ. Các giá trị điện áp hiệu dụng $U_{r.m.s}$ tính được bằng cách chia giá trị $\hat{U}$ cho $\sqrt{2}$.

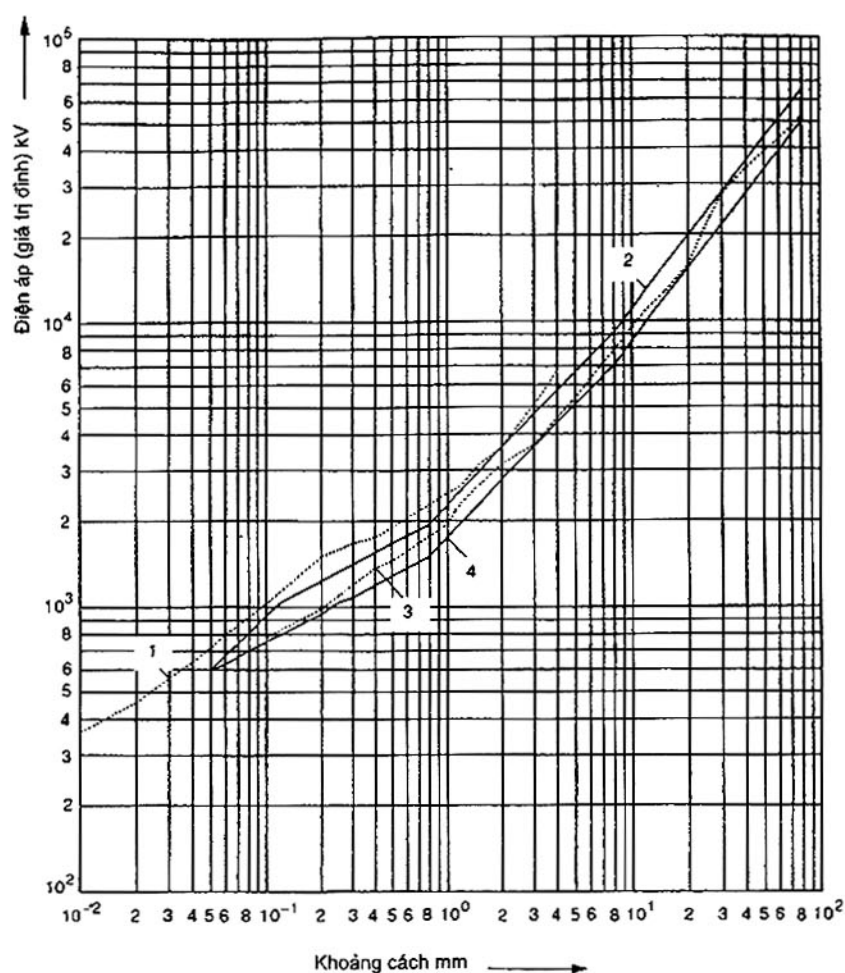
Bảng A.2 – Các hệ số hiệu chỉnh độ cao

Độ cao so với mực nước biển m	Áp suất khí quyển bình thường kPa	Hệ số nhân của khe hở không khí
2 000	80,0	1,00
3 000	70,0	1,14
4 000	62,0	1,29
5 000	54,0	1,48
6 000	47,0	1,70
7 000	41,0	1,95
8 000	35,5	2,25
9 000	30,5	2,62
10 000	26,5	3,02
15 000	12,0	6,67
20 000	5,5	14,5

**CHÚ DẪN:**

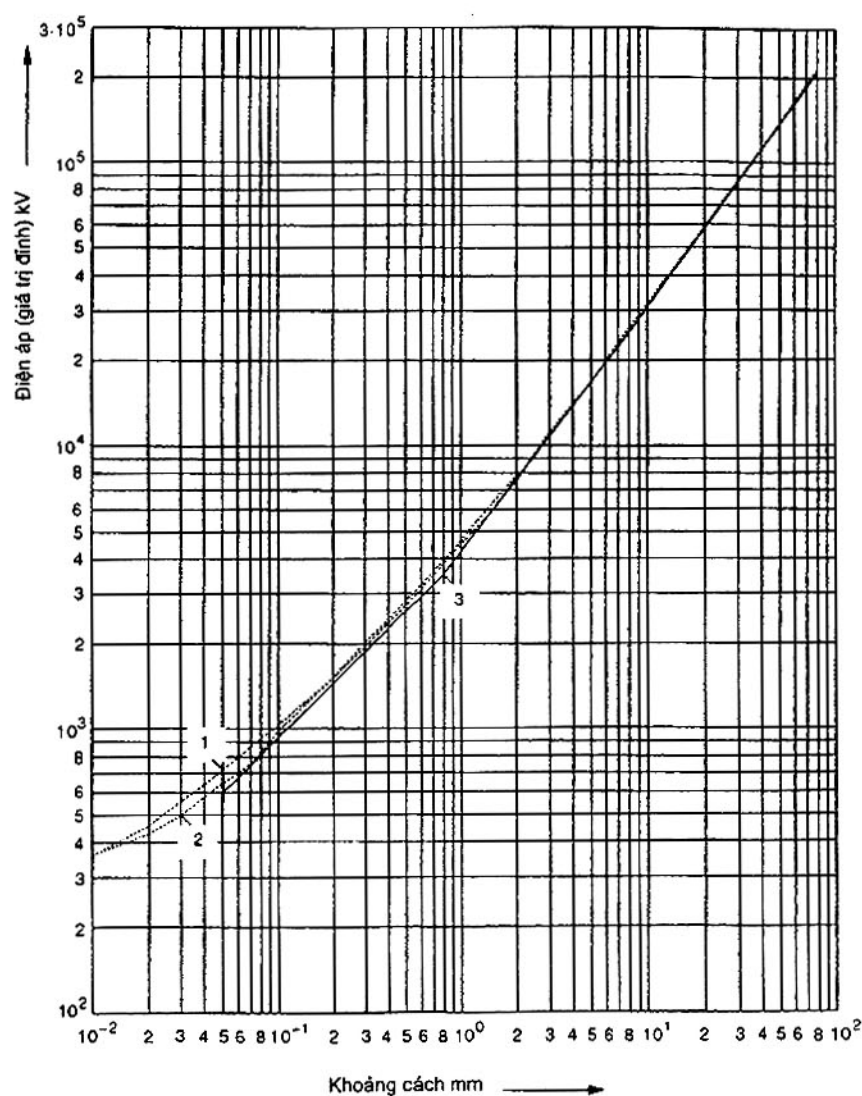
- 1 trường hợp B; $U_{1,2/50}$ và $U_{50/60}$ Hz
- 2 trường hợp A; $U_{1,2/50}$
- 3 trường hợp A; $U_{50/60}$ Hz

Hình A.1 – Điện áp chịu thử ở độ cao 2 000 m so với mực nước biển

**CHÚ DẪN:**

- 1 $\bar{U}$ 1,2/50 theo ETZ-B, 1976 trang 300-302 ^[3]
- 2 Các giới hạn thấp đối với $\bar{U}$ 1,2/50
- 3 $\bar{U}$ 50 Hz theo ETZ-A, 1969 trang 251-255 ^[4]
- 4 Các giới hạn thấp đối với $\bar{U}$ 50 Hz

Hình A.2 – Dữ liệu thực nghiệm đo được ở xấp xỉ mực nước biển và các giới hạn thấp của chúng đối với trường không đồng nhất

**CHÚ DẪN:**

- 1 Û 1,2/50 theo ETZ-B, 1976 trang 300-302 ^[3]
- 2 Û 50 Hz theo Electra, 1974 trang 61-82 ^[5]
- 3 Các giới hạn thấp cho Û 1,2/50 và Û 50 Hz

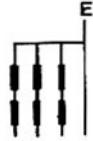
Hình A.3 – Dữ liệu thực nghiệm được đo tại xấp xỉ mực nước biển và các giới hạn thấp của chúng đối với trường đồng nhất

Phụ lục B

(tham khảo)

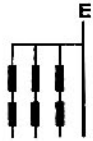
**Điện áp danh nghĩa của hệ thống cấp điện đối với
các chế độ khống chế quá điện áp khác nhau**

Bảng B.1 – Khống chế vốn có hoặc khống chế bảo vệ tương đương

Điện áp pha - trung tính bất nguồn từ điện áp danh nghĩa xoay chiều hoặc một chiều đến và bằng ¹⁾	Điện áp danh nghĩa được sử dụng hiện nay trên thế giới				Điện áp xung danh định cho thiết bị ¹⁾			
	Hệ thống ba pha bốn dây	Hệ thống ba pha ba dây	Hệ thống một pha hai dây	Hệ thống một pha ba dây				
	Có trung tính nối đất	Không nối đất	Xoay chiều/ một chiều	Xoay chiều/ một chiều	Cấp quá điện áp			
V	V	V	V	V	I	II	III	IV
50								
			12,5 24 25 30 42 48	30-60	330	500	800	1500
100	66/115	66	60		500	800	1500	2500
150	120/208 * 127/220	115, 120, 127	100 **, 110, 120	100-200 ** 110-220 120-240	800	1 500	2 500	4 000
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	200 **, 220, 230, 240, 260, 277, 347 380, 400, 415 440, 480	220	220-440	1 500	2 500	4 000	6 000
600	347/600, 380/660 400/690, 417/720 480/830	500, 577, 600	480	480-960	2 500	4 000	6 000	8 000
1 000		660 690, 720 830, 1 000	1 000		4 000	6 000	8 000	12 000

¹⁾ Các cột này được lấy từ Bảng F.1 trong đó quy định các giá trị điện áp xung danh định.
 * Thực tiễn tại Mỹ và Canada.
 ** Thực tiễn tại Nhật Bản.

Bảng B.2 – Các trường hợp cần có không chế bảo vệ và cung cấp không chế bằng các bộ chống sét có tỷ số giữa điện áp chặn và điện áp danh định không nhỏ hơn giá trị quy định trong IEC 60099-1

Điện áp pha - trung tính bất nguồn từ điện áp danh nghĩa xoay chiều hoặc một chiều đến và bằng ¹⁾	Điện áp danh nghĩa được sử dụng hiện nay trên thế giới				Điện áp xung danh định cho thiết bị ¹⁾			
	Hệ thống ba pha bốn dây	Hệ thống ba pha ba dây	Hệ thống một pha hai dây	Hệ thống một pha ba dây				
	Có trung tính nối đất 	Không nối đất 	Xoay chiều/ một chiều 	Xoay chiều/ một chiều 	Cấp quá điện áp			
V	V	V	V	V	I	II	III	IV
50			12,5 24 25 30 42 48	30-60	330	500	800	1 500
100	66/115	66	60		500	800	1 500	2 500
150	120/208 * 127/220	115, 120, 127	100 **, 110, 120	100-200 ** 110-220 120-240	800	1 500	2 500	4 000
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	200 **, 220, 230, 240, 260, 277	220	220-440	1 500	2 500	4 000	6 000
600	347/600, 380/660 400/690, 417/720 480/830	347, 380, 400, 415, 440, 480, 500, 577, 600	480	480-960	2 500	4 000	6 000	8 000
1 000		660 690, 720 830, 1 000	1 000		4 000	6 000	8 000	12 000

¹⁾ Các cột này được lấy từ Bảng F.1 trong đó quy định các giá trị điện áp xung danh định.

* Thực tiễn tại Mỹ và Canada.

** Thực tiễn tại Nhật Bản.

Phụ lục C
(quy định)

Phương pháp thử nghiệm phóng điện cục bộ

C.1 Mạch thử nghiệm

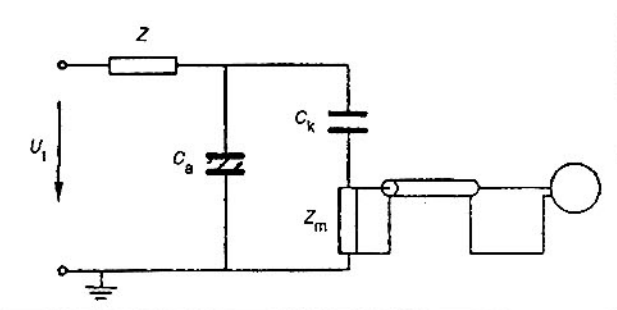
C.1.1 Quy định chung

Các mạch thử nghiệm phải thực hiện như mô tả trong IEC 60270. Các mạch điện dưới đây được cho trong phụ lục này phù hợp với các yêu cầu này và được đưa ra như là các ví dụ.

CHÚ THÍCH 1: Trong phần lớn các trường hợp, thiết bị thử nghiệm được thiết kế theo các ví dụ cho trong phụ lục này là sẽ thích hợp. Trong các trường hợp đặc biệt, ví dụ như khi có mặt nhiều môi trường xung quanh cực cao, cần tham khảo IEC 60270.

CHÚ THÍCH 2: Để giải thích các hoạt động cơ bản, xem Điều D.2.

C.1.2 Mạch thử nghiệm cho mẫu thử nghiệm nối đất



CHÚ DẪN

U_1 điện áp thử nghiệm

Z bộ lọc

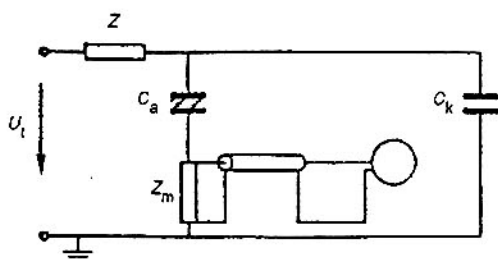
C_a mẫu để thử nghiệm (nó thường có thể được coi là một điện dung)

C_k tụ ghép nối

Z_m trở kháng đo lường

Hình C.1 – Mẫu thử nghiệm nối đất

C.1.3 Mạch thử nghiệm cho mẫu thử nghiệm không nối đất



Hình C.2 – Mẫu thử nghiệm không nối đất

C.1.4 Tiêu chí lựa chọn

Về cơ bản cả hai mạch điện là tương đương. Tuy nhiên, các điện dung tập tán của mẫu thử nghiệm có ảnh hưởng khác nhau theo độ nhạy. Điện dung đất đầu nối cao áp của mẫu thử nghiệm có xu hướng làm giảm độ nhạy của mạch điện theo C.1.2 và có xu hướng làm tăng độ nhạy của mạch điện theo C.1.3 mà do đó cần được ưu tiên.

C.1.5 Trở kháng đo

Trở kháng đo phải cung cấp sụt áp thấp không đáng kể ở tần số thử nghiệm. Trở kháng đối với tần số đo phải được lựa chọn để cung cấp độ nhạy hợp lý theo Điều D.2.

Khi sử dụng các linh kiện giới hạn điện áp thì các linh kiện này không gây ảnh hưởng trong phạm vi đo.

C.1.6 Tụ ghép nối C_k

Tụ điện này phải là loại có điện cảm thấp với tần số cộng hưởng vượt quá $3 f_2$ (xem Điều C.3). Tụ này phải là loại không bị phóng điện cục bộ đến điện áp thử nghiệm cao nhất được sử dụng.

C.1.7 Bộ lọc

Không bắt buộc sử dụng bộ lọc. Nếu được sử dụng, trở kháng của tụ phải cao đối với tần số đo.

C.2 Tham số thử nghiệm

C.2.1 Quy định chung

Ban kỹ thuật phải quy định

- tần số f_1 của điện áp thử nghiệm (C.2.2),
- biên độ phóng điện quy định (6.1.3.5.4.1),
- điều kiện khí hậu đối với thử nghiệm phóng điện cục bộ (C.2.3).

TCVN 10884-1:2015

CHÚ THÍCH: Có thể cần phải có các thông số kỹ thuật khác nhau đối với thử nghiệm điện hình và thử nghiệm thường xuyên.

C.2.2 Yêu cầu đối với điện áp thử nghiệm

Thông thường sử dụng điện áp xoay chiều. Méo hài tổng phải nhỏ hơn 3 %.

CHÚ THÍCH 1: Méo hài nhỏ của sóng sin cho phép sử dụng vôn mét tiêu chuẩn và tính giá trị đỉnh từ giá trị hiệu dụng đo được. Trong trường hợp méo hài cao hơn, cần sử dụng vôn mét đo đỉnh sóng.

Các thử nghiệm thường được thực hiện ở tần số công nghiệp. Khi có tần số khác trong thiết bị, ban kỹ thuật phải xem xét các ảnh hưởng có thể có của tần số lên biên độ phóng điện.

CHÚ THÍCH 2: Thử nghiệm phóng điện cục bộ với điện áp một chiều không được khuyến cáo do khó đạt được môi trường hoàn toàn không có nhiễu điện. Ngoài ra cần lưu ý rằng sự phân bố điện áp một chiều và xoay chiều khác nhau rất lớn.

C.2.3 Điều kiện khí hậu

Khuyến cáo cần thực hiện thử nghiệm ở nhiệt độ phòng và độ ẩm trung bình (23 °C, 50 % r.h., xem 5.3 của TCVN 7699-1:2007 (IEC 60068-1)).

C.3 Yêu cầu đối với các dụng cụ đo

C.3.1 Quy định chung

Có thể sử dụng cả hai loại dụng cụ đo điện tích dài rộng và dài hẹp (xem C.3.3). Vôn mét bị gây nhiễu bởi tần số radio chỉ có thể được sử dụng theo các biện pháp phòng ngừa cho trong C.3.2.

Giới hạn dưới của tần số đo được xác định bằng tần số f_1 của điện áp thử nghiệm và đặc trưng tần số của trở kháng đo Z_m (xem C.1.5). Giới hạn này không được thấp hơn 10 f_1 .

Các giới hạn trên của tần số đo được xác định bằng dạng xung phóng điện cục bộ và đáp ứng tần số của mạch thử nghiệm. Giới hạn này không cần phải cao hơn 2 MHz. Đối với máy đo phóng điện cục bộ dài hẹp, tần số đo phải được chọn liên quan đến các nguồn nhiễu dài hẹp (xem D.3.3).

CHÚ THÍCH: Khuyến cáo sử dụng các máy đo phóng điện cục bộ dài hẹp.

C.3.2 Phân loại các máy đo phóng điện cục bộ

Dòng điện qua trở kháng đo Z_m được tích phân để cung cấp giá trị đọc tỷ lệ với q_m (xem Hình D.1).

Tích phân có thể bị ảnh hưởng bởi trở kháng đo. Trong trường hợp này, tích phân sẽ thể hiện điện dung đối với tất cả các tần số trên mức giới hạn dưới của tần số đo. Điện áp đặt vào điện dung tỷ lệ với q_m được khuếch đại bằng bộ khuếch đại xung. Phải cung cấp phóng điện định kỳ.

Nếu trở kháng đo có tính điện trở đối với tất cả các tần số trên mức giới hạn dưới của tần số đo, tích phân phải được thực hiện trong bộ khuếch đại xung.

Các xung đơn phải được đo và phải đánh giá xung có biên độ lớn nhất. Để hạn chế các sai số do xung chồm lên nhau, thời gian phân giải xung phải nhỏ hơn $100 \mu s$.

Máy đo nhiễu tần số radio là các máy đo điện áp đỉnh dải hẹp. Chúng được sử dụng để đo nhiễu của tín hiệu radio. Chúng kết hợp với mạch lọc đặc biệt để tạo độ phụ thuộc giá trị đọc vào tốc độ lặp xung theo hiệu ứng khách quan của nhiễu tác động lên tai người.

Để đo phóng điện cục bộ, máy đo nhiễu tần số radio chỉ có thể được sử dụng nếu ngắt kết nối các mạch lọc. Cũng yêu cầu một trở kháng đo phù hợp.

C.3.3 Dải thông của mạch thử nghiệm

Thông thường, máy đo độ phóng điện cục bộ sẽ hạn chế dải thông của mạch thử nghiệm. Các máy đo PD được phân loại theo dải thông của chúng là loại dải rộng và dải hẹp.

a) Các tần số ngưỡng giới hạn dưới và giới hạn trên f_1 và f_2 là các giá trị mà tại đó đáp ứng tần số giảm đi 3 dB của một giá trị không đổi trong trường hợp máy đo dải rộng và 6 dB từ giá trị đỉnh trong trường hợp máy đo dải hẹp.

b) Đối với các máy đo dải hẹp, tần số đo f_0 tương đồng với đỉnh cộng hưởng trong đáp ứng tần số.

c) Dải thông Δf là:

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

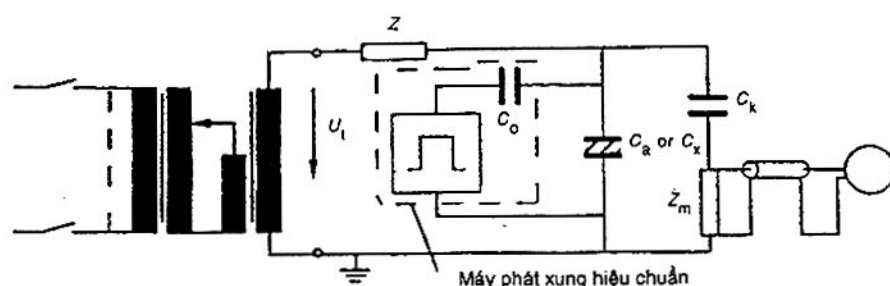
Đối với các máy đo dải rộng, Δf có cùng cỡ độ lớn với f_2 . Đối với các máy đo dải hẹp, Δf nhỏ hơn f_0 rất nhiều.

C.4 Hiệu chuẩn

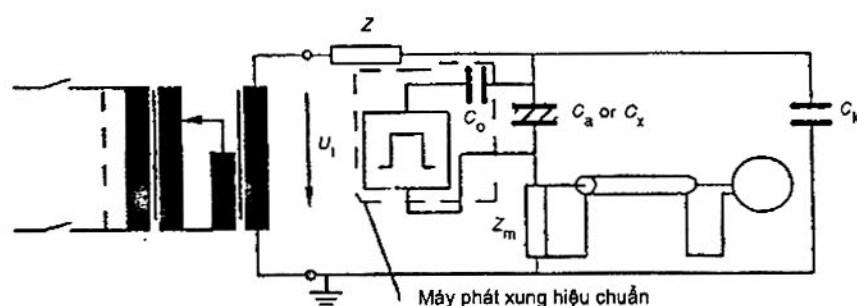
C.4.1 Hiệu chuẩn biên độ phóng điện trước khi đo mức nhiễu

Hiệu chuẩn mạch thử nghiệm (Hình C.3 hoặc Hình C.4) phải được thực hiện ở biên độ phóng điện quy định thay mẫu thử nghiệm C_a bằng tụ C_x cho thấy không có phóng điện cục bộ. Trở kháng của tụ C_x phải tương tự như của mẫu thử nghiệm C_a .

Các máy biến áp phải được điều chỉnh theo điện áp thử nghiệm phóng điện cục bộ quy định nhưng không được cấp điện và cuộn sơ cấp của chúng phải được ngắn mạch. Biên độ phóng điện quy định phải được đặt vào các đầu nối của tụ nhờ máy phát xung hiệu chuẩn. Chỉ thị biên độ phóng điện trên bộ phát hiện phóng điện phải được điều chỉnh ứng với các tín hiệu hiệu chuẩn.

**CHÚ DẪN**

- U_1 điện áp thử nghiệm
 Z bộ lọc
 C_0 điện dung của máy phát xung hiệu chuẩn
 C_a hoặc C_x mẫu thử nghiệm (thông thường có thể được coi là điện dung)
 C_k tụ ghép nối
 Z_m trở kháng đo

Hình C.3 – Hiệu chuẩn mẫu thử nghiệm nối đất**Hình C.4 – Hiệu chuẩn mẫu thử nghiệm không nối đất****C.4.2 Kiểm tra xác nhận mức nhiễu**

Với bố trí được sử dụng trong C.4.1, điện áp thử nghiệm PD phải được tăng đến điện áp thử nghiệm cao nhất. Mức nhiễu tối đa phải nhỏ hơn 50 % biên độ phóng điện quy định. Một cách khác, đòi hỏi các biện pháp theo Điều D.3.

C.4.3 Hiệu chuẩn đối với thử nghiệm PD

Với mẫu thử nghiệm lắp trong mạch, lặp lại quy trình C.4.1.

Các thay đổi trong mạch thử nghiệm hoặc mẫu thử nghiệm đều đòi hỏi phải hiệu chuẩn lại. Trong trường hợp nhiều mẫu thử nghiệm tương tự, hiệu chuẩn lại không thường xuyên có thể là đủ nếu:

- trở kháng của tụ ghép nối nhỏ hơn 1/10 giá trị của mẫu thử nghiệm, hoặc
- trở kháng của mẫu thử nghiệm không sai khác so với giá trị trong quá trình hiệu chuẩn quá $\pm 10\%$.

CHÚ THÍCH: Khi quy định khoảng thời gian để hiệu chỉnh lại, ban kỹ thuật cần lưu ý rằng, trong trường hợp độ nhạy của máy đo PD không đủ, có thể không phát hiện được các phóng điện có khả năng nguy hại.

C.4.4 Hiệu chuẩn máy phát xung

Về cơ bản, máy phát xung có điện dung C_0 nhỏ được nạp tới U_0 .

Các xung dòng điện từ máy phát xung phải có thời gian tăng nhỏ hơn $0,03 / f_2$. C_0 không được có giá trị nào cao hơn $0,1 C_k$. Thời gian sườn sau của xung phải lớn hơn $100 \mu s$.

Để kiểm tra tính năng của máy đo PD, máy đo phải được hiệu chuẩn trong tất cả các giới hạn đo. Trở kháng đo và cáp kết nối phải có trong quy trình.

Các đặc trưng sau đây phải được kiểm tra:

- độ chính xác và độ ổn định của máy phát xung hiệu chuẩn;
- giá trị đọc đối với các xung có biên độ khác nhau ở tốc độ lặp xung là 100 Hz;
- thời gian phân giải xung bằng cách sử dụng xung biên độ không đổi và tăng tốc độ lặp lại;
- tần số ngưỡng giới hạn dưới và giới hạn trên f_1 và f_2 .

Quy trình này được thực hiện sau mỗi lần sửa chữa máy đo PD, nhưng tối thiểu là một lần mỗi năm.

Phụ lục D
(tham khảo)

Thông tin bổ sung về các phương pháp thử nghiệm phóng điện cục bộ

D.1 Đo điện áp khởi phát và điện áp dập tắt phóng điện cục bộ

Điện áp thử nghiệm được tăng từ giá trị bên dưới mức điện áp khởi phát phóng điện cục bộ cho đến khi xảy ra phóng điện cục bộ (điện áp khởi phát PD là U_i). Sau khi tăng thêm điện áp thử nghiệm 10 %, điện áp được giảm xuống đến khi phóng điện cục bộ nhỏ hơn độ lớn phóng điện quy định (điện áp dập tắt PD là U_a). Bằng cách đó điện áp thử nghiệm cách điện quy định cho mẫu thử nghiệm không thể bị vượt quá.

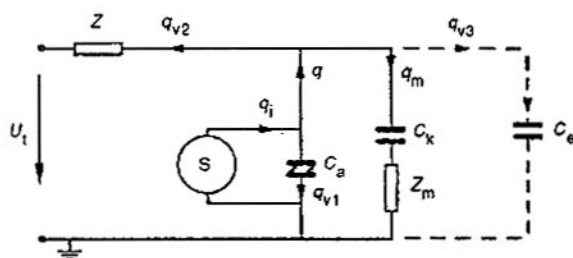
CHÚ THÍCH: Có thể xảy ra trường hợp điện áp dập tắt phóng điện cục bộ bị ảnh hưởng bởi thời gian ứng suất điện áp có giá trị vượt quá điện áp khởi phát phóng điện cục bộ. Trong các phép đo kế tiếp, U_i và U_a đều có thể bị ảnh hưởng.

Quy trình này thích hợp cho các phép đo điều tra.

D.2 Mô tả các mạch thử nghiệm PD

Mỗi mạch gồm có các thiết bị sau :

- mẫu thử nghiệm C_a (trong các trường hợp đặc biệt, mẫu thử cũng có thể là trở kháng Z_a);
- tụ ghép nối C_k ;
- mạch đo có trở kháng đo Z_m , cáp nối và máy đo PD;
- bộ lọc Z để giảm điện tích được nối tắt bởi nguồn điện áp thử nghiệm.



CHÚ DẪN

U_1	điện áp thử nghiệm	q_i	điện tích trong (không đo được)
Z	bộ lọc	q	điện tích biểu kiến
S	nguồn dòng PD	q_m	điện tích có thể đo được
C_a	điện dung của mẫu thử	q_{v1}	điện tích tổn hao trên mẫu thử nghiệm
C_k	tụ ghép nối	q_{v2}	điện tích tổn hao trên nguồn điện áp thử nghiệm
Z_m	trở kháng đo	q_{v3}	điện tích tổn hao trên điện dung đất tập tán
C_e	điện dung đất tập tán		

Hình D.1 – Mạch thử nghiệm phóng điện cục bộ

Phép đo trực tiếp điện tích biểu kiến q đòi hỏi phải ngắn mạch tại các đầu nối của mẫu thử đối với tần số đo. Điều kiện này có thể lấy xấp xỉ như sau:

- $C_k > (C_a + C_e)$;
- trở kháng Z cao;
- trở kháng đo Z_m thấp.

Trường hợp khác, có thể xảy ra các tổn hao điện tích q_{v2} và q_{v3} đáng kể. Các tổn hao điện tích này được tính đến bằng cách hiệu chỉnh nhưng chúng sẽ làm hạn chế độ nhạy. Tình huống này bị gia tăng nếu mẫu thử nghiệm có điện dung cao.

D.3 Biện pháp phòng ngừa để giảm nhiễu

D.3.1 Quy định chung

Các kết quả của phép đo PD có thể bị ảnh hưởng rất nhiều bởi nhiễu. Nhiễu như vậy có thể được đưa vào bởi ghép nối dẫn điện hoặc bởi nhiễu điện từ. Tại các vị trí thử nghiệm công nghiệp không được chắn nhiễu, các xung điện tích đơn cao-cỡ 100 pC có thể xảy ra do nhiễu. Ngay cả trong các điều kiện thuận lợi, có thể không nhỏ hơn 20 pC.

Có thể đạt được mức nhiễu thấp cỡ 1 pC, nhưng điều này sẽ đòi hỏi che chắn cho mạch thử nghiệm, các biện pháp nối đất cẩn thận và có lọc đầu vào điện lưới hạ áp.

D.3.2 Nguồn nhiễu

Về cơ bản, có hai loại nguồn nhiễu khác nhau.

D.3.2.1 Nguồn nhiễu trong mạch thử nghiệm chưa mang điện

Nguồn nhiễu này, ví dụ, là do đóng cắt trong các mạch điện tiếp giáp. Trong trường hợp ghép nối dẫn điện, nguồn nhiễu này chỉ xảy ra khi có kết nối với lưới điện hạ áp. Trong trường hợp ghép nối điện từ, nguồn nhiễu này cũng xảy ra khi cắt khỏi nguồn điện lưới (kể cả các dây bảo vệ).

D.3.2.2 Nguồn nhiễu trong mạch thử nghiệm mang điện

Thông thường, nhiễu tăng theo điện áp thử nghiệm và gây ra phóng điện cục bộ bên ngoài mẫu thử. Phóng điện cục bộ có thể xuất hiện trong máy biến áp thử nghiệm, dây nối cao áp, ống lồng cách điện và các điểm tiếp xúc kém. Các hài của điện áp thử nghiệm cũng có thể góp phần vào mức nhiễu.

D.3.3 Biện pháp giảm nhiễu

Nhiễu do ghép nối dẫn điện có thể được giảm xuống bằng cách sử dụng các bộ lọc đường dây tại nguồn nuôi trung tâm của mạch thử nghiệm. Không cần có vòng kín nối đất.

Nhiễu điện từ, ví dụ như các tín hiệu radio, có thể được loại trừ một cách đơn giản bằng cách thay đổi tần số đo f_0 đối với các máy đo PD dải hẹp. Đối với các máy đo PD dải rộng, các bộ lọc chặn dải có thể được yêu cầu, các tín hiệu dải rộng chỉ có thể bị triệt tiêu bằng màn chắn. Hiệu quả cao nhất được cung cấp bằng màn chắn hoàn toàn kín có tính dẫn điện cao.

D.4 Ứng dụng các hệ số nhân đối với các điện áp thử nghiệm

D.4.1 Quy định chung

Các giá trị hệ số nhân được xác định trong 6.1.3.5 và được sử dụng trong 5.3.3.2.4 và 6.1.3.5 phải được tính như sau:

CHÚ THÍCH: Ví dụ được đưa ra cho điện áp đỉnh lặp lại U_p . Các hệ số áp dụng tương tự cho điện áp cao nhất trạng thái ổn định và quá điện áp tạm thời thời gian dài.

D.4.2 Ví dụ 1

Mạch được nối vào lưới điện hạ áp.

D.4.2.1 Điện áp đỉnh lặp lại lớn nhất U_p

$$U_p = \sqrt{2} U_n \times F_4 = 1,1 \sqrt{2} U_n$$

D.4.2.2 Điện áp dập tắt PD U_e (cách điện chính)

$$U_e = \sqrt{2} U_n \times F_4 \times F_1$$

$$U_e = \sqrt{2} U_n \times 1,1 \times 1,2 = 1,32 \sqrt{2} U_n$$

D.4.2.3 Giá trị ban đầu của điện áp thử nghiệm PD U_1 (cách điện chính)

$$U_1 = \sqrt{2} U_n \times F_4 \times F_1 \times F_2$$

$$U_1 = \sqrt{2} U_n \times 1,32 \times 1,25 = 1,65 \sqrt{2} U_n$$

D.4.3 Ví dụ 2

Mạch bên trong có điện áp đỉnh lặp lại lớn nhất U_{rp} .

D.4.3.1 Điện áp dập tắt PD U_e (cách điện chính)

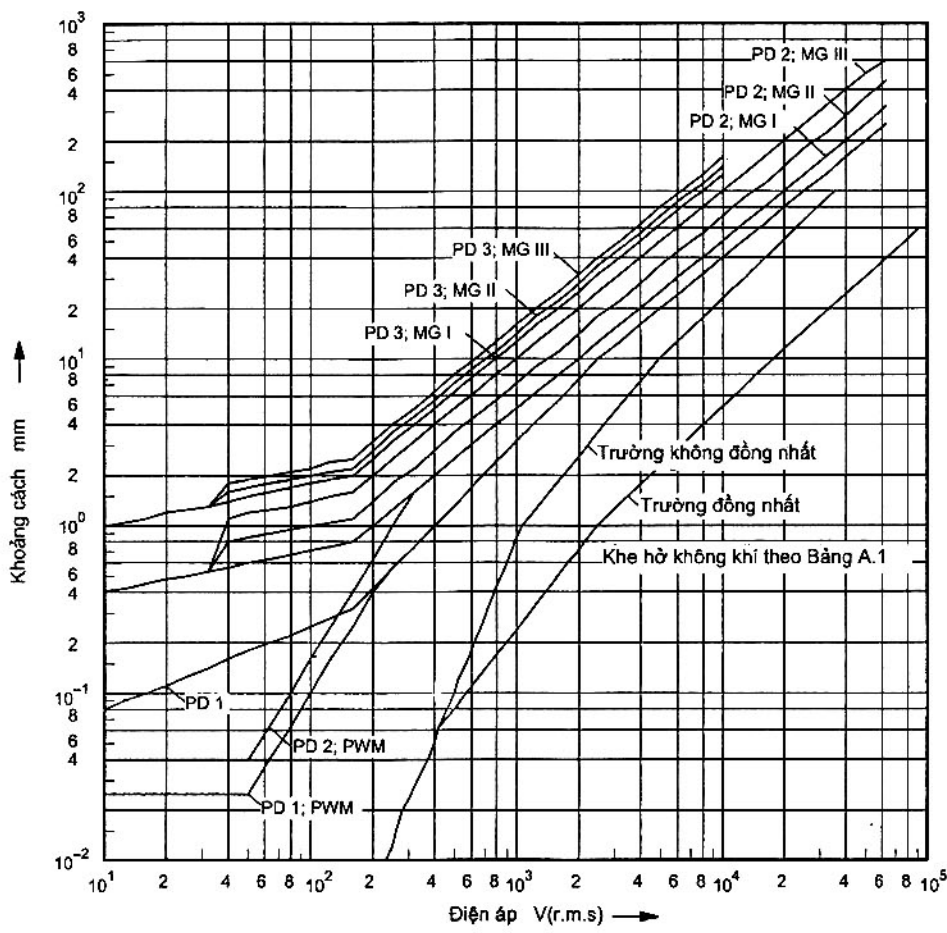
$$U_e = U_{rp} \times F_1 = U_{rp} \times 1,2$$

D.4.3.2 Giá trị ban đầu của điện áp thử nghiệm PD U_1 (cách điện chính)

$$U_1 = U_{rp} \times F_1 \times F_2 = U_{rp} \times 1,5$$

Phụ lục E
(tham khảo)

So sánh chiều dài đường rò quy định trong Bảng F.4 và khe hở không khí trong Bảng A.1



CHÚ DẪN

- PD độ nhiễm bẩn
- MG nhóm vật liệu
- PWM vật liệu đi dây mạch in

Hình E.1 – So sánh giữa chiều dài đường rò quy định trong Bảng F.4
và khe hở không khí trong Bảng A.1

Phụ lục F

(quy định)

Các bảng

Bảng F.1 – Điện áp xung danh định đối với thiết bị được cấp điện trực tiếp từ lưới điện hạ áp

Điện áp danh nghĩa của hệ thống cấp điện ¹⁾ dựa trên IEC 60038 ³⁾		Điện áp pha - trung tính bắt nguồn từ điện áp danh nghĩa AC hoặc DC đến và bằng	Điện áp xung danh định ²⁾			
Ba pha	Một pha		Cấp quá điện áp ⁴⁾			
V	V	V	I V	II V	III V	IV V
		50	330	500	800	1 500
		100	500	800	1 500	2 500
	120-240	150 ⁵⁾	800	1 500	2 500	4 000
230/400 277/480		300	1 500	2 500	4 000	6 000
400/690		600	2 500	4 000	6 000	8 000
1000		1 000	4 000	6 000	8 000	12 000

¹⁾ Xem Phụ lục B để áp dụng cho các lưới điện hạ áp khác nhau hiện có và các điện áp danh nghĩa của chúng

²⁾ Thiết bị có các điện áp xung danh định này có thể được sử dụng trong các hệ thống lắp đặt điện phù hợp với IEC 60364-4-44.

³⁾ Dấu hiệu "/" thể hiện hệ thống phân phối ba pha bốn dây. Giá trị thấp hơn là điện áp pha – trung tính, còn giá trị cao hơn là điện áp pha – pha. Trường hợp chỉ có một giá trị được chỉ ra thì giá trị này đề cập các hệ thống điện ba pha ba dây và quy định giá trị pha – pha.

⁴⁾ Xem 4.3.3.2.2 để giải thích cho các cấp quá điện áp.

⁵⁾ Điện áp danh nghĩa cho hệ thống ba pha ở Nhật Bản là 100 V hoặc 100 - 200 V. Tuy nhiên, giá trị điện áp xung danh định cho các điện áp được xác định từ các cột có thể áp dụng cho điện áp pha – trung tính là 150 V (xem Phụ lục B).

Bảng F.2 – Khe hở không khí để chịu được các quá điện áp quá độ

Điện áp chịu xung yêu cầu ^{1) 5)} kV	Khe hở không khí tối thiểu ở độ cao đến 2 000 m so với mực nước biển					
	Trường hợp A trường không đồng nhất (xem 3.15)			Trường hợp B trường đồng nhất (xem 3.14)		
	Độ nhiễm bẩn ⁶⁾			Độ nhiễm bẩn ⁶⁾		
	1 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm	3 mm
0,33 ²⁾	0,01	0,2 ^{3) 4)}	0,8 ⁴⁾	0,01	0,2 ^{3) 4)}	0,8 ⁴⁾
0,40	0,02			0,02		
0,50 ²⁾	0,04			0,04		
0,60	0,06			0,06		
0,80 ²⁾	0,10			0,10		
1,0	0,15	0,25	0,8 ⁴⁾	0,15	0,25	0,8 ⁴⁾
1,2	0,25			0,2		
1,5 ²⁾	0,5			0,3	0,3	
2,0	1,0	1,0	1,0	0,45	0,45	0,8 ⁴⁾
2,5 ²⁾	1,5	1,5	1,5	0,60	0,60	
3,0	2,0	2,0	2,0	0,80	0,80	
4,0 ²⁾	3,0	3,0	3,0	1,2	1,2	1,2
5,0	4,0	4,0	4,0	1,5	1,5	1,5
6,0 ²⁾	5,5	5,5	5,5	2,0	2,0	2,0
8,0 ²⁾	8,0	8,0	8,0	3,0	3,0	3,0
10	11	11	11	3,5	3,5	3,5
12 ²⁾	14	14	14	4,5	4,5	4,5
15	18	18	18	5,5	5,5	5,5
20	25	25	25	8,0	8,0	8,0
25	33	33	33	10	10	10
30	40	40	40	12,5	12,5	12,5
40	60	60	60	17	17	17
50	75	75	75	22	22	22
60	90	90	90	27	27	27
80	130	130	130	35	35	35
100	170	170	170	45	45	45

¹⁾ Điện áp này là

- đối với cách điện chức năng, điện áp xung tối đa được dự kiến xảy ra qua khe hở không khí (xem 5.1.5),
- đối với cách điện chính tiếp xúc trực tiếp hoặc chịu ảnh hưởng vừa phải bởi các quá điện áp quá độ từ lưới điện hạ áp (xem 4.3.3.3, 4.3.3.4.1 và 5.1.6), 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 xảy ra trong mạch.

Đối với cách điện tăng cường, xem 5.1.6.

²⁾ Các giá trị ưu tiên được quy định trong 4.2.3.³⁾ Đối với vật liệu đi dây mạch in, áp dụng các giá trị đối với độ nhiễm bẩn 1, riêng giá trị thì phải lớn hơn hoặc bằng 0,04 mm, như quy định trong Bảng F.4.⁴⁾ Khe hở không khí tối thiểu cho trước đối với độ nhiễm bẩn 2 và 3 được dựa trên các đặc trưng chịu thử giảm của chiều dài đường rò liên quan trong các điều kiện ẩm (xem TCVN 10884-5 (IEC 60664-5)).⁵⁾ Đối với các bộ phận hoặc mạch điện trong thiết bị có điện áp xung theo 4.3.3.4.2, cho phép nội suy các giá trị. Tuy nhiên, tiêu chuẩn hoá đạt được bằng cách sử dụng dãy các giá trị điện áp xung ưu tiên trong 4.2.3.⁶⁾ Kích thước cho độ nhiễm bẩn 4 như quy định cho độ nhiễm bẩn 3, riêng khe hở không khí tối thiểu là 1,6 mm.

Bảng F.3a – Hệ thống điện xoay chiều một pha ba dây hoặc hai dây hoặc một chiều

Điện áp danh nghĩa của hệ thống cấp điện *	Điện áp hợp lý hóa đối với Bảng F.4	
	Đối với cách điện pha - pha ¹⁾	Đối với cách điện pha – đất ¹⁾
	Tất cả các hệ thống V	Hệ thống ba dây điểm giữa nối đất V
12,5	12,5	
24		
25	25	
30	32	
42		
48		
50 **	50	
60	63	
30-60	63	32
100 **	100	
110	125	
120		
150 **	160	
200	200	
100-200	200	100
220	250	
110-220		
120-240	250	125
300 **	320	
220-440	500	250
600 **	630	
480-960	1 000	500
1 000 **	1 000	

¹⁾ Mức cách điện pha – đất đối với các hệ thống trở kháng nối đất hoặc không nối đất bằng với mức cách điện pha – pha vì trong thực tế, điện áp làm việc với đất của đường dây bất kỳ có thể gần đạt đến điện áp pha – pha. Điều này là do điện áp với đất thực tế được xác định theo điện trở cách điện và dung kháng của mỗi đường dây với đất; do đó điện trở cách điện thấp (nhưng có thể chấp nhận) của một đường dây có thể chạm đất do đó điện áp của 2 dây còn lại bằng với điện áp pha – pha so với đất.

* Với quan hệ với điện áp danh định xem 4.3.2.

** Các giá trị này tương ứng với các giá trị được đưa ra trong Bảng F.1.

Bảng F.3b – Hệ thống điện xoay chiều ba pha ba dây hoặc bốn dây

Điện áp danh nghĩa của hệ thống cấp điện *	Điện áp hợp lý hóa trong Bảng F.4		
	Đối với cách điện pha - pha	Đối với cách điện pha – đất	
	Tất cả các hệ thống	Hệ thống ba pha bốn dây trung tính nối đất ²⁾	Hệ thống ba pha ba dây không nối đất ¹⁾ hoặc nối đất một phần
V	V	V	V
60	63	32	63
110 120 127	125	80	125
150 **	160	-	160
200	200		200
208	200	125	200
220 230 240	250	160	250
300 **	320	-	320
380 400 415	400	250	400
440	500	250	500
480 500	500	320	500
575	630	400	630
600 **	630	-	630
660 690	630	400	630
720 830	800	500	800
960	1 000	630	1 000
1 000 **	1 000	-	1 000

¹⁾ Mức cách điện pha – đất đối với các hệ thống trở kháng nối đất hoặc không nối đất bằng với mức cách điện pha – pha vì trong thực tế, điện áp làm việc với đất của đường dây bất kỳ có thể gần đạt đến điện áp pha – pha. Điều này là do điện áp với đất thực tế được xác định theo điện trở cách điện và dung kháng của mỗi đường dây với đất; do đó điện trở cách điện thấp (nhưng có thể chấp nhận) của một đường dây có thể chạm đất do đó điện áp của 2 dây còn lại bằng với điện áp pha – pha so với đất.

* Với quan hệ với điện áp danh định xem 4.3.2.

** Các giá trị này tương ứng với các giá trị được đưa ra trong Bảng F.1.

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

Điện áp hiệu dụng ¹⁾	Chiều dài đường rò tối thiểu								
	Vật liệu đi dây mạch in								
	Độ nhiễm bẩn								
	1	2	1	2			3		
V	Tất cả các nhóm vật liệu	Tất cả các nhóm vật liệu, trừ IIIb	Tất cả các nhóm vật liệu	Nhóm vật liệu I	Nhóm vật liệu II	Nhóm vật liệu III	Nhóm vật liệu I	Nhóm vật liệu II	Nhóm vật liệu III ²⁾
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10	0,025	0,040	0,080	0,400	0,400	0,400	1,000	1,000	1,000
12,5	0,025	0,040	0,090	0,420	0,420	0,420	1,050	1,050	1,050
16	0,025	0,040	0,100	0,450	0,450	0,450	1,100	1,100	1,100
20	0,025	0,040	0,110	0,480	0,480	0,480	1,200	1,200	1,200
25	0,025	0,040	0,125	0,500	0,500	0,500	1,250	1,250	1,250
32	0,025	0,040	0,14	0,53	0,53	0,53	1,30	1,30	1,30
40	0,025	0,040	0,16	0,56	0,80	1,10	1,40	1,60	1,80
50	0,025	0,040	0,18	0,60	0,85	1,20	1,50	1,70	1,90
63	0,040	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25	1,60	1,80	2,00
80	0,063	0,100	0,22	0,67	0,95	1,30	1,70	1,90	2,10
100	0,100	0,160	0,25	0,71	1,00	1,40	1,80	2,00	2,20
125	0,160	0,250	0,28	0,75	1,05	1,50	1,90	2,10	2,40
160	0,250	0,400	0,32	0,80	1,10	1,60	2,00	2,20	2,50
200	0,400	0,630	0,42	1,00	1,40	2,00	2,50	2,80	3,20
250	0,560	1,000	0,56	1,25	1,80	2,50	3,20	3,60	4,00
320	0,75	1,60	0,75	1,60	2,20	3,20	4,00	4,50	5,00
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0 (7,9) ⁴⁾
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0 (7,9) ⁴⁾	9,0 (8,4) ⁴⁾	10,0 (9,0) ⁴⁾
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0 (9,0) ⁴⁾	11,0 (9,6) ⁴⁾	12,5 (10,2) ⁴⁾
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5 (10,2) ⁴⁾	14,0 (11,2) ⁴⁾	16,0 (12,8) ⁴⁾
1 250			4,2	6,3	9,0	12,5	16,0 (12,8) ⁴⁾	18,0 (14,4) ⁴⁾	20,0 (16,0) ⁴⁾
1 600			5,6	8,0	11,0	16,0	20,0 (16,0) ⁴⁾	22,0 (17,6) ⁴⁾	25,0 (20,0) ⁴⁾
2 000			7,5	10,0	14,0	20,0	25,0 (20,0) ⁴⁾	28,0 (22,4) ⁴⁾	32,0 (25,6) ⁴⁾
2 500			10,0	12,5	18,0	25,0	32,0 (25,6) ⁴⁾	36,0 (28,8) ⁴⁾	40,0 (32,0) ⁴⁾

Bảng F.4 (kết thúc)

Điện áp hiệu dụng ¹⁾	Chiều dài đường rò tối thiểu								
	Vật liệu dây mạch in			Độ nhiễm bẩn					
	1		2		3		Độ nhiễm bẩn		
	Tất cả các nhóm vật liệu	Tất cả các nhóm vật liệu, trừ IIb	Tất cả các nhóm vật liệu	Nhóm vật liệu I	Nhóm vật liệu II	Nhóm vật liệu III	Nhóm vật liệu I	Nhóm vật liệu II	Nhóm vật liệu III ²⁾
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3 200			12,5	16,0	22,0	32,0	40,0 (32,0) ⁴⁾	45,0 (36,0) ⁴⁾	50,0 (40,0) ⁴⁾
4 000			16,0	20,0	28,0	40,0	50,0 (40,0) ⁴⁾	56,0 (44,8) ⁴⁾	63,0 (50,4) ⁴⁾
5 000			20,0	25,0	36,0	50,0	63,0 (50,4) ⁴⁾	71,0 (56,8) ⁴⁾	80,0 (64,0) ⁴⁾
6 300			25,0	32,0	45,0	63,0	80,0 (64,0) ⁴⁾	90,0 (72,0) ⁴⁾	100,0 (80,0) ⁴⁾
8 000			32,0	40,0	56,0	80,0	100,0 (80,0) ⁴⁾	110,0 (88,0) ⁴⁾	125,0 (100,0) ⁴⁾
10 000			40,0	50,0	71,0	100,0	125,0 (100,0) ⁴⁾	140,0 (112,0) ⁴⁾	160,0 (128,0) ⁴⁾
12 500			50,0 ³⁾	63,0 ³⁾	90,0 ³⁾	125,0 ³⁾			
16 000			63,0 ³⁾	80,0 ³⁾	110,0 ³⁾	160,0 ³⁾			
20 000			80,0 ³⁾	100,0 ³⁾	140,0 ³⁾	200,0 ³⁾			
25 000			100,0 ³⁾	125,0 ³⁾	180,0 ³⁾	250,0 ³⁾			
32 000			125,0 ³⁾	160,0 ³⁾	220,0 ³⁾	320,0 ³⁾			
40 000			160,0 ³⁾	200,0 ³⁾	280,0 ³⁾	400,0 ³⁾			
50 000			200,0 ³⁾	250,0 ³⁾	360,0 ³⁾	500,0 ³⁾			
63 000			250,0 ³⁾	320,0 ³⁾	450,0 ³⁾	600,0 ³⁾			

¹⁾ 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 điện được cấp điện trực tiếp từ lưới điện (xem 4.3.2.2.1), điện áp hợp lý hóa theo Bảng F.3a hoặc Bảng F.3b, 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 điện lưới (xem 4.3.2.2.2), điện áp hiệu dụng cao nhất có thể xuất hiện trong hệ thống, thiết bị hoặc mạch bên trong khi được cấp điện áp danh định và với tổ hợp các điều kiện làm việc nặng nề nhất trong phạm vi các thông số đặc trưng của thiết bị.

²⁾ Nhóm vật liệu IIIb không được khuyến cáo để áp dụng ở nhiễm bẩn độ 3 trên 630 V.

³⁾ Dữ liệu quy định bằng cách ngoại suy. Ban kỹ thuật có thông tin khác dựa trên thực nghiệm có thể sử dụng các kích thước đó.

⁴⁾ Giá trị được cho trong ngoặc đơn có thể được áp dụng để giảm chiều dài đường rò trong trường hợp sử dụng gờ (xem 5.2.5).

CHÚ THÍCH: Độ chính xác cao của chiều dài đường rò cho trong bảng này không có nghĩa là độ không đảm bảo đo phải có cùng cỡ độ lớn.

**Bảng F.5 – Điện áp thử nghiệm để kiểm tra khe hở không khí
ở các độ cao khác nhau so với mực nước biển**

Các giá trị điện áp của Bảng F.5 chỉ áp dụng để kiểm tra khe hở không khí.

Điện áp xung danh định	Điện áp xung thử nghiệm ở độ cao mực nước biển	Điện áp xung thử nghiệm ở độ cao 200 m so với mực nước biển	Điện áp xung thử nghiệm ở độ cao 500 m so với mực nước biển
U kV	U kV	U kV	U kV
0,33	0,357	0,355	0,350
0,5	0,541	0,537	0,531
0,8	0,934	0,920	0,899
1,5	1,751	1,725	1,685
2,5	2,920	2,874	2,808
4,0	4,923	4,824	4,675
6,0	7,385	7,236	7,013
8,0	9,847	9,648	9,350
12,0	14,770	14,471	14,025

CHÚ THÍCH 1: Các giải thích liên quan đến các hệ số tác động (áp suất, độ cao, nhiệt độ, độ ẩm) đối với độ bền điện của khe hở không khí được đưa ra trong 6.1.2.2.1.3.

CHÚ THÍCH 2: Khi thử nghiệm khe hở không khí, cách điện rắn kết hợp sẽ chịu điện áp thử nghiệm. Vì điện áp thử nghiệm xung của Bảng F.5 sẽ tăng lên theo điện áp xung danh định, cách điện rắn sẽ phải được thiết kế tương ứng. Điều này làm tăng khả năng chịu xung của cách điện rắn.

Bảng F.6 – Độ khắc nghiệt để ổn định cách điện rắn

Thử nghiệm	Nhiệt độ	Độ ẩm tương đối	Thời gian	Số chu kỳ
	°C	%	H	
a) Nhiệt khô	+ 55	-	48	1
b) Chu kỳ nhiệt khô	-10 đến +55	-	Thời gian chu kỳ 24	3
c) Sốc nhiệt (thay đổi nhanh nhiệt độ)	-10 đến +55	-	2)	
d) Nhiệt ẩm	30/40 ¹⁾	93	96	1

¹⁾ Nhiệt độ tiêu chuẩn của thử nghiệm nhiệt ẩm có trong TCVN 7699-2-78 (IEC 60068-2-78).

²⁾ Khoảng thời gian thay đổi nhiệt độ phụ thuộc vào hằng số thời gian nhiệt của mẫu thử nghiệm, xem TCVN 7699-2-14 (IEC 60068-2-14).

CHÚ THÍCH: Đối với thử nghiệm nhiệt ẩm, giá trị 25 °C vẫn được sử dụng trong một số tiêu chuẩn sản phẩm.

**Bảng F.7 – Khe hở không khí để chịu được điện áp trạng thái ổn định,
quá điện áp tạm thời hoặc điện áp đỉnh lặp lại**

Bảng F.7a – Kích thước 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 ¹⁾ (giá trị đỉnh) ²⁾	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)	Trường hợp B Điều kiện trường đồng nhất (xem 3.14)
kV	mm	mm
0,04	0,001 ³⁾	0,001 ³⁾
0,06	0,002 ³⁾	0,002 ³⁾
0,1	0,003 ³⁾	0,003 ³⁾
0,12	0,004 ³⁾	0,004 ³⁾
0,15	0,005 ³⁾	0,005 ³⁾
0,20	0,006 ³⁾	0,006 ³⁾
0,25	0,008 ³⁾	0,008 ³⁾
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	0,1
1,0	0,26	0,15
1,2	0,42	0,2
1,5	0,76	0,3
2,0	1,27	0,45
2,5	1,8	0,6
3,0	2,4	0,8
4,0	3,8	1,2
5,0	5,7	1,5
6,0	7,9	2
8,0	11,0	3
10	15,2	3,5
12	19	4,5
15	25	5,5
20	34	8
25	44	10
30	55	12,5
40	77	17
50	100	22
60		27
80		35
100		45

¹⁾ Khe hở không khí đối với các điện áp khác có được bằng cách nội suy.

²⁾ Xem Hình 1 đối với điện áp đỉnh lặp lại.

³⁾ Các giá trị này được dựa trên dữ liệu thực nghiệm ở áp suất khí quyển.

Bảng F.7b – Thông tin bổ sung liên quan đến kích thước của khe hở không khí để tránh phóng điện cục bộ

Điện áp ¹⁾ (giá trị đỉnh) ²⁾	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)	
kV	mm	
0,04		
0,06		
0,1		
0,12		
0,15		
0,20		
0,25		
0,33		
0,4		
0,5		
0,6		
0,8		
1,0		
1,2		
1,5		
2,0		
2,5	2,0	
3,0	3,2	
4,0	22	
5,0	24	
6,0	64	
8,0	184	
10	290	
12	320	
15		
20		
25		
30		
40		
50		
60		
80		
100		

¹⁾ Khe hở không khí cho các điện áp khác có được bằng cách nội suy.

²⁾ Xem Hình 1 đối với điện áp đỉnh lặp lại.

³⁾ Xác định kích thước không có PD là không khả thi trong các điều kiện trường không đồng nhất.

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

Bảng F.8 – Hệ số hiệu chỉnh độ cao so với mực nước biển

Độ cao so với mực nước biển m	Hệ số k_a để hiệu chỉnh khoảng cách
0	0,784
200	0,803
500	0,833
1 000	0,844
2 000	1

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO/IEC Guide 2:1996, *Standardization and related activities – General vocabulary*(Tiêu chuẩn hoá và các hoạt động liên quan – Từ vựng chung)
- [2] IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) Amendment 1 (1999)* (Cấp bảo vệ được cung cấp theo vỏ (Mã IP) Sửa đổi 1 (1999))
- [3] PFEIFFER, W. "Die Stoßspannungsfestigkeit von Luftstrecken kleiner Schlagweite". *Elektrotechnische Zeitschrift B*; Vol.28(1976), pp300-302
- [4] HERMSTEIN, W. *Bemessung von Luftstrecken, insbesondere für 50Hz- Wechselspannung*, *Elektrotechnische Zeitschrift*; Vol.90(1969), pp251-255
- [5] DAKIN, T., LUXA, G., OPPERMAN, G., VIGREUX, J., WIND, G. WINKELNKEMPER, H. "Breakdown of gases in uniform fields, paschen curves for nitrogen, air and sulfur hexafluoride"; *Electra* (issued by CIGRE), Vol.32(1974), pp61-82. (Đánh thủng các chất khí trong các trường đồng nhất, các đường cong Paschen đối với Nitơ, không khí và sulfur hexafluoride)
-