

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	6
1 Qui định chung	7
1.1 Phạm vi áp dụng	7
1.2 Tài liệu viện dẫn	7
2 Điều kiện vận hành bình thường và đặc biệt	8
2.1 Điều kiện vận hành bình thường	8
2.2 Điều kiện vận hành khác	10
2.3 Điều kiện vận hành đặc biệt	10
2.4 Tác động đến môi trường	10
3 Thuật ngữ và định nghĩa	10
3.1 Đặc tính điện	10
3.2 Cầu chảy và các bộ phận hợp thành	15
3.3 Thuật ngữ bổ sung	16
4 Thông số đặc trưng và đặc tính	18
4.1 Qui định chung	18
4.2 Điện áp danh định	19
4.3 Mức cách điện danh định (của đế cầu chảy)	19
4.4 Tần số danh định	21
4.5 Dòng điện danh định của đế cầu chảy	21
4.6 Dòng điện danh định của ống cầu chảy	22
4.7 Giới hạn độ tăng nhiệt	22
4.8 Khả năng cắt danh định	24
4.9 Giới hạn của điện áp đóng cắt	24
4.10 Điện áp phục hồi quá độ danh định (TRV danh định)	26
4.11 Đặc tính thời gian - dòng điện	29
4.12 Đặc tính ngưỡng	30
4.13 Đặc tính I^2t	30
4.14 Đặc tính cơ của cơ cấu đập	30
4.15 Yêu cầu riêng đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ được thiết kế để sử dụng trong tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy theo IEC 62271-105	31
5 Thiết kế, kết cấu và tính năng	32
5.1 Yêu cầu chung liên quan đến hoạt động của cầu chảy	32

5.2	Nhãn nhận biết	33
5.3	Kích thước	34
6	Thử nghiệm điển hình	34
6.1	Điều kiện thực hiện thử nghiệm	34
6.2	Danh mục thử nghiệm điển hình	35
6.3	Thử nghiệm chung cho tất cả các thử nghiệm điển hình	35
6.4	Thử nghiệm điện môi	35
6.5	Thử nghiệm độ tăng nhiệt và đo công suất tiêu tán	38
6.6	Thử nghiệm cắt	40
6.7	Thử nghiệm đặc tính thời gian-dòng điện	57
6.8	Thử nghiệm cơ cấu đập	58
6.9	Tương thích điện từ	60
7	Thử nghiệm đặc biệt	60
7.1	Yêu cầu chung	60
7.2	Danh mục các thử nghiệm đặc biệt	61
7.3	Thử nghiệm sốc nhiệt	61
7.4	Thử nghiệm công suất tiêu tán đối với cầu chảy được thiết kế để không sử dụng trong hộp	62
7.5	Thử nghiệm chống thấm nước (xâm nhập của hơi ẩm)	62
7.6	Thử nghiệm cầu chảy hỗ trợ bảo vệ để sử dụng trong tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy của IEC 62271-105	62
7.7	Thử nghiệm kín dầu	63
8	Thử nghiệm thường xuyên	64
9	Hướng dẫn áp dụng	64
9.1	Mục đích	64
9.2	Yêu cầu chung	64
9.3	Ứng dụng	64
9.4	Thao tác	70
9.5	Thải bỏ	70
Phụ lục A (qui định) – Phương pháp vẽ đường bao điện áp kỳ vọng và điện áp phục hồi quá độ của mạch điện và xác định các tham số đại diện		71
Phụ lục B (tham khảo) – Lý do để chọn các giá trị TRV đối với chế độ thử nghiệm 1, 2 và 3		73
Phụ lục C (tham khảo) – Bố trí ưu tiên dùng cho thử nghiệm độ tăng nhiệt của ống cầu chảy kín dầu dùng cho các thiết bị đóng cắt		76

Phụ lục D (tham khảo) – Kiểu và kích thước của ống cầu chảy giới hạn dòng điện qui định trong các tiêu chuẩn quốc gia hiện hành	77
Phụ lục E (qui định) – Yêu cầu đối với một số kiểu ống cầu chảy nhất định được thiết kế để sử dụng ở nhiệt độ xung quanh lớn hơn 40 °C	81
Phụ lục F (tham khảo) – Phương pháp giảm thông số đặc trưng khi nhiệt độ môi trường xung quanh cầu chảy lớn hơn 40 °C	86
Phụ lục G (tham khảo) – Tiêu chí để xác định tính hiệu lực của thử nghiệm I ₁	95
Thư mục tài liệu tham khảo	97

Lời nói đầu

TCVN 7999-1 : 2009 thay thế TCVN 5767 : 1993.

TCVN 7999-1 : 2009 hoàn toàn tương đương với IEC 60282-1: 2005;

TCVN 7999-1 : 2009 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.

Cầu chảy cao áp – Phần 1: Cầu chảy giới hạn dòng điện

High-voltage fuses –

Part 1: Current-limiting fuses

1 Qui định chung

1.1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho tất cả các loại cầu chảy cao áp dùng để giới hạn dòng điện, được thiết kế để sử dụng ngoài trời hoặc trong nhà, trên hệ thống điện xoay chiều 50 Hz và 60 Hz và có điện áp danh định lớn hơn 1 000 V.

Một số cầu chảy có ống cầu chảy được trang bị cơ cấu chỉ thị hoặc cơ cấu đập. Các cầu chảy này cũng thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này nhưng hoạt động đúng của cơ cấu đập khi kết hợp với cơ cấu nhả của thiết bị đóng cắt thì không thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này; xem IEC 62271-105.

1.2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 6099-1: 2007 (IEC 60060-1: 1989), Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao – Phần 1: Định nghĩa chung và yêu cầu thử nghiệm

IEC 60071-1: 1993, Insulation coordination – Part 1: Definitions, principles and rules (Phối hợp cách điện – Phần 1: Định nghĩa, nguyên lý và qui tắc)

IEC 60085: 2004, Electrical insulation – Thermal classification (Cách điện – Phân loại về nhiệt)

IEC 60265-1: 1998, High-voltage switches – Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV (Thiết bị đóng cắt cao áp – Phần 1: Thiết bị đóng cắt dùng cho điện áp danh định từ 1 kV đến 52 kV)

TCVN 7999-1 : 2009

IEC 60549: 1976, High-voltage fuses for the external protection of shunt power capacitors (Cầu chảy cao áp dùng để bảo vệ bên ngoài cho tụ điện công suất mắc song song)

IEC 60644: 1979, Specification for high-voltage fuse-links for motor circuit applications (Yêu cầu kỹ thuật đối với ống cầu chảy cao áp dùng cho các ứng dụng của mạch động cơ)

IEC 60787: 1983, Application guide for the selection of fuse-links of high-voltage fuses for transformer circuit applications (Hướng dẫn áp dụng để chọn ống cầu chảy của cầu chảy cao áp dùng cho các ứng dụng của mạch biến áp)

IEC 62271-105: 2002, High-voltage switchgear and controlgear – Part 105: Alternating current switch-fuse combinations (Thiết bị đóng cắt và điều khiển cao áp – Phần 105: Kết hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy xoay chiều)

ISO 148-2: 1998, Metallic materials – Charpy pendulum impact test – Part 2: Verification of test machines (Vật liệu kim loại – Thử nghiệm va đập con lắc Charpy – Phần 2: Kiểm tra máy thử nghiệm)

ISO 179 (tất cả các phần), Plastics – Determination of Charpy impact properties (Chất dẻo – Xác định đặc tính va đập Charpy)

2 Điều kiện vận hành bình thường và đặc biệt

2.1 Điều kiện vận hành bình thường

Cầu chảy phù hợp với tiêu chuẩn này là cầu chảy được thiết kế để sử dụng trong các điều kiện dưới đây.

a) Nhiệt độ không khí xung quanh cao nhất là 40 °C nhưng giá trị trung bình của nhiệt độ không khí xung quanh đo trong thời gian 24 h không vượt quá 35 °C.

Nhiệt độ không khí xung quanh thấp nhất là -25 °C.

CHÚ THÍCH 1: Đặc tính thời gian-dòng điện của cầu chảy sẽ thay đổi ở nhiệt độ nhỏ nhất và lớn nhất.

b) Độ cao so với mực nước biển không vượt quá 1 000 m.

CHÚ THÍCH 2: Điện áp danh định và mức cách điện qui định trong tiêu chuẩn này áp dụng cho cầu chảy được thiết kế để sử dụng ở độ cao so với mực nước biển không quá 1 000 m. Muốn sử dụng cầu chảy có kết hợp cách điện ngoài ở độ cao trên 1 000 m so với mực nước biển thì cần dựa vào một trong hai thủ tục dưới đây.

a) Điện áp thử nghiệm các bộ phận cách ly trong không khí cần được xác định bằng cách lấy các điện áp thử nghiệm tiêu chuẩn cho trong Bảng 4 và Bảng 5 nhân với hệ số hiệu chỉnh thích hợp cho trong cột (2) của Bảng 1.

b) Có thể chọn cầu chảy có điện áp danh định mà khi nhân với hệ số hiệu chỉnh thích hợp cho trong cột (3) của Bảng 1 thì không thấp hơn điện áp cao nhất của hệ thống.

Với độ cao so với mực nước biển từ 1 000 m đến 1 500 m và từ 1 500 m đến 3 000 m, hệ số hiệu chỉnh có thể được nội suy tuyến tính từ các giá trị trong Bảng 1.

**Bảng 1 – Hệ số hiệu chỉnh độ cao so với mực nước biển –
Điện áp thử nghiệm và điện áp danh định**

Độ cao lớn nhất so với mực nước biển m (1)	Hệ số hiệu chỉnh điện áp thử nghiệm liên quan đến mực nước biển (2)	Hệ số hiệu chỉnh điện áp danh định (3)
1 000	1,0	1,0
1 500	1,05	0,95
3 000	1,25	0,80

Khi các đặc tính điện môi giống nhau ở mọi độ cao so với mực nước biển thì không cần có các phòng ngừa đặc biệt.

CHÚ THÍCH 3: Dòng điện danh định hoặc độ tăng nhiệt qui định trong tiêu chuẩn này có thể được hiệu chỉnh theo độ cao so với mực nước biển khi vượt quá 1 000 m bằng cách sử dụng các hệ số hiệu chỉnh thích hợp cho trong Bảng 2, cột (2) và (3) tương ứng. Đối với một ứng dụng bất kỳ, chỉ sử dụng một hệ số hiệu chỉnh lấy từ cột (2) hoặc cột (3) mà không sử dụng cả hai.

Với độ cao so với mực nước biển từ 1 000 m đến 1 500 m và từ 1 500 m đến 3 000 m, hệ số hiệu chỉnh có thể nội suy tuyến tính từ các giá trị trong Bảng 2.

**Bảng 2 – Hệ số hiệu chỉnh độ cao so với mực nước biển –
Dòng điện danh định và độ tăng nhiệt**

Độ cao lớn nhất so với mực nước biển m (1)	Hệ số hiệu chỉnh dòng điện danh định (2)	Hệ số hiệu chỉnh độ tăng nhiệt (3)
1 000	1,0	1,0
1 500	0,99	0,98
3 000	0,96	0,92

c) Không khí xung quanh không bị nhiễm bẩn quá mức (hoặc không bình thường) do bụi, khói, do khí, hơi hoặc muối ăn mòn hoặc dễ cháy.

d) Đối với hệ thống lắp đặt trong nhà, điều kiện ẩm đang được xem xét nhưng hiện tại, có thể sử dụng các số liệu dưới đây làm hướng dẫn:

- giá trị trung bình của độ ẩm tương đối, trong thời gian 24 h, không vượt quá 95 %;
- giá trị trung bình của áp suất hơi nước, trong thời gian 24 h, không vượt quá 22 hPa;
- giá trị trung bình của độ ẩm tương đối, trong thời gian một tháng, không vượt quá 90 %;
- giá trị trung bình của áp suất hơi nước, trong thời gian một tháng, không vượt quá 18 hPa.

TCVN 7999-1 : 2009

Với các điều kiện này, đôi khi có thể xảy ra ngưng tụ.

CHÚ THÍCH 4: Ngưng tụ có thể xảy ra khi nhiệt độ thay đổi đột ngột trong điều kiện độ ẩm cao.

CHÚ THÍCH 5: Để chịu được các ảnh hưởng của độ ẩm cao và ngưng tụ không thường xuyên, như đánh thủng cách điện hoặc ăn mòn các bộ phận kim loại, có thể sử dụng cầu chảy trong nhà được thiết kế ở các điều kiện này nhưng được thử nghiệm tương ứng hoặc sử dụng cầu chảy ngoài trời.

CHÚ THÍCH 6: Có thể ngăn ngừa ngưng tụ bằng thiết kế đặc biệt của toà nhà hoặc khoang chứa bằng cách tạo thông gió và gia nhiệt thích hợp hoặc sử dụng thiết bị hút ẩm.

e) Rung do các nguyên nhân từ bên ngoài cầu chảy hoặc địa chấn là không đáng kể.

Ngoài ra, đối với hệ thống lắp đặt ngoài trời,

f) cần tính đến sự xuất hiện của ngưng tụ hoặc mưa và sự thay đổi nhiệt độ đột ngột;

g) áp lực gió không vượt quá 700 Pa (tương ứng với tốc độ gió là 34 m/s);

h) bức xạ mặt trời không vượt quá 1,1 kW/m².

2.2 Điều kiện vận hành khác

Ống cầu chảy được thiết kế để sử dụng ở nhiệt độ xung quanh (xem 3.3.11) lớn hơn 40 °C được đề cập trong Phụ lục E của tiêu chuẩn này.

2.3 Điều kiện vận hành đặc biệt

Theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng, có thể sử dụng cầu chảy cao áp trong các điều kiện khác với điều kiện vận hành bình thường cho trong 2.1. Bất kỳ điều kiện vận hành đặc biệt nào cũng đều phải tham khảo ý kiến của nhà chế tạo.

2.4 Tác động đến môi trường

Cầu chảy phù hợp với tiêu chuẩn này là các thiết bị trơ trong điều kiện làm việc bình thường. Đây cũng là yêu cầu của 5.1.3, không được phát thải đáng kể ra bên ngoài. Do đó, chúng được xem là thiết bị an toàn với môi trường trong vận hành và khi tác động.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa dưới đây.

3.1 Đặc tính điện

3.1.1

Giá trị danh định (rated value)

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

[IEV 441-18-35, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH: Các ví dụ về giá trị danh định thường được qui định cho cầu chảy là điện áp, dòng điện và dòng điện cắt.

3.1.2

Thông số đặc trưng (rating)

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

[IEV 441-18-36]

3.1.3

Dòng điện kỳ vọng (của mạch điện và có liên quan đến cầu chảy) (prospective current (of a circuit and with respect to a fuse)

Dòng điện chạy trong mạch điện nếu như thay cầu chảy bằng một dây dẫn có trở kháng không đáng kể.

[IEV 441-17-01, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH: Phương pháp tính và thể hiện dòng điện kỳ vọng, xem 6.6.2.1 và 6.6.2.2.

3.1.4

Dòng điện đỉnh kỳ vọng (prospective peak current)

Giá trị đỉnh của dòng điện kỳ vọng trong thời gian xảy ra quá độ ngay sau khi bắt đầu.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa này giả thiết rằng dòng điện được tạo thành bởi thiết bị đóng cắt lý tưởng, tức là có quá độ tức thời từ trở kháng vô cùng đến trở kháng zero. Đối với mạch điện có dòng điện chạy theo nhiều tuyến khác nhau, ví dụ, mạch điện nhiều pha, giả thiết thêm rằng dòng điện được hình thành đồng thời ở tất cả các cực, ngay cả khi chỉ xem xét dòng điện trong một cực.

[IEV 441-17-02]

3.1.5

Dòng điện cắt kỳ vọng (prospective breaking current)

Dòng điện kỳ vọng tính ở thời điểm bắt đầu quá trình cắt.

[IEV 441-17-06]

CHÚ THÍCH: Đối với cầu chảy, thời điểm này thường được xác định là thời điểm bắt đầu hồ quang trong quá trình cắt. Qui ước liên quan đến thời điểm bắt đầu hồ quang được cho trong 6.6.2.3.

3.1.6

Khả năng cắt (breaking capacity)

Giá trị dòng điện kỳ vọng mà một cầu chảy có thể cắt ở điện áp qui định trong điều kiện sử dụng và hoạt động qui định.

[IEV 441-17-08, có sửa đổi]

3.1.7

Dòng điện ngưỡng (cut-off current)

Dòng điện cho chạy qua (let-through current)

Giá trị dòng điện tức thời lớn nhất đạt tới trong thời gian tác động cắt của cầu chảy.

[IEV 441-17-12, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH: Khái niệm này đặc biệt quan trọng khi cầu chảy tác động mà chưa đạt đến dòng điện đỉnh kỳ vọng của mạch điện.

3.1.8

Thời gian trước hồ quang (pre-arcing time)

Thời gian gây chảy (melting time)

Khoảng thời gian từ lúc bắt đầu có dòng điện đủ lớn để gây chảy (các) phần tử chảy đến thời điểm bắt đầu hồ quang.

[IEV 441-18- 21]

3.1.9

Thời gian hồ quang (arcing time)

Khoảng thời gian từ thời điểm bắt đầu hồ quang trong một cầu chảy đến thời điểm kết thúc hồ quang trong cầu chảy đó.

[IEV 441-17- 37, có sửa đổi]

3.1.10

Thời gian tác động (operating time)

Thời gian hồ quang tổng (total clearing time)

Tổng thời gian trước hồ quang và thời gian hồ quang.

[IEV 441-18- 22]

3.1.11

Tích phân Jun (Joule integral)

I^2t

Tích phân của bình phương dòng điện trong khoảng thời gian cho trước $t_0 - t_1$

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

[IEV 441-18- 23, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH 1: I^2t trước hồ quang là tích phân I^2t trong toàn bộ thời gian trước hồ quang của cầu chảy.

CHÚ THÍCH 2: I^2t tác động là tích phân I^2t trong toàn bộ thời gian tác động của cầu chảy.

CHÚ THÍCH 3: Năng lượng tính bằng jun, được giải phóng trên 1 Ω điện trở trong mạch điện có cầu chảy bảo vệ chính là giá trị I^2t tác động, tính bằng A^2s .

3.1.12**Thời gian ảo (virtual time)**

Giá trị của tích phân Jun chia cho bình phương giá trị dòng điện kỳ vọng.

CHÚ THÍCH: Giá trị thời gian ảo thường được chỉ ra cho ống cầu chảy là giá trị thời gian trước hồ quang và thời gian tác động.

[IEV 441-18-37, có sửa đổi]

3.1.13**Đặc tính thời gian-dòng điện (time-current characteristic)**

Đường cong chỉ ra thời gian, ví dụ thời gian trước hồ quang hoặc thời gian tác động là hàm số của dòng điện kỳ vọng trong các điều kiện làm việc qui định.

[IEV 441-17-13]

3.1.14**Đặc tính (dòng điện) ngưỡng (cut-off (current) characteristic)****Đặc tính (dòng điện) cho chạy qua (let-through (current) characteristic)**

Đường cong chỉ ra dòng điện ngưỡng là hàm của dòng điện kỳ vọng trong điều kiện làm việc qui định.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp điện xoay chiều, giá trị dòng điện ngưỡng là giá trị lớn nhất có thể đạt tới cho dù ở mức độ không đối xứng nào. Trong trường hợp điện một chiều, giá trị dòng điện ngưỡng là giá trị lớn nhất đạt được liên quan đến hằng số thời gian qui định.

[IEV 441-17-14]

3.1.15**Điện áp phục hồi (recovery voltage)**

Điện áp xuất hiện giữa các đầu nối của cầu chảy sau khi ngắt dòng điện.

CHÚ THÍCH: Điện áp này có thể được xem xét trong hai khoảng thời gian liên tiếp, một là trong khoảng thời gian tồn tại điện áp quá độ, tiếp theo là khoảng thời gian thứ hai chỉ tồn tại điện áp phục hồi tần số công nghiệp tức là điện áp phục hồi ổn định.

[IEV 441-17-25, có sửa đổi]

3.1.16**Điện áp phục hồi quá độ (transient recovery voltage)****TRV**

Điện áp phục hồi trong thời gian có đặc tính quá độ đáng kể.

CHÚ THÍCH 1: Điện áp phục hồi quá độ có thể dao động hoặc không dao động hoặc kết hợp cả hai dạng này, tùy thuộc vào đặc điểm của mạch điện và cầu chảy. Điện áp phục hồi quá độ bao gồm cả sự dịch chuyển điện áp điểm trung tính của mạch nhiều pha.

TCVN 7999-1 : 2009

CHÚ THÍCH 2: Nếu không có quy định nào khác, điện áp phục hồi quá độ trong mạch ba pha là điện áp đặt lên cầu chảy ngắt mạch trước nhất vì điện áp này thường cao hơn các điện áp xuất hiện trên từng cầu chảy trong hai cầu chảy còn lại.

[IEV 441-17-26, có sửa đổi]

3.1.17

Điện áp phục hồi tần số công nghiệp (power-frequency recovery voltage)

Điện áp phục hồi sau khi hiện tượng điện áp quá độ giảm xuống.

[IEV 441-17-27]

3.1.18

Điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng (của mạch điện) (prospective transient recovery voltage (of a circuit))

Điện áp phục hồi quá độ sau khi ngắt dòng điện đối xứng kỳ vọng bằng thiết bị đóng cắt lý tưởng.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa này giả thiết rằng cầu chảy, mà cần tìm điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng, được thay thế bằng thiết bị đóng cắt lý tưởng, tức là có quá độ tức thời từ trở kháng zero đến trở kháng vô cùng ở chính thời điểm dòng điện zero, tức là ở zero "tự nhiên". Đối với mạch điện mà dòng điện chạy theo nhiều tuyến, ví dụ mạch điện nhiều pha, định nghĩa này được hiểu việc ngắt dòng điện bằng thiết bị đóng cắt lý tưởng chỉ xảy ra trong cực đang xét.

[IEV 441-17-29, có sửa đổi]

3.1.19

Điện áp đóng cắt (switching voltage)

Giá trị điện áp tức thời lớn nhất xuất hiện trên các đầu cực của cầu chảy trong thời gian cầu chảy tác động.

CHÚ THÍCH: Điện áp đóng cắt có thể là điện áp hồ quang hoặc có thể xuất hiện trong thời gian điện áp phục hồi quá độ.

[IEV 441-18-31]

3.1.20

Dòng điện cắt nhỏ nhất (minimum breaking current)

Giá trị nhỏ nhất của dòng điện kỳ vọng tại đó ống cầu chảy có khả năng cắt ở điện áp qui định trong các điều kiện sử dụng và hoạt động qui định.

[IEV 441-18-29]

3.1.21

Công suất tiêu tán (của một ống cầu chảy) (power dissipation (of a fuse-link))

Công suất toả ra trên một ống cầu chảy mang dòng điện qui định, trong điều kiện sử dụng và điều kiện hoạt động qui định.

[IEV 441-18-38, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH: Điều kiện sử dụng và điều kiện hoạt động qui định thường là điều kiện mà giá trị dòng điện hiệu dụng không thay đổi cho đến khi đạt được điều kiện nhiệt độ ổn định.

3.2 Cấu chảy và các bộ phận hợp thành

3.2.1

Cầu chảy (fuse)

Thiết bị mà nhờ nóng chảy một hoặc nhiều phần tử chảy được thiết kế và có kích thước đặc biệt làm hở mạch điện có lắp thiết bị này, làm ngắt dòng điện khi vượt quá giá trị cho trước trong thời gian đủ dài. Cầu chảy bao gồm toàn bộ các bộ phận tạo thành thiết bị hoàn chỉnh.

[IEV 441-18-01]

3.2.2

Đầu nối (terminal)

Bộ phận dẫn của cầu chảy dùng để nối điện với mạch điện bên ngoài.

CHÚ THÍCH: Đầu nối có thể phân biệt theo loại mạch điện mà đầu nối thích hợp (ví dụ đầu nối chính, đầu nối đất, v.v..) và theo thiết kế của chúng (ví dụ đầu nối kiểu bắt ren, đầu nối kiểu cắm v.v.).

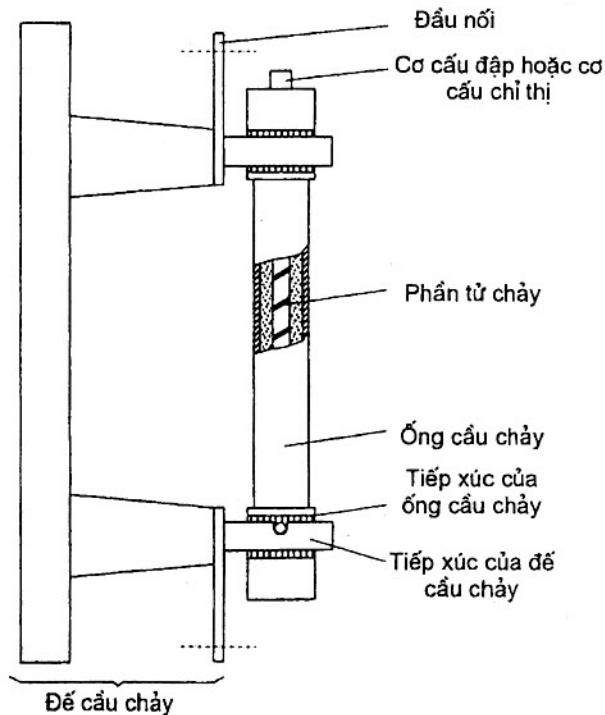
3.2.3

Đế cầu chảy, giá lắp đặt cầu chảy (fuse-base; fuse-mount)

Bộ phận cố định của cầu chảy có các tiếp xúc và các đầu nối.

[IEV 441-18-02]

CHÚ THÍCH: Đế cầu chảy gồm có tất cả các phần cần thiết để cách điện (xem Hình 1).



Hình 1 – Tên gọi các bộ phận của cầu chảy

3.2.4

Tiếp xúc của đế cầu chảy (fuse-base contact)

Má tiếp xúc của đế cầu chảy được thiết kế để khớp với tiếp xúc của ống cầu chảy (xem Hình 1).

[IEV 441-18-03, có sửa đổi]

3.2.5

Ống cầu chảy (fuse-link)

Bộ phận của cầu chảy (kể cả (các) phần tử chảy) được thiết kế để thay thế sau khi cầu chảy tác động (xem Hình 1).

[IEV 441-18-09]

3.2.6

Tiếp xúc của ống cầu chảy (fuse-link contact)

Má tiếp xúc của ống cầu chảy được thiết kế để khớp với tiếp xúc của đế cầu chảy (xem Hình 1).

[IEV 441-18-04, có sửa đổi]

3.2.7

Phần tử chảy (fuse-element)

Bộ phận của ống cầu chảy được thiết kế để chảy dưới tác dụng của dòng điện vượt quá giá trị nhất định trong một thời gian nhất định (xem Hình 1).

[IEV 441-18-08]

3.2.8

Cơ cấu chỉ thị (indicating device/indicator)

Bộ phận của cầu chảy để chỉ ra cầu chảy đã tác động hay chưa (xem Hình 1).

[IEV 441-18-17]

3.2.9

Cơ cấu đập (striker)

Cơ cấu cơ khí tạo thành bộ phận của ống cầu chảy, khi cầu chảy tác động thì cơ cấu này giải phóng năng lượng để làm tác động một khí cụ khác hoặc cơ cấu chỉ thị hoặc để tạo liên động.

[IEV 441-18-18]

3.3 Thuật ngữ bổ sung

3.3.1

Cầu chảy giới hạn dòng điện (current-limiting fuse)

Cầu chảy mà trong quá trình hoạt động và nhờ vào tác động của nó trong dải dòng điện qui định, làm hạn chế dòng điện đến giá trị nhỏ hơn đáng kể so với giá trị đỉnh của dòng điện kỳ vọng.

[IEV 441-18-10, có sửa đổi]

3.3.2**Loại (Classes)**

Ba loại cầu chảy giới hạn dòng điện được xác định theo dải sử dụng:

- cầu chảy hỗ trợ bảo vệ
- cầu chảy thông dụng
- cầu chảy toàn dải

Xem 9.3.3.

3.3.3**Cầu chảy hỗ trợ bảo vệ (back-up fuse)**

Cầu chảy giới hạn dòng điện, trong các điều kiện sử dụng và hoạt động qui định, có khả năng cắt tất cả các dòng điện từ dòng điện cắt lớn nhất danh định xuống đến dòng điện cắt nhỏ nhất danh định.

3.3.4**Cầu chảy thông dụng (general-purpose fuse)**

Cầu chảy giới hạn dòng điện, trong các điều kiện sử dụng và hoạt động qui định, có khả năng cắt tất cả các dòng điện từ dòng điện cắt lớn nhất danh định xuống đến dòng điện gây chảy phần tử chảy trong 1 h hoặc dài hơn.

3.3.5**Cầu chảy toàn dải (full-range fuse)**

Cầu chảy giới hạn dòng điện, trong các điều kiện sử dụng và hoạt động qui định, có khả năng cắt tất cả các dòng điện gây chảy (các) phần tử chảy đạt đến dòng điện cắt lớn nhất danh định của cầu chảy (xem 6.6.1.1, chế độ thử nghiệm 3).

3.3.6**Khoảng cách ly (dùng cho đế cầu chảy) (isolating distance (for a fuse-base))**

Khoảng cách ngắn nhất giữa các tiếp xúc của đế cầu chảy hoặc giữa các bộ phận dẫn bất kỳ nối vào đó, được đo trên cầu chảy đã tháo ống cầu chảy.

[IEV 441-18-06, có sửa đổi]

3.3.7**Dãy đồng nhất (của ống cầu chảy) (homogeneous series (of fuse-links))**

Dãy ống cầu chảy, giữa chúng chỉ sai lệch nhau ở đặc tính nào đó trong một thử nghiệm cho trước, việc thử nghiệm một hoặc một số (các) ống cầu chảy cụ thể của dãy đó có thể lấy làm kết quả đại diện cho tất cả các ống cầu chảy của dãy đồng nhất (xem 6.6.4.1).

[IEV 441-18-34]

3.3.8

Cách điện bên ngoài (external insulation)

Khoảng cách trong môi trường không khí và các bề mặt tiếp xúc với môi trường không khí của cách điện rắn của thiết bị phải chịu các ứng suất điện môi và các ảnh hưởng của môi trường và các điều kiện bên ngoài khác như nhiễm bẩn, ẩm ướt, côn trùng, v.v...

3.3.9

Cách điện tự phục hồi (self-restoring insulation)

Cách điện phục hồi hoàn toàn các đặc tính cách điện sau một phóng điện đánh thủng.

[IEV 604-03-04]

3.3.10

Ống cầu chảy có thành phần hữu cơ (organic fuse-link)

Ống cầu chảy có chứa tỷ lệ đáng kể vật liệu hữu cơ (ví dụ vật liệu gốc các bon) có thể là nguyên nhân gây ra dòng điện rò quá mức sau khi cầu chảy tác động. Nếu nhà chế tạo xác định rằng vị trí và lượng vật liệu hữu cơ hoặc vật liệu khác trong thiết kế có thể dẫn đến dòng điện rò quá mức sau khi tác động và đánh thủng thì nhà chế tạo phải gọi là ống cầu chảy "có thành phần hữu cơ".

3.3.11

Nhiệt độ bao quanh (surrounding temperature)

Nhiệt độ bao quanh là nhiệt độ của chất điện môi khí hoặc lỏng bao quanh ống cầu chảy.

4 Thông số đặc trưng và đặc tính

4.1 Qui định chung

a) Thông số đặc trưng của đế cầu chảy

- 1) Điện áp danh định (4.2)
- 2) Dòng điện danh định (4.5)
- 3) Mức cách điện danh định (khả năng chịu điện áp tần số công nghiệp, điện áp khô, điện áp ướt và điện áp xung) (4.3)

b) Thông số đặc trưng của ống cầu chảy

- 1) Điện áp danh định (4.2)
- 2) Dòng điện danh định (4.6)
- 3) Dòng điện cắt lớn nhất danh định (4.8.1)
- 4) Tần số danh định (4.4)
- 5) Dòng điện cắt nhỏ nhất danh định đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ và loại (4.8.2)
- 6) TRV danh định (4.10)

- c) Đặc tính của cầu chảy
- 1) Giới hạn độ tăng nhiệt (4.7)
- d) Đặc tính của ống cầu chảy
- 1) Loại (3.3.2 và 4.8.2)
 - 2) Điện áp đóng cắt (4.9)
 - 3) Đặc tính thời gian-dòng điện (4.11)
 - 4) Đặc tính ngưỡng (4.12)
 - 5) Đặc tính I²t (4.13)
 - 6) Đặc tính cơ của cơ cấu đập (4.14)
 - 7) Nhiệt độ áp dụng lớn nhất (xem Phụ lục E).

4.2 Điện áp danh định

Điện áp được sử dụng để chọn đế cầu chảy hoặc ống cầu chảy, từ đó xác định các điều kiện thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Điện áp danh định bằng điện áp cao nhất dùng cho thiết bị (xem Điều 8).

Điện áp danh định của cầu chảy được chọn từ các điện áp cho trong Bảng 3.

Bảng 3 – Điện áp danh định

Hệ I kV	Hệ II kV
3,6	2,75
7,2	5,5
12	8,25
17,5	15
24	15,5
36	25,8
40,5	38
52	48,3
72,5	72,5

4.3 Mức cách điện danh định (của đế cầu chảy)

Các giá trị điện áp (điện áp tần số công nghiệp và điện áp xung) đặc trưng cho cách điện của đế cầu chảy liên quan đến khả năng chịu ứng suất điện môi của nó (xem Điều 8).

Hai mức chịu thử điện môi được áp dụng cho đế cầu chảy theo thông lệ ở Châu Âu. Hai mức này được gọi là "Danh mục 1" và "Danh mục 2" và liên quan đến các mức áp dụng khắc nghiệt khác nhau và tương ứng với các giá trị khác nhau của điện áp thử nghiệm dùng cho thử nghiệm điện môi (xem 9.3.5)

Mức cách điện danh định của đế cầu chảy được chọn từ Bảng 4 và Bảng 5.

– Bảng 4 dựa trên thông lệ ở Châu Âu và các điều kiện chuẩn tiêu chuẩn về nhiệt độ, áp suất và độ ẩm tương ứng là 20 °C, 101,3 kPa và 11 g nước trên 1m³.

– Bảng 5 dựa trên thông lệ ở Mỹ và Canada với các điều kiện chuẩn tiêu chuẩn về nhiệt độ, áp suất và độ ẩm tương ứng là 25 °C, 101,3 kPa và 15 g nước trên 1m³.

Phải chỉ ra cầu chảy thích hợp để làm việc trong nhà hay ngoài trời.

Bảng 4 – Mức cách điện danh định của đế cầu chảy – Hệ I

Điện áp danh định của cầu chảy kV	Khả năng chịu điện áp xung sét danh định (cực âm và cực dương)				Khả năng chịu điện áp tần số công nghiệp danh định trong 1 min (khô và ướt) kV (hiệu dụng)	
	Danh mục 1 kV (đỉnh)		Danh mục 2 kV (đỉnh)		Với đất và giữa các cực	Qua khoảng cách ly của đế cầu chảy (xem chú thích)
	Với đất và giữa các cực	Qua khoảng cách ly của đế cầu chảy (xem chú thích)	Với đất và giữa các cực	Qua khoảng cách ly của đế cầu chảy (xem chú thích)		
3,6	20	23	40	46	10	12
7,2	40	46	60	70	20	23
12	60	70	75	85	28	32
17,5	75	85	95	110	38	45
24	95	110	125	145	50	60
36	145	165	170	195	70	80
40,5	180	200	190	220	80	95
52	250	290	250	290	95	110
72,5	325	375	325	375	140	160

CHÚ THÍCH: Chỉ qui định mức cách điện qua khoảng cách ly cho đế cầu chảy được ấn định có đặc tính cách ly.

Bảng 5 – Mức cách điện danh định của đế cầu chảy – Hệ II

Điện áp danh định của cầu chảy kV	Khả năng chịu điện áp xung sét danh định (cực âm và cực dương) kV (giá trị đỉnh)				Khả năng chịu điện áp tần số công nghiệp danh định kV (hiệu dụng)					
	Với đất và giữa các cực		Qua khoảng cách ly của đế cầu chảy (xem chú thích)		Với đất và giữa các cực			Qua khoảng cách ly của đế cầu chảy (xem chú thích)		
	Trong nhà	Ngoài trời	Trong nhà	Ngoài trời	Trong nhà 1 min khô	Ngoài trời		Trong nhà 1 min khô	Ngoài trời	
						1 min khô	10 s ướt		1 min khô	10 s ướt
2,75	45	-	50	-	15	-	-	17	-	-
4,76	60	-	70	-	19	-	-	21	-	-
8,25	75	95	80	105	26	35	30	29	39	33
15	95	-	105	-	36	-	-	40	-	-
15,5	110	110	125	125	50	50	45	55	55	50
25,8	125	150	140	165	60	70	60	66	77	66
38	150	200	165	220	80	95	80	88	105	88
48,3	-	250	-	275	-	120	100	-	132	110
72,5	-	300	-	385	-	175	145	-	195	160

CHÚ THÍCH: Chỉ qui định mức cách điện qua khoảng cách ly cho đế cầu chảy được ấn định có đặc tính cách ly.

4.4 Tần số danh định

Các giá trị tiêu chuẩn của tần số danh định là 50 Hz và 60 Hz.

4.5 Dòng điện danh định của đế cầu chảy

Dòng điện ấn định để một đế cầu chảy sạch, mới khi mang liên tục dòng điện đó mà không bị vượt quá độ tăng nhiệt qui định khi được lắp với ống cầu chảy có cùng dòng điện danh định, được thiết kế để sử dụng với đế cầu chảy cụ thể đó, nối với mạch điện có kích cỡ và chiều dài dây dẫn qui định, ở nhiệt độ không khí xung quanh không lớn hơn 40 °C.

Cần chọn dòng điện danh định của đế cầu chảy từ các giá trị dưới đây:

10 A; 25 A; 63 A; 100 A; 200 A; 400 A; 630 A; 1 000 A.

4.6 Dòng điện danh định của ống cầu chảy

Dòng điện ấn định để một ống cầu chảy sạch, mới sẽ mang liên tục mà không bị vượt quá độ tăng nhiệt qui định khi được lắp với đế cầu chảy được qui định bởi nhà chế tạo và nối với mạch điện có kích cỡ và chiều dài dây dẫn qui định, ở nhiệt độ không khí xung quanh không lớn hơn 40 °C (xem Điều 8).

Dòng điện danh định, tính bằng ampe của ống cầu chảy cần chọn từ dãy R10. Đối với các trường hợp đặc biệt, có thể chọn các giá trị bổ sung đối với dòng điện danh định từ dãy R20.

CHÚ THÍCH: Dây R10 gồm có các con số: 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8 và bội của chúng với 10.

Dãy R20 gồm có các con số: 1; 1,12; 1,25; 1,40; 1,6; 1,8; 2; 2,24; 2,5; 2,8; 3,15; 3,55; 4; 4,5; 5; 5,6; 6,3; 7,1; 8; 9 và bội của chúng với 10.

4.7 Giới hạn độ tăng nhiệt

Ống cầu chảy và đế cầu chảy phải có khả năng mang dòng danh định của chúng liên tục mà không bị vượt quá giới hạn độ tăng nhiệt cho trong Bảng 6 và không bị hỏng.

CHÚ THÍCH: Đối với cầu chảy được sử dụng trong hộp, xem 6.5.3, 9.3.2 và Phụ lục F.

Trường hợp các bề mặt tiếp xúc gài vào nhau có lớp phủ khác nhau thì nhiệt độ và độ tăng nhiệt cho phép phải như sau:

- a) đối với các tiếp xúc và đầu nối xiết bằng bu lông, nhiệt độ và độ tăng nhiệt của thành phần này có giá trị lớn nhất cho phép trong Bảng 6;
- b) đối với các tiếp xúc có lò xo nén, nhiệt độ và độ tăng nhiệt thấp nhất cho phép đối với thành phần này được cho trong Bảng 6.

Bảng 6 – Giới hạn nhiệt độ và độ tăng nhiệt cho phép đối với các thành phần và vật liệu

Thành phần hoặc vật liệu	Giá trị lớn nhất của	
	Nhiệt độ °C	Độ tăng nhiệt °C
A Tiếp xúc trong không khí		
1) Tiếp xúc có lò xo nén (đồng hoặc hợp kim đồng)		
– để trần	75	35
– mạ bạc hoặc niken	105	65
– mạ thiếc	95	55
– các lớp mạ khác ^a		
2) Tiếp xúc xiết bằng bu lông hoặc tương đương (đồng, hợp kim đồng và hợp kim nhôm)		
– để trần	90	50
– mạ thiếc	105	65
– mạ bạc hoặc niken	115	75
– các lớp mạ khác ^a		
B Tiếp xúc đặt trong dầu (đồng hoặc hợp kim đồng):		
1) Tiếp xúc có lò xo nén		
– để trần	80	40
– mạ bạc, thiếc hoặc niken	90	50
– các lớp mạ khác ^a		
2) Tiếp xúc xiết bằng bu lông		
– để trần	80	40
– mạ bạc, thiếc hoặc niken	100	60
– các lớp mạ khác ^a		
C Đầu nối xiết bằng bu lông trong không khí:		
– để trần	90	50
– mạ bạc, thiếc hoặc niken	105	65
– các lớp mạ khác ^a		
D Các phần kim loại đóng vai trò như lò xo^b		
E Vật liệu được dùng làm cách điện và phần kim loại tiếp xúc với cách điện có các cấp dưới đây^c:		
Cấp Y (đối với vật liệu không được ngâm tẩm)	90	50
Cấp A (đối với vật liệu được ngâm trong dầu)	100	60
Cấp E	120	80
Cấp B	130	90
Cấp F	155	115
Men: gốc dầu	100	60
chất tổng hợp	120	80
Cấp H	180	140
Các cấp khác ^d		
F Dầu^{e, f}	90	50
G Phần kim loại bất kỳ hoặc vật liệu cách điện tiếp xúc với dầu trừ các tiếp xúc và lò xo	100	60

^a Nếu nhà chế tạo sử dụng lớp mạ khác với lớp mạ được chỉ ra trong Bảng thì cần tính đến các đặc tính của các vật liệu này.

^b Nhiệt độ hoặc độ tăng nhiệt không được đạt đến giá trị làm mất tính đàn hồi của vật liệu.

^c Các cấp theo IEC 60085.

^d Chỉ giới hạn khi có yêu cầu không được gây bất kỳ hư hại nào cho các bộ phận xung quanh.

^e Ở phần trên của dầu.

^f Cần lưu ý đặc biệt đến sự hóa hơi và oxy hóa khi sử dụng dầu có điểm chớp cháy thấp.

4.8 Khả năng cắt danh định

4.8.1 Dòng điện cắt lớn nhất danh định

Giá trị của khả năng cắt được qui định cho cầu chảy.

Dòng điện cắt lớn nhất danh định, tính bằng kA của ống cầu chảy cần chọn từ dãy R10.

CHÚ THÍCH: Dãy R10 gồm có các con số: 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8 và bội của chúng với 10.

4.8.2 Dòng điện cắt nhỏ nhất danh định và loại

Nhà chế tạo phải chỉ ra loại (xem 3.3.2) và, đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ, phải chỉ ra dòng điện cắt nhỏ nhất. Trong trường hợp cầu chảy thông dụng cũng có thể phải chỉ ra dòng điện cắt nhỏ nhất.

4.9 Giới hạn của điện áp đóng cắt

Giá trị điện áp đóng cắt trong quá trình tác động ở tất cả các chế độ thử nghiệm không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 7 và Bảng 8.

Khi có yêu cầu, nhà chế tạo phải chỉ ra giá trị lớn nhất của điện áp đóng cắt khi xác định các thử nghiệm cắt (xem 6.6).

Bảng 7 – Điện áp đóng cắt cho phép lớn nhất

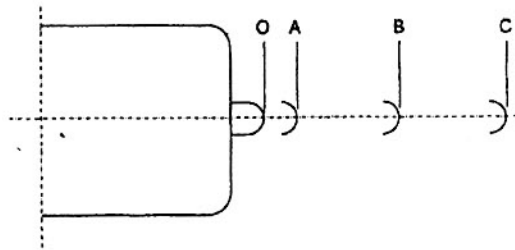
Hệ I		Hệ II	
Điện áp danh định kV	Điện áp đóng cắt lớn nhất kV	Điện áp danh định kV	Điện áp đóng cắt lớn nhất kV
3,6	12	2,75	8
7,2	23	5,5	18
12	38	8,25	26
17,5	55	15	47
24	75	15,5	49
36	112	22	70
40,5	126	25,8	81
52	162	27	84
72,5	226	38	119
		48,3	150
		72,5	226

Bảng 8 – Điện áp đóng cắt cho phép lớn nhất đối với một số ống cầu chảy nhất định có dòng điện nhỏ

Hệ I đến và bằng 3,2 A		Hệ II đến và bằng 12 A	
Điện áp danh định kV	Điện áp đóng cắt lớn nhất kV ^{a, b}	Điện áp danh định kV	Điện áp đóng cắt lớn nhất kV ^b
3,6	26	2,75	13
7,2	36	5,5	25
12	50	8,25	38
17,5	63	15	68
24	85	15,5	70
36	120	22 đến 25,8	117
		27	123
		38	173

^a Đối với thiết bị có điện áp danh định thuộc hệ I, điện áp đóng cắt qui định trong Bảng 8 chỉ được phép đối với điện áp chịu xung sét danh định kết hợp của danh mục 2 (xem 4.3).

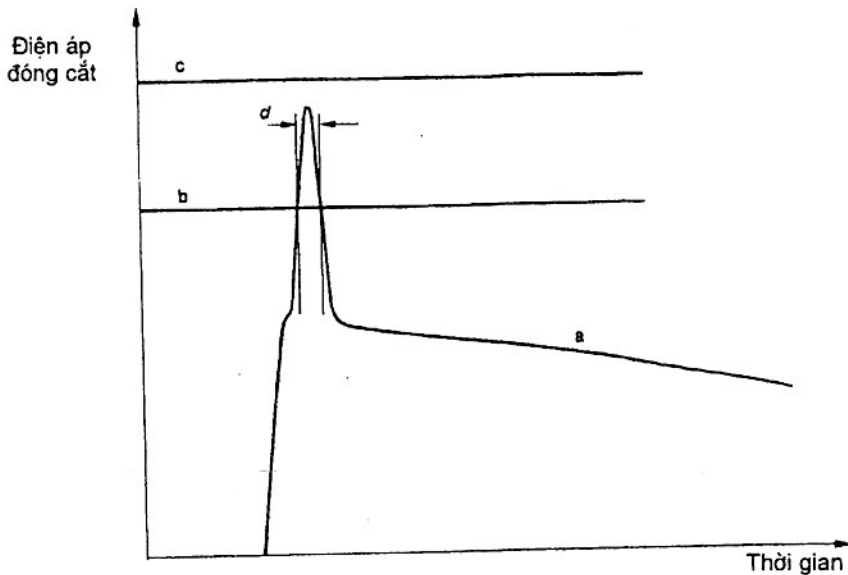
^b Giá trị điện áp đóng cắt có thể vượt quá giới hạn cho trong Bảng 7 trong thời gian không quá 200 μ s nhưng không được vượt quá giới hạn nêu trong Bảng 8 (xem Hình 11).



Chú giải

- OA Hành trình tự do – không qui định đầu ra năng lượng
- AB Hành trình đi tiếp, trong quá trình đó phải truyền năng lượng va đập
- OB Hành trình thực tế nhỏ nhất
- OC Hành trình thực tế lớn nhất
- CB Hành trình trở về lớn nhất cho phép khi chịu lực (nếu thuộc đối tượng áp dụng)

Hình 10 – Các giai đoạn khác nhau của hành trình cơ cấu đập



Chú giải

- a Đường cong điện áp đóng cắt
- b Giới hạn điện áp đóng cắt – Bảng 7
- c Giới hạn điện áp đóng cắt – Bảng 8
- d $\leq 200 \mu s$

Hình 11 – Điện áp đóng cắt cho phép đối với ống cầu chảy dòng điện nhỏ (Bảng 8)

4.10 Điện áp phục hồi quá độ danh định (TRV danh định)

4.10.1 Yêu cầu chung

Điện áp phục hồi quá độ danh định liên quan đến dòng điện cắt lớn nhất danh định (theo 4.8) là điện áp chuẩn tạo nên giới hạn trên của điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng của mạch điện mà cầu chảy phải có khả năng cắt khi có ngắn mạch.

Giá trị tiêu chuẩn của TRV danh định được quy định trong Bảng 9 và Bảng 10. Các giá trị này áp dụng cho dòng điện cắt lớn nhất danh định của cầu chảy.

Bảng 9 – Giá trị tiêu chuẩn của TRV danh định – Hệ I

Điện áp danh định	Tham số cơ bản		Giá trị thu được			
	Điện áp đỉnh	Thời gian phối hợp	Thời gian trễ ^a	Điện áp phối hợp ^b	Thời gian phối hợp	Tốc độ tăng
U_r	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μs	μs	kV	μs	kV/ μs
3,6	6,2	40	6	2,06	19,4	0,154
7,2	12,4	52	7,8	4,1	25	0,238
12	20,6	60	9	6,9	29	0,345
17,5	30	72	10,8	10	35	0,415
24	41	88	13,2	13,8	42,5	0,47
36	62	108	16,2	20,6	52	0,57
40,5	69	115	17,2	23	55,5	0,60
52	89	132	6,6	29,5	51	0,68
72,5	124	168	8,4	41,5	64	0,74

$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U_r$
 $u' = 1/3 u_c$

Đối với $U_r < 52$ kV
^a $t_d = 0,15 t_3$
^c $t' = (0,15 + 1/3) t_3$
 Đối với $U_r \geq 52$ kV
^a $t_d = 0,05 t_3$
^c $t' = (0,05 + 1/3) t_3$

Bảng 10 – Giá trị tiêu chuẩn của TRV danh định – Hệ II

Điện áp danh định	Tham số cơ bản		Giá trị thu được			
	Điện áp đỉnh	Thời gian phối hợp	Thời gian trễ ^a	Điện áp phối hợp ^b	Thời gian phối hợp ^c	Tốc độ tăng
U_r	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μs	μs	kV	μs	kV/ μs
2,75	4,7	37	5,5	1,6	18,1	0,127
5,5	9,4	46	6,9	3,1	22,2	0,204
8,25	14,4	54	8,1	4,8	26,1	0,266
15	25,7	66	9,9	8,6	32,0	0,390
15,5	26,6	67	10,0	8,8	32,2	0,400
25,8	44	91	13,6	14,7	44,0	0,48
38	65	111	16,6	21,7	53,6	0,58
48,3	83	127	19,0	27,6	61,2	0,65
72,5	124	168	8,4	41,5	64	0,74

$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U_r$
 $u' = 1/3 u_c$

Đối với $U_r \leq 48,3$ kV
^a $t_d = 0,15 t_3$
^c $t' = (0,15 + 1/3) t_3$
 Đối với $U_r > 48,3$ kV
^a $t_d = 0,05 t_3$
^c $t' = (0,05 + 1/3) t_3$

Giá trị cho trong các Bảng là giá trị kỳ vọng và có tính đến suy giảm điện áp phục hồi. Trong trường hợp hệ thống một pha hoặc cầu chảy được sử dụng trong hệ thống lắp đặt có các điều kiện khắc nghiệt hơn thì các giá trị này phải có thoả thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

Điện áp phục hồi quá độ danh định ứng với dòng điện cắt lớn nhất danh định được sử dụng để thử nghiệm ở dòng điện cắt bằng với giá trị danh định với dung sai nêu trong 6.6.1.2.2. Để kiểm tra ở dòng điện cắt nhỏ hơn giá trị danh định, qui định các giá trị điện áp phục hồi quá độ khác (xem 6.6.1.2.3).

4.10.2 Thể hiện TRV

Dạng sóng của điện áp phục hồi quá độ thay đổi theo bố trí mạch điện thực tế.

Đối với cầu chảy thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này, điện áp phục hồi quá độ xấp xỉ với dao động tần số đơn lẻ có làm nhụt. Dạng sóng này được mô tả tương xứng bằng đường bao có hai đoạn thẳng được xác định bằng hai tham số (đường chuẩn) (xem Phụ lục A).

Ảnh hưởng của điện dung cục bộ ở phía nguồn của cầu chảy làm cho tốc độ tăng điện áp chậm hơn ở vài micro giây ban đầu của TRV. Điều này được tính đến bằng việc đưa vào thời gian trễ.

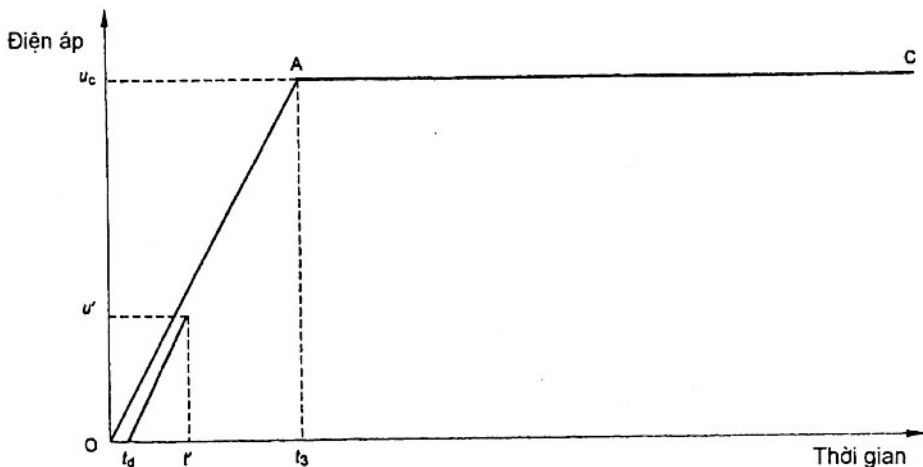
Thể hiện này áp dụng cho cả điện áp phục hồi quá độ danh định và điện áp phục hồi quá độ khác được thể hiện bằng đường chuẩn hai tham số và đường trễ.

4.10.3 Thể hiện TRV danh định

Các tham số dưới đây được sử dụng để thể hiện TRV danh định (xem Hình 8):

- u_c : điện áp đỉnh TRV tính bằng kilôvôn;
- t_3 : thời gian, tính bằng micro giây để đạt tới điện áp u_c .

Đường trễ bắt đầu từ trục thời gian ở thời gian trễ danh định t_d chạy song song với đoạn thứ nhất của đường chuẩn và kết thúc ở điện áp qui định u' (thời gian phối hợp t').



Hình 8 – Thể hiện TRV qui định bằng đường chuẩn hai tham số và đường trễ

4.11 Đặc tính thời gian-dòng điện

Đặc tính thời gian-dòng điện của ống cầu chảy dựa vào việc cho dòng điện chạy qua ống cầu chảy mới và chưa mang tải được lắp vào đế cầu chảy do nhà chế tạo qui định và nối với mạch điện thử nghiệm có kích cỡ và chiều dài dây dẫn qui định trong 6.5.1.2.

Trừ khi có qui định khác, đặc tính thời gian-dòng điện phải được giả thiết là áp dụng ở nhiệt độ không khí xung quanh là 20 °C.

Nhà chế tạo phải sẵn sàng cung cấp các đường cong từ các dữ liệu được xác định bằng các thử nghiệm điển hình về đặc tính thời gian-dòng điện qui định trong 6.7.2.

Đặc tính thời gian-dòng điện phải được thể hiện với dòng điện là trục hoành và thời gian là trục tung.

Phải sử dụng thang logarit ở cả hai trục. Cơ số của thang logarit (các kích thước của một đếcát) phải là tỷ lệ 2 : 1 với kích thước dài hơn trên trục hoành. Tuy nhiên, vì thông lệ được thiết lập từ lâu của Mỹ, tỷ lệ 1 : 1 (5,6 cm) được xem như một chuẩn thay thế.

Việc thể hiện này phải được thực hiện trên giấy tiêu chuẩn khổ A3 hoặc A4, hoặc theo tiêu chuẩn Mỹ.

Kích thước của các đếcát phải được chọn từ dãy dưới đây:

2 cm; 4 cm; 8 cm; 16 cm và 2,8 cm; 5,6 cm; 11,2 cm.

CHÚ THÍCH: Khi có thể, nên sử dụng các giá trị 2,8 và 5,6.

Các đường cong phải chỉ ra:

- mối quan hệ giữa thời gian trước hồ quang ảo và dòng điện kỳ vọng;
- dòng điện cơ sở, là trung bình hoặc tối thiểu. Nếu sử dụng giá trị dòng điện trung bình thì dung sai không được vượt quá $\pm 20\%$. Nếu sử dụng giá trị tối thiểu thì dung sai không được vượt quá $+ 50\%$;
- loại và thông số đặc trưng của ống cầu chảy mà dữ liệu của đường cong áp dụng;
- dải thời gian như qui định trong 6.7.2.2. Với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ, đường chấm chấm phải được vẽ từ dòng điện cắt nhỏ nhất đến 600 s nếu dòng điện cắt nhỏ nhất tương ứng với thời gian nhỏ hơn 600 s.

Để phối hợp giữa các cầu chảy hoặc giữa các cầu chảy với thiết bị bảo vệ khác, đặc tính thời gian-dòng điện liên quan có thể được sử dụng trong thời gian giảm đến 0,1 s.

Trong trường hợp các mức sự cố cao hơn làm cho cầu chảy tác động trong thời gian nhỏ hơn 0,1 s thì có thể sử dụng các dữ liệu I² trước hồ quang và dữ liệu I² tác động liên quan (xem chú thích 1 và 2 của 3.1.11).

4.12 Đặc tính ngưỡng

Nhà chế tạo phải chỉ ra giới hạn trên của dòng điện ngưỡng ứng với từng giá trị từ dòng điện cắt kỳ vọng cho đến dòng điện cắt lớn nhất danh định của cầu chảy trong các điều kiện qui định được coi như một phần của thử nghiệm cắt điển hình qui định trong 6.6.

Phải qui định đặc tính áp dụng ở 50 Hz hay 60 Hz.

4.13 Đặc tính I²t

Nhà chế tạo phải làm sẵn các giá trị I²t tác động và I²t trước hồ quang dùng cho các dòng điện kỳ vọng này mà trong phạm vi đó cầu chảy biểu thị đặc tính ngưỡng.

Giá trị được qui định cho I²t tác động phải thể hiện giá trị lớn nhất có khả năng xảy ra trong khi làm việc. Các giá trị này liên quan đến các điều kiện thử nghiệm của tiêu chuẩn này, ví dụ, giá trị điện áp, tần số và hệ số công suất.

Giá trị được qui định cho I²t trước hồ quang phải thể hiện giá trị nhỏ nhất có khả năng xảy ra trong khi làm việc.

Biểu diễn các giá trị I²t có thể ở dạng bảng biểu đơn giản hoặc dạng biểu đồ (ví dụ, đồ thị) hoặc có thể sử dụng biểu diễn bằng đồ thị với dòng điện kỳ vọng là trục hoành và I²t là trục tung, cả hai thang là logarit với các kích thước ưu tiên như trong 4.12.

Giá trị I²t được xác định là một phần của thử nghiệm cắt điển hình qui định trong 6.6 không được lớn hơn (đối với I²t tác động) hoặc không được nhỏ hơn (đối với I²t trước hồ quang) giá trị do nhà chế tạo qui định.

4.14 Đặc tính cơ của cơ cấu đập

Cơ cấu đập có thể được phân loại theo lượng năng lượng mà chúng có khả năng truyền đến thiết bị đóng cắt cơ khí hoặc cơ cấu tạo tín hiệu giữa hai điểm A và B (xem Hình 10) trên hành trình của nó và phân loại theo khả năng chịu lực tối thiểu. Khả năng chịu lực là đặc tính ngăn ngừa hành trình trở về của cơ cấu đập sau khi tác động nhỏ hơn hành trình thực OB tối thiểu khi đặt lực tĩnh bên ngoài.

Đặc tính cơ của cơ cấu đập được cho trong Bảng 11.

Bảng 11 – Đặc tính cơ của cơ cấu đập

Loại	Năng lượng	Đặc tính cơ					
		Giá trị của		Hành trình thực		Khả năng chịu lực tối thiểu	Thời gian tối đa của hành trình ^b
		Hành trình tự do (OA) ^a	Hành trình đi tiếp trong đó năng lượng được giải phóng (AB) ^a	Tối thiểu (OB) ^a	Tối đa (OC) ^a		
J	mm	mm	mm	mm	N	ms	
Nhẹ	0,3 ± 0,25	2	8	10	30	Không áp dụng	50
Trung bình	1 ± 0,5	4	16	20	40	20	50
Nặng	2 ± 1	4	6	10	16	40	50

^a Xem Hình 10.

^b Thời gian của hành trình được xác định là thời gian từ lúc bắt đầu hồ quang đến thời gian khi đạt được hành trình OB. Yêu cầu thêm 50 ms chịu hồ quang (4.15.2) để đảm bảo thời gian thao tác đóng cắt.

4.15 Yêu cầu riêng đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ được thiết kế để sử dụng trong tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy theo IEC 62271-105

4.15.1 Yêu cầu chung

Với các ứng dụng này, cần đảm bảo rằng:

- khi được lắp đặt trong môi trường làm việc của cầu chảy thì cầu chảy phải có khả năng chịu được dòng điện thấp hơn dòng điện cắt nhỏ nhất trong giai đoạn trước hồ quang (tức là ngay trước khi cầu chảy dứt) mà cầu chảy hoặc môi trường bao quanh không bị hư hại vì nhiệt;
- thời gian chịu hồ quang nhưng không bị hư hại ở dòng điện chỉ vừa thấp hơn dòng điện cắt nhỏ nhất của cầu chảy phải dài hơn so với thời gian nhỏ của thiết bị đóng cắt lắp cùng.

4.15.2 Nhiệt độ lớn nhất của thân cầu chảy trong điều kiện trước hồ quang

Đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ được thiết kế để sử dụng với tổ hợp cầu chảy-thiết bị đóng cắt có liên kết đập-nhả kết hợp theo IEC 62271-105, nhà chế tạo cầu chảy phải xác định nhiệt độ lớn nhất của thân cầu chảy có thể đạt đến ở bất kỳ dòng điện nào lớn hơn dòng điện gây chảy nhỏ nhất và giá trị dòng điện tương ứng.

Qui trình xác định các giá trị nhiệt độ và dòng điện này được cho trong 7.6.2. Trong trường hợp dây đồng nhất, thực hiện thử nghiệm trên cầu chảy có dòng điện cao nhất là đủ.

4.15.3 Thời gian lớn nhất chịu hồ quang

Thời gian lớn nhất chịu hồ quang là thời gian từ lúc bắt đầu hồ quang đến khi xuất hiện hư hại bên ngoài cầu chảy. Nhà chế tạo cầu chảy phải đưa ra thông tin liên quan đến thời gian lớn nhất chịu hồ quang, ở giá trị dòng điện từ 70 % đến 100 % dòng điện cắt nhỏ nhất danh định.

Thời gian này ít nhất phải là 0,1 s. Qui trình thử nghiệm được mô tả trong 7.6.3.

5 Thiết kế, kết cấu và tính năng

5.1 Yêu cầu chung liên quan đến hoạt động của cầu chảy

5.1.1 Yêu cầu chung

Khi được sử dụng trong hệ thống có điện áp làm việc nhỏ hơn điện áp danh định của cầu chảy, dòng điện cắt lớn nhất không được nhỏ hơn dòng điện cắt lớn nhất danh định.

Không nên sử dụng cầu chảy giới hạn dòng điện trong hệ thống có điện áp nhỏ hơn điện áp danh định của nó mà không quan tâm đến điện áp đóng cắt tạo ra do cầu chảy trong khi tác động có liên quan đến mức cách điện.

Không có thử nghiệm nào được quy định để chứng tỏ tính năng của cầu chảy trong dải dòng điện thấp hơn dải quy định trong thử nghiệm cắt của 6.6 liên quan đến khả năng chịu dòng điện của cầu chảy ở tất cả phối hợp có thể có của thời gian-dòng điện mà không bị suy giảm chất lượng dẫn đến tác động sớm hoặc hỏng hóc (xem Điều 8).

5.1.2 Điều kiện sử dụng tiêu chuẩn

Cầu chảy phải có khả năng cắt chính xác ở bất kỳ giá trị nào của dòng điện kỳ vọng, không quan tâm đến thành phần một chiều có thể có, với điều kiện là:

- thành phần xoay chiều không nhỏ hơn dòng điện cắt nhỏ nhất danh định và không lớn hơn dòng điện cắt lớn nhất danh định;
- điện áp phục hồi tần số công nghiệp không lớn hơn điện áp quy định trong Bảng 13 (đối với các điều kiện đặc biệt, xem 9.3.4);
- điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng nằm trong các giới hạn được thể hiện bằng các thử nghiệm quy định trong 6.6.1.2;
- tần số từ 48 Hz đến 62 Hz;
- hệ số công suất không nhỏ hơn hệ số được thể hiện bằng thử nghiệm quy định trong Bảng 13;
- sóng TRV kỳ vọng, khi đi qua đường trễ và không cắt lại nó, không vượt quá đường chuẩn có các tham số quy định trong 6.6.1.2.

CHÚ THÍCH: Liên quan đến đặc tính TRV kỳ vọng, thời gian phối hợp t_3 là không đáng kể đối với tác động của cầu chảy (trừ đối với cầu chảy gây ra các giá trị đỉnh của điện áp hồ quang cao ngay sau khi bắt đầu hồ quang; xem 6.6.1.2.2).

5.1.3 Điều kiện tác động tiêu chuẩn

Theo các điều kiện sử dụng được chỉ ra trong 5.1.2, tác động của cầu chảy phải như dưới đây.

- a) Ống cầu chảy đổ đầy bột không được phát ra ngọn lửa hoặc bắn tóe bột, cho phép phát ra ngọn lửa nhỏ từ cơ cấu đập hoặc cơ cấu chỉ thị với điều kiện là không gây đánh thủng hoặc rò điện đáng kể xuống đất.
- b) Sau khi cầu chảy tác động, các thành phần của cầu chảy, phải ở trạng thái ban đầu, trừ các thành phần được thiết kế để thay thế sau mỗi lần tác động. Phải tháo được ống cầu chảy còn nguyên ống sau khi tác động.
- c) Khi ống cầu chảy có cơ cấu chỉ thị hoặc cơ cấu đập,
- 1) cơ cấu chỉ thị không cần đáp ứng các yêu cầu riêng nhưng phải hoạt động theo cách nhìn thấy được và hoạt động hoàn toàn;
 - 2) cơ cấu đập phải phù hợp với các yêu cầu qui định trong 4.14 và phải hoạt động hoàn toàn.
- d) Việc tác động không được tạo ra điện áp đóng cắt lớn hơn giá trị qui định trong 4.9.
- e) Giá trị dòng điện ngưỡng ứng với từng giá trị dòng điện cắt kỳ vọng không được vượt quá giá trị ứng với đặc tính ngưỡng mà nhà chế tạo đưa ra.
- f) Sau khi tác động, cầu chảy phải chịu được điện áp phục hồi tần số công nghiệp đặt lên các đầu nối của nó.

5.2 Nhận nhận biết

Nhãn nhận biết, phải ghi theo cách không xoá được trên ống cầu chảy và đế cầu chảy, được cho dưới đây.

CHÚ THÍCH: Nếu kích thước của ống cầu chảy quá nhỏ không thể đưa vào nhãn này các nội dung dưới đây thì có thể chấp nhận phương pháp khác thay thế.

Trong mọi trường hợp, con số thể hiện thông số đặc trưng phải ghi sau ký hiệu đơn vị mà chúng được biểu thị.

a) Trên đế cầu chảy

- tên nhà chế tạo hoặc thương hiệu;
- điện áp danh định;
- dòng điện danh định.

b) Trên ống cầu chảy

- tên nhà chế tạo hoặc thương hiệu;
- kiểu thiết kế của nhà chế tạo;
- điện áp danh định;
- dòng điện danh định;

TCVN 7999-1 : 2009

- dòng điện cắt lớn nhất danh định;
- loại (hỗ trợ bảo vệ, thông dụng, toàn dải);
- dòng điện cắt nhỏ nhất danh định (chỉ đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ);
- nhiệt độ áp dụng lớn nhất (đối với cầu chảy được thiết kế để sử dụng ở nhiệt độ xung quanh lớn hơn 40 °C được thử nghiệm theo Phụ lục E);
- loại cơ cấu đập (nhẹ, trung bình hoặc nặng), nếu có;
- vị trí của cơ cấu đập (nếu thuộc đối tượng áp dụng).

Cũng phải chỉ ra trên cả ống cầu chảy và đế cầu chảy, khi thuộc đối tượng áp dụng, nếu chúng được thiết kế để làm việc ngoài trời, hoặc sử dụng trong dầu, trừ khi thông tin này có trong kiểu thiết kế hoặc mã nhận biết.

5.3 Kích thước

Phụ lục D tập hợp và phân loại kiểu và kích thước được qui định trong các tiêu chuẩn quốc gia hiện hành khác nhau.

6 Thử nghiệm điển hình

6.1 Điều kiện thực hiện thử nghiệm

Thử nghiệm điển hình được thực hiện để kiểm tra kiểu hoặc thiết kế cụ thể của cầu chảy đáp ứng các đặc tính qui định và hoạt động thoả đáng trong điều kiện tác động bình thường hoặc trong các điều kiện qui định đặc biệt. Thử nghiệm điển hình được thực hiện trên các mẫu để kiểm tra các đặc tính qui định của tất cả các cầu chảy có cùng một kiểu.

Chỉ lặp lại các thử nghiệm này khi thay đổi thiết kế theo cách có thể làm thay đổi tính năng.

Các thử nghiệm thực hiện trên các ống cầu chảy có lắp cơ cấu đập thì cũng có hiệu lực cho các ống cầu chảy không lắp cơ cấu đập.

Để thử nghiệm được thuận tiện và có tham khảo trước nhà chế tạo, các giá trị được qui định cho thử nghiệm, đặc biệt là dung sai, có thể được thay đổi để tạo ra điều kiện thử nghiệm khắc nghiệt hơn. Trong trường hợp không qui định dung sai, phải tiến hành thử nghiệm điển hình ở các giá trị khắc nghiệt không kém các giá trị qui định, các giới hạn cao hơn cần tham khảo nhà chế tạo.

Về nguyên tắc, thử nghiệm được qui định trong tiêu chuẩn này là các thử nghiệm điển hình nhưng không đưa ra phương pháp lấy mẫu đối với thử nghiệm chấp nhận.

Nếu người sử dụng muốn thực hiện các thử nghiệm chấp nhận thì các thử nghiệm này phải được chọn từ các thử nghiệm điển hình, sau khi có thoả thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

Trong trường hợp thử nghiệm được thực hiện trên cầu chảy mà báo cáo thử nghiệm điển hình đã được chấp nhận thì trách nhiệm của nhà chế tạo với người sử dụng chỉ giới hạn ở các giá trị ít nặng nề nhất trong số các giá trị qui định mà không giới hạn ở các giá trị đã đạt được trong khi thử nghiệm điển hình. Ví dụ, mặc dù thử nghiệm cắt có thể được thực hiện ở 103 % điện áp phục hồi tần số công nghiệp qui định nhưng nhà chế tạo không chịu trách nhiệm về mọi con số có tính năng vượt quá 100 % điện áp phục hồi tần số công nghiệp qui định.

6.2 Danh mục thử nghiệm điển hình

Thử nghiệm điển hình cần tiến hành khi hoàn thiện thiết kế hoặc sau khi thay đổi thiết kế làm ảnh hưởng đến tính năng bao gồm như sau:

- thử nghiệm điện môi (chỉ đối với đế cầu chảy);
- thử nghiệm độ tăng nhiệt và đo công suất tiêu tán;
- thử nghiệm cắt;
- thử nghiệm đặc tính thời gian-dòng điện;
- thử nghiệm cơ cấu đập.

6.3 Thông lệ thử nghiệm chung cho tất cả các thử nghiệm điển hình

6.3.1 Yêu cầu chung

Kết quả của tất cả các thử nghiệm điển hình phải được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm điển hình, bao gồm dữ liệu cần thiết để chứng tỏ sự phù hợp với tiêu chuẩn này.

Dưới đây là những thông lệ thử nghiệm chung, trừ khi có qui định khác.

6.3.2 Điều kiện của thiết bị cần thử nghiệm

Thiết bị phải mới, sạch và ở tình trạng tốt. Trước khi thực hiện thử nghiệm, trừ thử nghiệm điện môi và thử nghiệm kín dầu, phải đo điện trở của từng ống cầu chảy ở dòng điện không quá 10 % dòng điện danh định. Giá trị điện trở phải được ghi lại cùng với nhiệt độ không khí xung quanh khi tiến hành phép đo.

6.3.3 Lắp đặt cầu chảy

Cầu chảy cần thử nghiệm phải được lắp trên kết cấu kim loại nối đất cứng vững ở tư thế vận hành bình thường mà nó được thiết kế.

Trừ khi có qui định khác, việc đấu nối phải có vị trí sao cho không làm giảm khe hở không khí bình thường.

6.4 Thử nghiệm điện môi

6.4.1 Thông lệ thử nghiệm

Các thông lệ thử nghiệm điện môi phải như qui định trong 6.3 và như dưới đây.

TCVN 7999-1 : 2009

CHÚ THÍCH: Không thể thử nghiệm ống cầu chảy như một cơ cấu riêng lẻ ở tình trạng còn nguyên vẹn cũng như đã tác động.

6.4.1.1 Lắp đặt

Đối với cầu chảy có bố trí nhiều cực và khi khoảng cách giữa các cực không cố định do kết cấu của chúng, để thử nghiệm, cần tạo khoảng cách nhỏ nhất giữa các cực như nhà chế tạo qui định.

6.4.1.2 Đấu nối điện

Việc đấu nối điện phải được thực hiện bằng dây dẫn trần nối với từng đầu nối. Các dây dẫn này phải nhô ra khỏi đầu nối của cầu chảy theo đường thẳng, về căn bản song song với ống cầu chảy để có chiều dài không được đỡ tối thiểu bằng khoảng cách ly của cầu chảy.

6.4.2 Đặt điện áp thử nghiệm trong thử nghiệm xung và thử nghiệm tần số công nghiệp

Điện áp thử nghiệm qui định trong Bảng 4 và Bảng 5 đối với cầu chảy cần thử nghiệm phải được đặt lần lượt, với đầu ra máy phát xung và một điểm của nguồn tần số công nghiệp nối với đất:

a) Giữa các đầu nối và tất cả các bộ phận kim loại nối đất:

- 1) với cầu chảy có sẵn ống cầu chảy để vận hành;
- 2) với ống cầu chảy được tháo ra.

CHÚ THÍCH 1: Đối với cầu chảy có bố trí nhiều cực:

- giữa tất cả các bộ phận mang điện của các cực nối với nhau và các bộ phận kim loại có thể nối đất;
- giữa các đầu nối của từng cực và các bộ phận kim loại có thể nối đất trong khi tất cả các bộ phận mang điện của các cực khác được nối với bộ phận kim loại có thể nối đất.

b) Giữa các đầu nối: các thử nghiệm này chỉ thực hiện cho đế cầu chảy.

Các bộ phận kim loại có thể nối đất phải được nối với đất nếu đặc tính cách điện không được ấn định cho cầu chảy. Nếu có ấn định các đặc tính cách điện cho cầu chảy thì các bộ phận kim loại có thể nối đất phải được cách ly với đất hoặc nối với điểm giữa của nguồn.

CHÚ THÍCH 2: Đối với cầu chảy có bố trí nhiều cực, cần nối các đầu nối ở một phía với nhau và các đầu nối ở phía đối diện cũng được nối với nhau.

6.4.3 Điều kiện khí quyển trong quá trình thử nghiệm

Thử nghiệm phải được thực hiện ở điều kiện khí quyển càng gần càng tốt với điều kiện tiêu chuẩn qui định ở 11.1 của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

Hệ số hiệu chỉnh đối với mật độ không khí và độ ẩm không khí, như nêu trong 11.2.1 và 11.2.2 của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), có thể được dùng cho cầu chảy hiện đang được xem xét.

6.4.4 Thử nghiệm điện áp xung sét ở điều kiện khô

Cầu chảy phải chịu thử nghiệm điện áp xung sét ở điều kiện khô với các xung 1,2/50 phù hợp với Mục 6 của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

Đặt mười lần xung liên tiếp ở điện áp chịu xung sét danh định quy định trong Bảng 4 và Bảng 5 như sau:

- ở điện áp chịu thử danh định giữa các cực với đất và giữa các cực với nhau ở tất cả các điều kiện thử nghiệm a) của 6.4.2;
- ở điện áp chịu thử danh định giữa các cực với đất và giữa các cực với nhau ở điều kiện thử nghiệm b) của 6.4.2 nếu không ấn định các đặc tính cách ly cho đế cầu chảy;
- ở điện áp chịu thử danh định qua khoảng cách ly ở điều kiện thử nghiệm b) của 6.4.2 nếu có ấn định các đặc tính cách ly cho đế cầu chảy.

Cầu chảy được xem là đạt thử nghiệm nếu xuất hiện không quá hai lần phóng điện đánh thủng từ các cực xuống đất, giữa các cực với nhau hoặc giữa các đầu nối trên cách điện tự phục hồi đối với mỗi điều kiện thử nghiệm và nếu không có phóng điện đánh thủng trên cách điện không tự phục hồi (xem IEC 60071-1).

Cầu chảy phải đạt được các thử nghiệm quy định cho điện áp của cực dương và cực âm nhưng trong trường hợp có dấu hiệu chứng tỏ một cực tính cho điện áp đánh thủng thấp hơn thì chỉ cần thử nghiệm với cực tính đó.

6.4.5 Thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp ở điều kiện khô

Cầu chảy phải chịu thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp ở điều kiện khô trong 1 min, như quy định trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

Mạch thử nghiệm (biến áp có cơ cấu điều chỉnh điện áp) phải có dòng điện ngắn mạch ít nhất là 0,2 A. Cho phép kiểm tra độ lớn của dòng điện ở xấp xỉ 1/10 điện áp quy định.

Giá trị của thử nghiệm điện áp chịu tần số công nghiệp danh định trong 1 min được quy định trong Bảng 4 và Bảng 5. Các thử nghiệm được thực hiện ở các giá trị sau:

- ở điện áp chịu thử danh định giữa các cực với đất và giữa các cực với nhau ở tất cả các điều kiện thử nghiệm a) của 6.4.2;
- ở điện áp chịu thử danh định giữa các cực với đất và giữa các cực với nhau ở điều kiện thử nghiệm b) của 6.4.2 nếu không ấn định các đặc tính cách ly cho đế cầu chảy;
- ở điện áp chịu thử danh định qua khoảng cách ly ở điều kiện thử nghiệm b) của 6.4.2 nếu có ấn định các đặc tính cách ly cho đế cầu chảy.

Nếu xảy ra phóng điện bề mặt hoặc phóng điện đánh thủng thì cầu chảy được xem là không đạt thử nghiệm.

6.4.6 Thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp ở điều kiện ướt

Cầu chảy kiểu sử dụng ngoài trời phải chịu thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp trong điều kiện ướt ở các điều kiện giống như qui định ở 6.4.5 ngoại trừ khoảng thời gian là 1 min. Tuy nhiên, nếu xảy ra phóng điện đánh thủng trên cách điện bên ngoài tự phục hồi thì lặp lại thử nghiệm với điều kiện thử nghiệm giống như vậy và cầu chảy được xem là đạt thử nghiệm nếu không xuất hiện thêm phóng điện đánh thủng.

Trong quá trình thực hiện các thử nghiệm này, cầu chảy phải chịu mưa nhân tạo ở góc 45° so với phương thẳng đứng, qui trình thử nghiệm phù hợp với Điều 9 của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

6.5 Thử nghiệm độ tăng nhiệt và đo công suất tiêu tán

6.5.1 Thực hiện thử nghiệm

Thử nghiệm độ tăng nhiệt và đo công suất tiêu tán được thực hiện như qui định trong 6.3 trên một cầu chảy và như dưới đây.

6.5.1.1 Mẫu thử nghiệm

Để cầu chảy phải là đế do nhà chế tạo ống cầu chảy cần thử nghiệm qui định.

Ống cầu chảy phải có dòng điện cao nhất để sử dụng với đế cầu chảy.

6.5.1.2 Bố trí thiết bị

Thử nghiệm được thực hiện trong phòng kín, về cơ bản không có gió lùa, trừ các luồng không khí sinh ra do nhiệt từ cơ cấu cần thử nghiệm.

Cầu chảy trong không khí phải được lắp đặt ở tư thế bất lợi nhất theo hướng dẫn do nhà chế tạo qui định và được nối với mạch thử nghiệm bằng dây đồng trần như sau: mỗi dây dài khoảng 1 m, lắp đặt trong mặt phẳng song song với bề mặt lắp đặt của cầu chảy, nhưng có thể theo bất kỳ hướng nào trong mặt phẳng này. Kích cỡ của dây dẫn được cho trong Bảng 12.

Bảng 12 – Đầu nối điện vào mạch điện thử nghiệm – Kích cỡ dây dẫn

Thông số dòng điện của ống cầu chảy ^a A	Kích cỡ dây đồng trần ^b mm ²
Đến và bằng 25	Từ 20 đến 30
Từ 25 đến và bằng 63	Từ 40 đến 60
Từ 63 đến và bằng 200	Từ 120 đến 160
Từ 200 đến và bằng 400	Từ 250 đến 350
Từ 400 đến và bằng 630	Từ 500 đến 600
Từ 630 đến và bằng 1 000	Từ 800 đến 1 000
^a Đối với các ống cầu chảy song song, thông số dòng điện được xem là tổng dòng điện do nhà chế tạo ấn định. ^b Diện tích tương đương, nếu tính bằng MCM (nghìn mil vòng) thì có thể lấy bằng hai lần số tính bằng mm ² .	

Ống cầu chảy kín dầu để sử dụng trong thiết bị đóng cắt phải được thử nghiệm trong hộp chứa dầu được thiết kế để mô phỏng điều kiện làm việc. Thể tích của hộp này bằng khoảng 30 lần thể tích của ống cầu chảy cần thử nghiệm. Ống cầu chảy phải được ngâm sao cho dầu phân bố đều quanh ống cầu chảy. Phụ lục C nêu ví dụ về bố trí thử nghiệm ưu tiên dùng cho ống cầu chảy đến 200 A phù hợp với tờ dữ liệu II của Phụ lục D. Dây dẫn thử nghiệm bên ngoài thùng chứa phải được bố trí như đã nêu trên đây, với kích cỡ được cho trong Bảng 12.

Không cần phải có khe hở không khí bình thường.

Thử nghiệm phải được thực hiện với dòng điện danh định của ống cầu chảy và ở tần số trong dải từ 48 Hz đến 62 Hz. Mỗi thử nghiệm được thực hiện trong thời gian đủ để độ tăng nhiệt đạt đến giá trị không đổi (trên thực tế, điều kiện này được xem là đạt đến khi mức tăng của độ tăng nhiệt không vượt quá 1 °C/h).

Độ tăng nhiệt của các bộ phận khác nhau của cầu chảy không được vượt quá các giá trị qui định trong Điều 4.

6.5.2 Phép đo nhiệt độ

6.5.2.1 Nhiệt độ của các bộ phận của cầu chảy

Nhiệt độ của các bộ phận khác nhau có qui định giới hạn nhiệt độ phải được xác định bằng các cơ cấu như nhiệt ngẫu, nhiệt kế hoặc các phần tử tiếp xúc được bố trí và giữ chặt để dẫn nhiệt tốt ở điểm nóng nhất có thể tiếp cận. Độ tăng nhiệt được ghi lại ở các khoảng thời gian đều nhau trong suốt thử nghiệm khi cần tính hằng số thời gian nhiệt.

Nhiệt độ bề mặt của phần tử ngâm trong chất điện môi lỏng phải được đo bằng nhiệt ngẫu gắn với bề mặt của phần tử này. Nhiệt độ của riêng chất điện môi lỏng được đo bên dưới, sát với cơ cấu đo (nghĩa là trong chất lỏng làm mát cơ cấu).

Đối với phép đo bằng nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu, cần chú ý như sau:

- a) Bầu của nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu phải được bảo vệ chống làm mát từ bên ngoài (bông khô, sạch v.v...). Tuy nhiên, phần bảo vệ phải không đáng kể so với phần được làm mát của thiết bị cần thử nghiệm.
- b) Đảm bảo tính dẫn nhiệt tốt giữa nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu và bề mặt của bộ phận cần thử nghiệm.
- c) Khi bầu nhiệt kế được sử dụng ở vị trí có trường từ thay đổi thì ưu tiên sử dụng nhiệt kế dùng cồn thay cho nhiệt kế thủy ngân vì nhiệt kế thủy ngân dễ bị ảnh hưởng hơn trong các điều kiện này.

6.5.2.2 Nhiệt độ không khí xung quanh

Nhiệt độ không khí xung quanh là nhiệt độ trung bình của không khí bao quanh cầu chảy (đối với cầu chảy kín, đó là không khí bên ngoài hộp). Nhiệt độ này phải được đo trong một phần tư cuối của thời gian thử nghiệm bằng ít nhất là ba nhiệt kế, nhiệt ngẫu hoặc cơ cấu phát hiện nhiệt độ khác, đặt phân

TCVN 7999-1 : 2009

bố đều xung quanh cầu chảy, ở độ cao trung bình của các bộ phận mang dòng của cầu chảy, cách cầu chảy khoảng 1 m. Các nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu phải được bảo vệ khỏi luồng không khí và ảnh hưởng nhiệt không đáng có.

Để tránh các sai số của số chỉ do thay đổi nhiệt độ đột ngột, có thể đặt các nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu này vào chai nhỏ có chứa dầu với lượng dầu khoảng nửa lít.

Trong khoảng một phần tư cuối của thời gian thử nghiệm, sự thay đổi nhiệt độ không khí xung quanh không được vượt quá 1 °C trong 1 h. Nếu không thể thực hiện được vì điều kiện nhiệt độ bất lợi trong phòng thử nghiệm thì có thể lấy nhiệt độ từ một cầu chảy giống hệt và trong cùng điều kiện như vậy, nhưng không mang dòng để thay cho nhiệt độ không khí xung quanh. Cầu chảy bổ sung này không phải chịu lượng nhiệt không đáng có.

Nhiệt độ không khí xung quanh trong quá trình thử nghiệm phải từ +10 °C đến +40 °C. Không thực hiện hiệu chỉnh các giá trị độ tăng nhiệt cho nhiệt độ không khí xung quanh trong dải này.

6.5.3 Đo công suất tiêu tán

Cầu chảy được thiết kế để sử dụng trong hộp có thể đòi hỏi giảm thông số đặc trưng (xem 9.3.2 và Phụ lục F). Để thuận tiện cho việc giảm thông số đặc trưng này, phép đo công suất tiêu tán phải được thực hiện như dưới đây.

a) Thực hiện đo công suất tiêu tán trong quá trình thử nghiệm độ tăng nhiệt. Đo hai giá trị, giá trị thứ nhất ở 50 % và giá trị thứ hai ở 100 % dòng điện danh định của ống cầu chảy. Đo điện áp trên các tiếp xúc của ống cầu chảy càng gần càng tốt với điểm tiếp xúc có má tiếp xúc ghép nối trực tiếp. Phải tiến hành đo khi công suất tiêu tán (nhiệt độ) đạt đến giá trị ổn định đối với giá trị dòng điện được xem xét. Công suất tiêu tán được biểu diễn bằng oát.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này chỉ áp dụng cho cầu chảy được thiết kế để sử dụng trong hộp. Với các cầu chảy khác, xem 7.1 và 7.3.

b) Nhà chế tạo thiết bị đóng cắt và người sử dụng muốn lắp cầu chảy vào thiết bị cần tính đến công suất tiêu tán để xác định hệ số giảm thông số đặc trưng cho các loại cầu chảy khác nhau được lắp vào thiết bị. Công suất tiêu tán không phải là tham số duy nhất để xác định hệ số giảm thông số đặc trưng.

6.6 Thử nghiệm cắt

6.6.1 Thông lệ thử nghiệm

Thông lệ thử nghiệm cắt phải như qui định trong 6.3 và như dưới đây.

6.6.1.1 Mô tả thử nghiệm cần thực hiện

Thử nghiệm phải được thực hiện theo hướng dẫn nêu trong Bảng 13 và gồm có ít nhất ba chế độ thử nghiệm, đưa ra điều kiện cắt khắc nghiệt nhất trong toàn bộ dải dòng điện làm việc.

Chế độ thử nghiệm 1: Kiểm tra tác động ở dòng điện cắt lớn nhất danh định I₁

Chế độ thử nghiệm 2: Kiểm tra tác động ở dòng điện kỳ vọng I_2 tại đó giới hạn dòng điện xuất hiện khi mức năng lượng cao được tích trong thành phần điện cảm của mạch điện (xem chú thích dưới đây).

Chế độ thử nghiệm 3: Kiểm tra tác động ở dòng điện I_3 :

- đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ, I_3 là dòng điện cắt nhỏ nhất danh định;
- đối với cầu chảy thông dụng, I_3 là dòng điện gây chảy trong 1 h hoặc lâu hơn;
- đối với cầu chảy toàn dải, I_3 là dòng điện danh định của ống cầu chảy. Điều này nhằm dự phòng khả năng giảm thông số đặc trưng quá mức có thể dẫn đến dòng điện gây chảy nhỏ nhất giảm xuống gần bằng dòng điện danh định của cầu chảy.

Thử nghiệm 1: đối với ống cầu chảy biểu thị (các) dòng điện chuyển giao (xem 6.6.1.3)

Trong trường hợp cầu chảy có lắp các cơ cấu dập hồ quang khác nhau trong cùng một hộp (ví dụ, phần tử hạn chế dòng điện nối tiếp với phần tử giải phóng khí), chế độ thử nghiệm 1, 2 và 3 ở trên phải bổ sung thêm các thử nghiệm để chứng tỏ tác động đúng trong (các) vùng dòng điện I_1 trong đó nhiệm vụ cắt được chuyển từ một cơ cấu cắt này sang cơ cấu cắt khác. Vì cầu chảy được thiết kế rất khác nhau nên không thể áp dụng các yêu cầu thử nghiệm chính xác cho tất cả các thiết kế. Trách nhiệm của nhà chế tạo cầu chảy là khẳng định bằng thử nghiệm cắt I_1 rằng cơ cấu cắt hoạt động đúng để ngắt có hiệu quả dòng điện đúng trong phạm vi dòng điện chuyển giao. Tiêu chí điển hình được sử dụng để đánh giá sự phù hợp với yêu cầu này được đề cập trong Phụ lục G.

Các yêu cầu thử nghiệm cắt bổ sung đối với cầu chảy được thiết kế để sử dụng ở nhiệt độ xung quanh lớn hơn 40 °C được đề cập trong Phụ lục E.

Giá trị I_1 , I_2 , I_3 và I_4 là các giá trị hiệu dụng của thành phần dòng điện xoay chiều.

Khi thực hiện các thử nghiệm theo chế độ thử nghiệm 2, nếu các yêu cầu của chế độ thử nghiệm 1 đã đáp ứng hoàn toàn cho một hoặc nhiều thử nghiệm thì không cần lặp lại các thử nghiệm này như một phần của chế độ thử nghiệm 1.

Trong một số trường hợp ngoại lệ, dòng điện I_2 có thể lớn hơn dòng điện cắt lớn nhất danh định I_1 . Chế độ thử nghiệm 1 và 2 phải được thay bằng sáu thử nghiệm ở dòng điện cắt lớn nhất danh định có góc đóng được phân bố đều cách nhau xấp xỉ 30 độ điện. (Tham số được sử dụng là các tham số của chế độ thử nghiệm 2 (xem Bảng 13) ngoại trừ góc đóng và giá trị dòng điện tức thời tại thời điểm bắt đầu hồ quang.)

Trong chế độ thử nghiệm 1, nếu không thể bắt đầu hồ quang sớm ở góc gần với 65 độ điện sau điện áp zero, thậm chí bằng cách đóng mạch ở góc cho phép sớm nhất thì yêu cầu một thử nghiệm có bắt đầu hồ quang từ 40 đến 65 độ điện sau điện áp zero được thay bằng thử nghiệm bổ sung (tổng cộng là 3 thử nghiệm) với thời điểm bắt đầu hồ quang từ 65 đến 90 độ điện sau điện áp zero.

Không cần thực hiện các thử nghiệm cắt trên ống cầu chảy với tất cả các thông số dòng điện của dây đồng nhất; xem 6.6.4 để có các yêu cầu cần đáp ứng và các thử nghiệm cần thực hiện.

TCVN 7999-1 : 2009

Dây đồng nhất cũng có thể được chấp nhận mà không cần thử nghiệm cắt nhờ nội suy các kết quả thử nghiệm của dây đồng nhất liên quan của ống cầu chảy có điện áp danh định cao hơn và thấp hơn; xem 6.6.5 để có các yêu cầu cần đáp ứng.

CHÚ THÍCH: Để hướng dẫn, giá trị dòng điện I_2 cần phù hợp với yêu cầu này có thể được xác định bằng một trong hai phương pháp dưới đây:

a) Từ công thức dưới đây, nếu một thử nghiệm ở dòng điện bằng 150 lần dòng điện danh định hoặc cao hơn được thực hiện khi bắt đầu sự cố về đối xứng theo chế độ thử nghiệm 1:

$$I_2 = I_1 \sqrt{\frac{i_1}{I_1}}$$

trong đó

I_2 là dòng điện kỳ vọng đối với chế độ thử nghiệm 2;

i_1 là dòng điện tức thời tại thời điểm chảy trong chế độ thử nghiệm 1;

I_1 là dòng điện kỳ vọng trong chế độ thử nghiệm 1.

b) Bằng cách lấy từ ba đến bốn lần dòng điện tương ứng với thời gian trước hồ quang của một nửa chu kỳ trên đặc tính thời gian-dòng điện (xem 6.7 và 4.11). Nếu đường cong đặc tính thời gian-dòng điện tồn tại trong thời gian ảo nhỏ hơn một nửa chu kỳ thì ưu tiên sử dụng dòng điện tương ứng trên đặc tính thời gian-dòng điện này đến thời gian bằng 0,08 nửa chu kỳ bình thường.

Bảng 13 – Thử nghiệm cắt – Các tham số

Tham số	Chế độ thử nghiệm		
	1 ^a	2	3
Điện áp phục hồi tần số công nghiệp	(0,87 x điện áp danh định) $^{+5}_0$ %		Điện áp danh định $^{+5}_0$ %
Đặc tính TRV kỳ vọng	Xem 6.6.1.2		Không qui định
Hệ số công suất	Từ 0,07 đến 0,15 ^b		0,4 đến 0,6
Dòng điện kỳ vọng (giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều)	I_1 $^{+5}_0$ %	I_2	I_3 $^{0}_{-10}$ % ^c
Dòng điện tức thời tại thời điểm bắt đầu hồ quang	Không áp dụng	Từ 0,85 I_2 đến 1,06 I_2	Không áp dụng
Góc đóng	Không trước điện áp zero	Từ 0° đến 20° sau điện áp zero	Tính thời gian ngẫu nhiên
Bắt đầu hồ quang sau điện áp zero	Cho một thử nghiệm: Từ 40° đến 65° Cho hai thử nghiệm: Từ 65° đến 90°	Không áp dụng	Không áp dụng
Điện áp duy trì sau khi cắt	Không nhỏ hơn 15 s	Không nhỏ hơn 60 s hoặc 5 min ^d	
Số lượng thử nghiệm	3	3	2

^a Vì điều kiện tác động có thể sinh ra các ứng suất rất khác nhau trên cầu chảy và về nguyên tắc, thử nghiệm cắt là để tạo ra các điều kiện khắc nghiệt nhất chủ yếu liên quan đến năng lượng hồ quang và các ứng suất nhiệt và cơ đối với giá trị này của dòng điện nên thừa nhận rằng các điều kiện này trên thực tế đạt được ít nhất một lần, khi thực hiện ba thử nghiệm được chỉ ra.

^b Nếu nhà chế tạo đồng ý, không áp dụng giới hạn dưới.

^c Nếu chỗ thử nghiệm không có khả năng duy trì dòng điện không đổi thì dung sai dòng điện có thể bị vượt qua cả hai hướng trong thời gian không quá 20 % tổng thời gian chảy, với điều kiện là dòng điện tại thời điểm bắt đầu hồ quang nằm trong dung sai qui định cho chế độ thử nghiệm 3.

^d Đối với ống cầu chảy có thành phần hữu cơ, điện áp được duy trì sau khi cắt không được nhỏ hơn 5 min đối với các trường hợp cụ thể sau:

Chế độ thử nghiệm 2: đối với loại hỗ trợ bảo vệ, thông dụng và toàn dải

Chế độ thử nghiệm 3: đối với loại thông dụng và toàn dải

Khoảng thời gian điện áp duy trì dài hơn này chỉ áp dụng cho thông số dòng điện lớn nhất của dây đồng nhất, mà không áp dụng trong trường hợp cầu chảy chỉ được thiết kế để sử dụng trong tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy có liên kết đập-nhả.

6.6.1.2 Đặc tính của mạch điện thử nghiệm

6.6.1.2.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm cắt được thực hiện với dòng điện xoay chiều một pha và cầu chảy đơn lẻ.

Trong trường hợp chỗ thử nghiệm gặp khó khăn trong việc duy trì đầy đủ giá trị của điện áp phục hồi trong thời gian qui định, mạch điện thử nghiệm có thể được đóng sang nguồn phụ. Chỉ được chuyển sang nguồn phụ sau tối thiểu là 10 s tính từ lúc ngắt dòng điện. Bất kỳ việc ngắt mạch điện cần thiết nào để thực hiện chuyển đổi không được vượt quá 0,2 s. Nguồn phụ phải có khả năng cung cấp dòng

TCVN 7999-1 : 2009

điện tối thiểu là 1 A trong khi vẫn duy trì điện áp phục hồi qui định trong thời gian còn lại của quãng thời gian qui định. Bất kỳ hiện tượng phóng điện nào của cầu chảy trong thời gian duy trì điện áp này (tức là tăng dòng điện rò qua cầu chảy đến 1 A hoặc lớn hơn) phải được xem là cầu chảy cắt không đạt. Có thể theo dõi dòng điện bằng bất kỳ phương pháp thuận tiện nào. Một phương pháp được chấp nhận là ngắt nhanh một aptômát được sử dụng để bảo vệ nguồn phụ.

Các phần tử của mạch điện được sử dụng để điều khiển dòng điện và hệ số công suất phải được nối tiếp với nhau và với cầu chảy, như chỉ ra trên Hình 3 và Hình 4. Cuộn kháng gây ảnh hưởng đến bảo hoà thì không được sử dụng.

Tần số mạch điện thử nghiệm phải từ 48 Hz đến 62 Hz.

Không được có méo điện áp phục hồi tần số công nghiệp ở mức chỉ cần nhìn vào biểu đồ dao động là thấy rõ. Trong trường hợp không thể tránh được thì méo không được làm cho điện áp mạch hở tăng lên quá 107 % điện áp ứng với điện áp phục hồi yêu cầu ở chế độ thử nghiệm 1 và 2, như qui định trong 6.6.1.1.

Phải có hệ thống đo đáp tuyến tần số thích hợp để đo điện áp đóng cắt trong chế độ thử nghiệm 1, 2 và 1₁. Với chế độ thử nghiệm 3, hệ thống đo này có thể được thay bằng khe hở cầu hoặc thiết bị có đáp tuyến tương đương.

Thiết bị bảo vệ điện áp đóng cắt sử dụng trong mạch điện thử nghiệm phải sao cho không xuất hiện phóng điện tia lửa trong quá trình tác động cắt bình thường của cầu chảy vì nhánh song song qua thiết bị bảo vệ này có thể làm giảm công suất trên cầu chảy.

Sóng điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng của mạch điện thử nghiệm phải tuân thủ hai yêu cầu dưới đây:

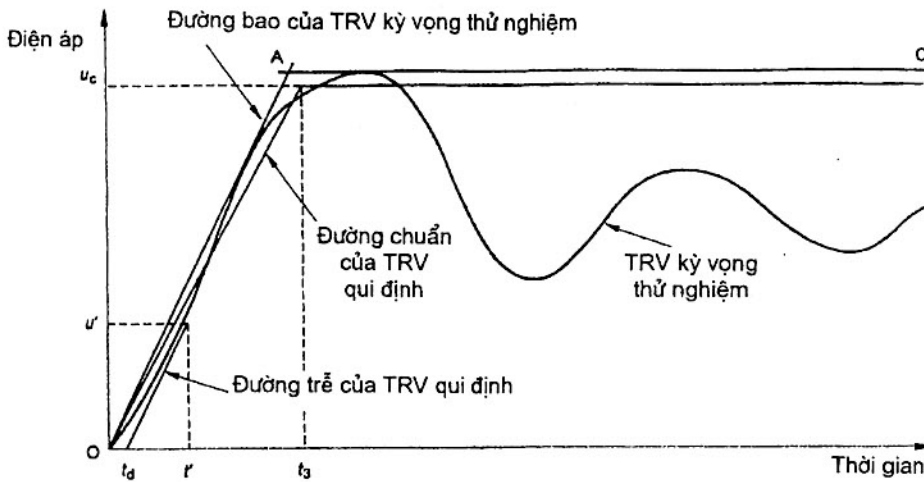
Yêu cầu a): đường bao của nó không khi nào được thấp hơn đường chuẩn qui định.

CHÚ THÍCH: Cần tham khảo ý kiến nhà chế tạo về mức độ mà đường bao có thể vượt quá đường chuẩn qui định (xem đoạn 4 của 6.1).

Yêu cầu b): Phần ban đầu của nó không được cắt đường trễ qui định (nếu có).

Các yêu cầu này được minh họa trên Hình 9.

Các giá trị tiêu chuẩn của đường chuẩn và đường trễ qui định cho các chế độ thử nghiệm khác nhau như dưới đây.



Hình 9 – Ví dụ về đường chuẩn hai tham số dùng cho TRV phù hợp với các điều kiện thử nghiệm điển hình

6.6.1.2.2 TRV trong chế độ thử nghiệm 1

Về nguyên tắc, thử nghiệm được thực hiện với các giá trị tiêu chuẩn hoá của TRV qui định trong 4.10. Tuy nhiên, như chỉ ra trong Phụ lục B, cầu chảy giới hạn dòng điện không nhạy với đặc tính TRV, trừ khi đạt đến điện áp hồ quang cao nhất ngay sau khi bắt đầu hồ quang. Do đó, để thuận tiện, có thể tiến hành thử nghiệm như dưới đây.

Thử nghiệm đầu tiên được thực hiện với TRV kỳ vọng thuận tiện và có thời điểm bắt đầu hồ quang từ 65 đến 90 độ điện sau điện áp zero. Nếu trong quá trình thử nghiệm không đạt được điện áp hồ quang đỉnh cao nhất trong thời gian bằng $2 t_3$ sau khi bắt đầu hồ quang thì thử nghiệm là có hiệu lực và chế độ thử nghiệm 1 được hoàn thành trong cùng một mạch điện. Nếu không, phải thay mạch điện để cung cấp TRV có đường bao không thấp hơn đường chuẩn ở bất kỳ thời điểm nào, được qui định trong 4.10 và phần ban đầu không cắt qua đường trễ qui định. Tất cả các thử nghiệm của chế độ thử nghiệm 1 phải được thực hiện trong mạch điện mới này.

6.6.1.2.3 TRV trong chế độ thử nghiệm 2

Thực hiện các thử nghiệm với giá trị TRV kỳ vọng qui định trong Bảng 14 và Bảng 15 (xem Phụ lục B).

Sóng TRV kỳ vọng của mạch điện thử nghiệm phải phù hợp với các yêu cầu sau:

- đỉnh cao nhất của nó không được nhỏ hơn tham số u_c qui định;
- đoạn đi lên của đường bao phải nằm giữa hai đường được qui định theo dung sai t_3 .

CHÚ THÍCH 1: Không qui định đường trễ vì phần ban đầu của sóng TRV không quan trọng đối với tác động của cầu chảy (xem Phụ lục B).

CHÚ THÍCH 2: Riêng đối với cầu chày có dòng điện thử nghiệm I_2 nhỏ, có thể khó đạt được các giá trị ở thời gian phối hợp qui định. Trong các trường hợp đó, và có thoả thuận với nhà chế tạo, giá trị lớn hơn của t_3 được chấp nhận và cần chỉ ra trong báo cáo thử nghiệm.

Bảng 14 – TRV trong chế độ thử nghiệm 2 – Hệ I

Điện áp danh định	Tham số cơ bản		Tốc độ tăng
	Điện áp đỉnh	Thời gian phối hợp	
U_r	u_c^a	t_3	u_c/t_3
kV	kV	μs	kV/ μs
3,6	6,6	120 – 160	0,055 – 0,041
7,2	13,2	156 – 208	0,084 – 0,063
12	22	180 – 240	0,122 – 0,091
17,5	32	216 – 288	0,148 – 0,111
24	44	264 – 352	0,167 – 0,125
36	66	324 – 432	0,203 – 0,152
40,5	74	345 – 460	0,214 – 0,160
52	96	396 – 528	0,242 – 0,181
72,5	133	504 – 672	0,265 – 0,199

^a $u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U_r$

Bảng 15 – TRV trong chế độ thử nghiệm 2 – Hệ II

Điện áp danh định	Tham số cơ bản		Tốc độ tăng
	Điện áp đỉnh	Thời gian phối hợp	
U_r	u_c^a	t_3	u_c/t_3
kV	kV	μs	kV/ μs
2,75	5	111 – 148	0,045 – 0,033
5,5	10	138 – 184	0,072 – 0,054
8,25	15,4	162 – 216	0,095 – 0,071
15	27,5	198 – 264	0,138 – 0,104
15,5	28,4	201 – 268	0,141 – 0,106
25,8	47	273 – 364	0,172 – 0,129
38	69,5	333 – 444	0,208 – 0,156
48,3	89	381 – 508	0,233 – 0,175
72,5	133	504 – 672	0,265 – 0,199

^a $u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U_r$

6.6.1.2.4 TRV trong chế độ thử nghiệm 3

Không qui định đặc tính TRV; điện kháng của mạch điện (có thể là điện kháng của máy biến áp hoặc điện kháng của máy biến áp và (các) cuộn cảm) phải được mắc song song với điện trở R_p có giá trị xấp xỉ 40 lần giá trị của điện kháng. Tuy nhiên, nếu giá trị này không tạo ra tối thiểu là tắt dần tới hạn thì điện trở phải nhỏ hơn để đạt được tắt dần tới hạn (xem Phụ lục B).

Điểm tắt dần tới hạn đạt đến khi:

$$R = \frac{1}{2} \frac{f_0}{f_N} X$$

trong đó

f_0 là tần số vốn có của mạch điện mà không có thêm tắt dần;

f_N là tần số công nghiệp;

X là điện kháng của mạch điện ở tần số công nghiệp.

6.6.1.3 Thử nghiệm I_1 (đối với ống cầu chảy biểu thị dòng điện chuyển giao)

Nhìn chung, ít nhất phải thực hiện hai thử nghiệm ở từng giá trị trong hai giá trị dưới đây:

$$I_{11} = 1,2 I_1 (\pm 0,05 I_1)$$

và

$$I_{12} = 0,8 I_1 (\pm 0,05 I_1)$$

trong đó I_1 là giá trị dòng điện chuyển giao do nhà chế tạo cung cấp.

Nếu biết rằng các giá trị này không đại diện cho điều kiện nặng nề nhất đối với thiết kế cầu chảy cho trước thì nhà chế tạo có thể chỉ định các giá trị khác của I_{11} và I_{12} .

Tham số cần sử dụng khi thực hiện thử nghiệm, phụ thuộc vào giá trị dòng điện đi qua I_1 , như sau:

I_1 trong dải (giới hạn dòng điện) ngắn mạch: tất cả các điều kiện thử nghiệm như nêu trong Bảng 13 thích hợp dùng cho dòng điện thử nghiệm;

I_1 trong dải quá dòng thấp, tức là thấp hơn 12 lần dòng điện danh định: hệ số công suất và điện áp phục hồi tần số công nghiệp như qui định cho chế độ thử nghiệm 3;

I_1 trong dải dòng điện trung gian:

– điện áp phục hồi tần số công nghiệp: điện áp danh định $^{+5}_0$ %;

– hệ số công suất:

0,3 đến 0,4 chậm sau nếu dòng điện chuyển giao I_1 từ 12 đến 25 lần dòng điện danh định I_1 ;

0,2 đến 0,3 chậm sau nếu dòng điện chuyển giao I_1 từ 25 lần dòng điện danh định I_1 đến I_2 ;

TRV: Do nhà chế tạo ống cầu chảy qui định để thể hiện giá trị điển hình có trong mạch điện mà ống cầu chảy được thiết kế để sử dụng, dựa trên các dòng điện thử nghiệm cần thiết. Hướng dẫn để có giá trị TRV thích hợp có thể có được từ các tiêu chuẩn về thử nghiệm dùng cho các thiết bị đóng cắt khác được thiết kế để sử dụng trong các trường hợp tương tự.

Thử nghiệm cần được thực hiện trong vùng dòng điện mà tại đó chế độ cắt được chuyển từ cơ cấu cắt này sang cơ cấu cắt khác diễn ra đột ngột hoặc từ từ. Giá trị dòng điện thử nghiệm do nhà chế tạo cung cấp. Tiêu chí điển hình được sử dụng để đánh giá sự phù hợp với yêu cầu này được đề cập ở Phụ lục G.

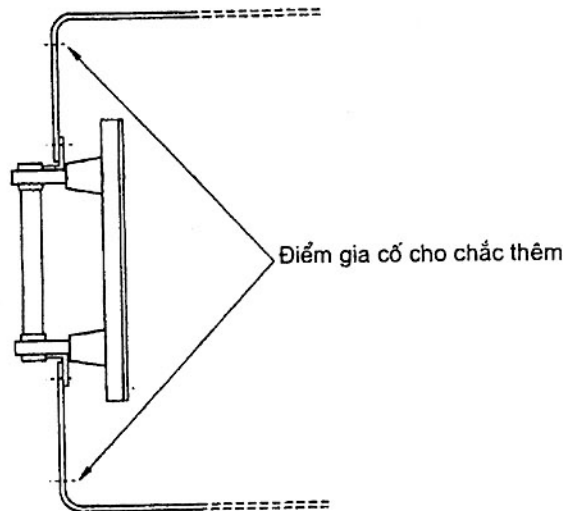
6.6.1.4 Mẫu thử nghiệm

Ống cầu chảy phải được thử nghiệm trên đế cầu chảy do nhà chế tạo ống cầu chảy qui định.

6.6.1.5 Bố trí thiết bị

6.6.1.5.1 Cấu chảy được thiết kế để sử dụng trong không khí

Đối với chế độ thử nghiệm 1 và 2, dây dẫn phải được bố trí như Hình 2 để tái tạo lực điện từ có thể xuất hiện trong khi làm việc. Để ngăn ngừa dịch chuyển của dây dẫn gây ra các ứng suất về cơ quá mức trên đế cầu chảy, dây dẫn phải được giữ chắc chắn ở khoảng cách bằng chiều cao của cái cách điện nếu chiều cao này lớn hơn 0,50 m (20 in) hoặc ở 0,50 m (20 in) nếu chiều cao của cái cách điện nhỏ hơn 0,50 m (20 in). Chỗ uốn phải ngay sau các điểm gia cố. Không qui định cách bố trí cho chế độ thử nghiệm 3. Cầu chảy phải được thử nghiệm ở tư thế thẳng đứng trừ khi biết rằng bố trí nằm ngang là khắc nghiệt hơn, trong trường hợp này cầu chảy được thử nghiệm theo tư thế nằm ngang.



Hình 2 – Thử nghiệm cắt – Bố trí thiết bị

6.6.1.5.2 Cầu chảy được thiết kế để sử dụng trong hộp chứa dầu

Chế độ thử nghiệm 1, 2, 3 và I₁ có thể được thực hiện trong không khí hoặc trong hộp chứa dầu. Vì thử nghiệm trong không khí được coi là nặng nề hơn nên chỉ thực hiện khi có thoả thuận với nhà chế tạo cầu chảy và trong trường hợp thử nghiệm không đạt thì có thể lặp lại chế độ thử nghiệm liên quan với cầu chảy ở trong hộp chứa dầu, sử dụng bố trí dây dẫn thử nghiệm thích hợp cho hộp đó. Hộp chứa dầu có thể là hộp được sử dụng trong thử nghiệm độ tăng nhiệt, được tăng cường thích hợp, nếu cần, xê dịch ống cầu chảy để cân bằng khe hở điện môi với thùng chứa và sử dụng các tiếp xúc thích hợp của cầu chảy.

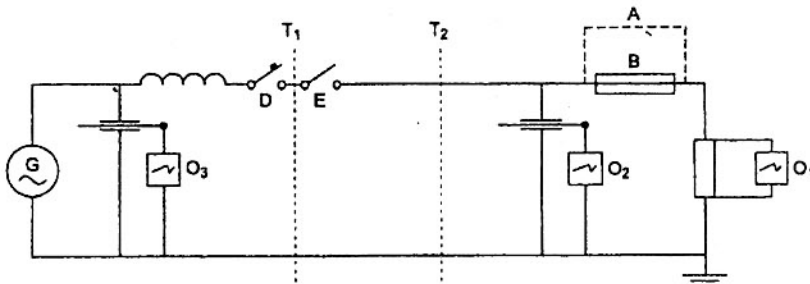
6.6.2 Qui trình thử nghiệm

6.6.2.1 Hiệu chuẩn mạch điện thử nghiệm

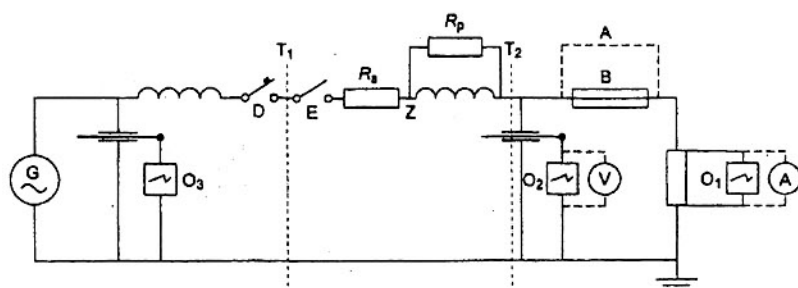
Cầu chảy hoặc ống cầu chảy cần thử nghiệm phải được thay bằng một dây có trở kháng không đáng kể như chỉ ra trên Hình 3 và Hình 4.

Mạch điện phải được điều chỉnh để có dòng điện kỳ vọng qui định. Việc này được kiểm tra bằng máy ghi dao động hoặc cách ghi tương tự.

CHÚ THÍCH: Đối với các thử nghiệm trực tiếp của chế độ thử nghiệm 3, có thể không cần hiệu chuẩn mạch điện thử nghiệm nhưng khi thực hiện, có thể đo dòng điện bằng ampe mét thay cho máy ghi dao động.



Hình 3 – Thử nghiệm cắt – Sơ đồ mạch điện điển hình dùng cho chế độ thử nghiệm 1 và 2



Chú giải

- | | |
|--|---|
| A Dây nối tháo ra được dùng cho thử nghiệm hiệu chuẩn. | O ₃ Cơ cấu đo điện áp chuẩn |
| B Cầu chảy cần thử nghiệm | T ₁ – T ₂ Vị trí có thể đặt máy biến áp |
| D Áptomát bảo vệ nguồn | Z Trở kháng điều chỉnh được |
| E Công tắc đóng | R _p Biến trở song song |
| O ₁ Cơ cấu đo dòng điện | R _s Biến trở nối tiếp |
| O ₂ Cơ cấu đo điện áp phục hồi | |

Hình 4 – Thử nghiệm cắt – Sơ đồ mạch điện điển hình dùng cho chế độ thử nghiệm 3

6.6.2.2 Phương pháp thử nghiệm

Dây nối A được tháo ra và thay bằng cầu chảy hoặc ống cầu chảy B cần thử nghiệm.

Công tắc đóng E được đóng ở thời điểm sao cho cung cấp các điều kiện qui định trong Bảng 13.

Đối với chế độ thử nghiệm 1, 2, 3 và I, phải đo điện áp đóng cắt. Đối với chế độ thử nghiệm 1 và 2, phải xác định dòng điện ngưỡng.

Ở chế độ thử nghiệm 3, phải đo dòng điện bằng ampe mét để thay cho hoặc bổ sung cho máy ghi dao động hoặc hệ thống đo tương tự.

Sau khi cầu chảy tác động, điện áp phục hồi phải được duy trì qua cầu chảy trong thời gian qui định ở Bảng 13. Phải ghi lại vài chu kỳ đầu bằng máy ghi dao động hoặc hệ thống tương tự và các chu kỳ còn lại có thể quan sát trên vôn-mét.

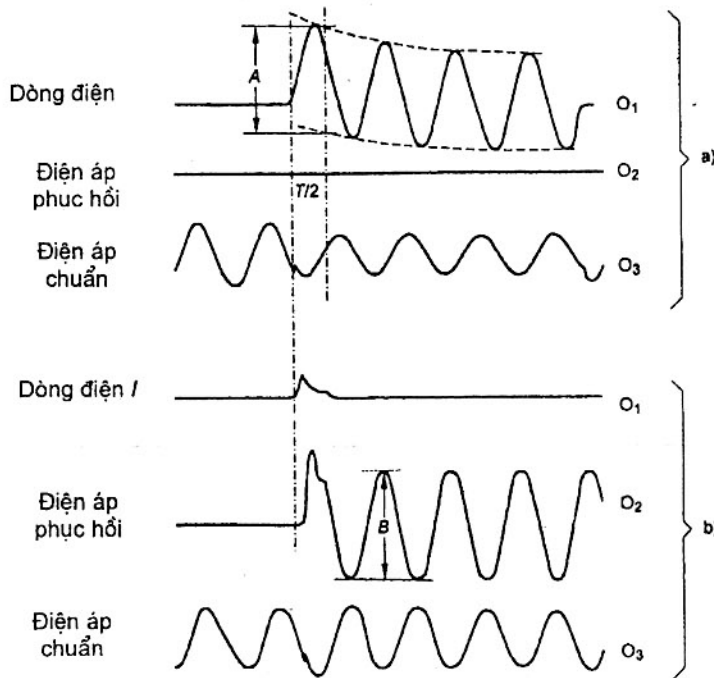
Trong thời gian này, tần số công nghiệp có thể giảm xuống thấp hơn giá trị nhỏ nhất qui định.

6.6.2.3 Giải thích biểu đồ dao động

Đối với chế độ thử nghiệm 1 và 2, dòng điện cắt kỳ vọng phải là giá trị hiệu dụng của thành phần dòng điện xoay chiều, đo ở một nửa chu kỳ sau khi bắt đầu ngắt mạch trong thử nghiệm hiệu chuẩn (xem Hình 5 và Hình 6).

Đối với chế độ thử nghiệm 3 và thử nghiệm I, dòng điện cắt phải là dòng điện đối xứng hiệu dụng đo được tại thời điểm bắt đầu hồ quang trong thử nghiệm cắt (xem Hình 7).

Giá trị của điện áp phục hồi tần số công nghiệp được đo giữa đỉnh của nửa sóng không bị ảnh hưởng thứ hai và đường thẳng vẽ giữa các đỉnh của nửa sóng trước và sau (xem Hình 5, 6 và 7).



a) Thử nghiệm hiệu chuẩn

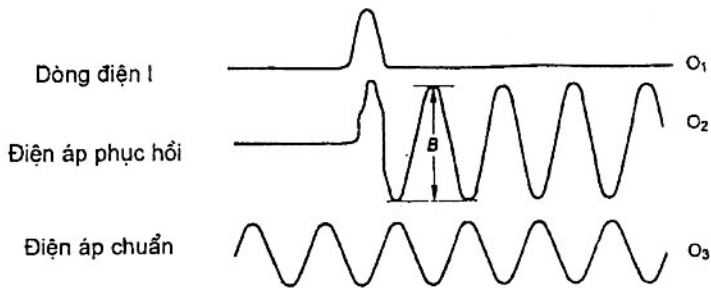
b) Thử nghiệm cắt

Giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều của dòng điện cắt kỳ vọng $I = \frac{A}{2\sqrt{2}}$

Điện áp phục hồi $V = \frac{B}{2\sqrt{2}}$

CHÚ THÍCH: Hình 5, 6 và 7 để minh họa; dòng điện không vẽ theo cùng một thang đo.

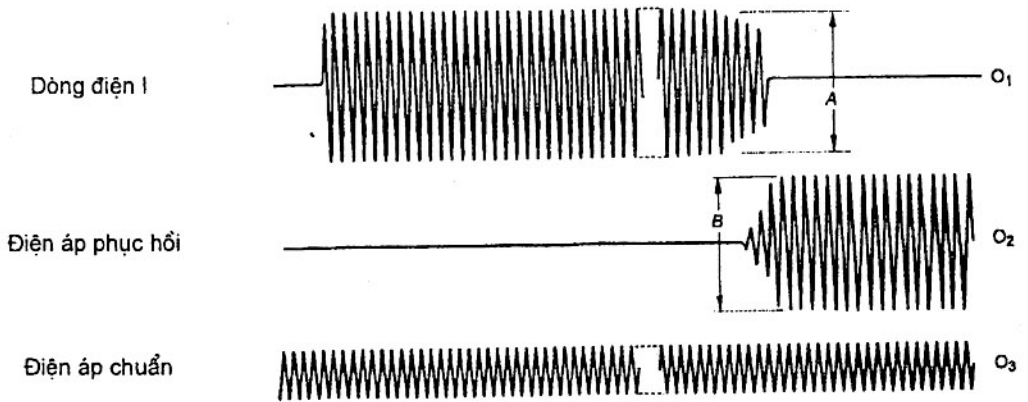
Hình 5 – Thử nghiệm cắt – Giải thích biểu đồ dao động đối với chế độ thử nghiệm 1



Chú giải

- O₁ Đo dòng điện
- O₂ Đo điện áp phục hồi
- O₃ Đo điện áp chuẩn

Hình 6 – Thử nghiệm cắt – Giải thích biểu đồ dao động đối với chế độ thử nghiệm 2 (vết hiệu chuẩn như trong a) của Hình 5)



Chú giải

- O₁ Đo dòng điện
- O₂ Đo điện áp phục hồi
- O₃ Đo điện áp chuẩn

Hình 7 – Thử nghiệm cắt – Giải thích biểu đồ dao động đối với chế độ thử nghiệm 3

6.6.2.4 Tham số cần sử dụng trong các thử nghiệm

Tham số được sử dụng khi thực hiện các thử nghiệm được cho trong Bảng 13.

Nếu thử nghiệm được thực hiện trong các điều kiện khắc nghiệt hơn qui định và nếu thử nghiệm này đạt thì thử nghiệm là có hiệu lực.

6.6.3 Phương pháp thử nghiệm thay thế dùng cho chế độ thử nghiệm 3

Chế độ thử nghiệm 3 có thể được tiến hành bằng cách sử dụng một nguồn cao áp duy nhất trong suốt thử nghiệm (như trong chế độ thử nghiệm 1 hoặc như trong chế độ thử nghiệm 2).

Tuy nhiên, trong trường hợp thời gian dài và/hoặc khả năng hạn chế của trạm thử nghiệm, có thể thực hiện các thử nghiệm của chế độ thử nghiệm 3 thành thử nghiệm gồm hai phần. Trong phần đầu của thời gian thử nghiệm, dòng điện được cấp từ nguồn hạ áp. Trong phần thứ hai, kể cả khi dòng điện bị gián đoạn do cầu chảy, dòng điện được cung cấp từ nguồn cao áp.

Cũng cho phép thực hiện hai phần của thử nghiệm sử dụng một nguồn cao áp duy nhất trong đó hệ số công suất đối với phần thời gian trước hồ quang có giá trị thấp hơn. Trong trường hợp này, việc chuyển đổi sang hệ số công suất đúng phải xảy ra trước khi bắt đầu hồ quang.

6.6.3.1 Yêu cầu về mạch điện

Yêu cầu về mạch điện như sau:

- a) Nguồn điện hạ áp có thể tạo ra dòng điện mong muốn chạy qua cầu chảy cần thử nghiệm và phương tiện giữ cho dòng điện không đổi trong quá trình thử nghiệm.
- b) Nguồn cao áp như mô tả trong 6.6.1.2.

Giá trị dòng điện cao áp là dòng điện I_3 như xác định ở 6.6.1.1.

- c) Trang bị chuyển mạch bằng tay hoặc tự động từ nguồn hạ áp sang nguồn cao áp vào thời điểm mong muốn trong quá trình thử nghiệm.

Khoảng thời gian trong đó dòng điện bị gián đoạn không được vượt quá 0,2 s. Dòng điện không được bị mất đối xứng đáng kể ở thời điểm chuyển đổi sang nguồn cao áp.

Nhìn chung, quá trình chuyển đổi cần diễn ra trong khi ít nhất một phần tử chảy vẫn mang dòng. Đối với cầu chảy có nhiều phần tử chảy, việc này cần diễn ra khi các phần tử đang chảy lần lượt được thể hiện bằng độ tăng điện áp theo nấc trên cầu chảy.

- d) Khi được nhà chế tạo đồng ý, cho phép trì hoãn việc chuyển đổi cho đến khi tất cả các phần tử chảy đã chảy hoàn toàn (nhưng không phải cơ cấu đập, nếu lắp). Tất cả các tham số khác được nêu trong c) vẫn được áp dụng.

Qui trình này có ý nghĩa trong trường hợp khó phát hiện ra thời điểm bắt đầu chảy của phần tử chảy, hoặc khi giá trị của dòng điện trước hồ quang lớn hơn nhiều so với giá trị được chọn của dòng điện ở chế độ thử nghiệm 3 (xem 6.6.3.2).

TCVN 7999-1 : 2009

Tuy nhiên, vì phương pháp này được xem là nặng nề hơn đối với cầu chảy so với phương pháp c) nên trong trường hợp không đạt thì cho phép lặp lại các thử nghiệm của chế độ thử nghiệm 3 sử dụng phương pháp c) vì phương pháp này sát hơn với các điều kiện làm việc thực tế.

6.6.3.2 Giá trị của dòng điện thử nghiệm trước hồ quang đối với chế độ thử nghiệm 3

Các giá trị như dưới đây.

a) Đối với các thử nghiệm trên cầu chảy hỗ trợ bảo vệ, trong trường hợp thời gian trước hồ quang nhỏ hơn 1 h thì nguồn hạ áp cần được đặt ở giá trị I_3 và duy trì ở giá trị này trong suốt thử nghiệm.

b) Đối với cầu chảy thông dụng, trong trường hợp yêu cầu thời gian chảy là 1 h thì dòng điện của nguồn hạ áp được đặt ở I_3 nhưng có thể được tăng lớn hơn I_3 đến 15 % sau 1 h để gây chảy.

c) Đối với các cầu chảy toàn dải, trong trường hợp yêu cầu giá trị I_3 bằng dòng điện danh định của cầu chảy thì nguồn hạ áp có thể được đặt ở giá trị cao hơn I_3 trong suốt phần thử nghiệm với nguồn hạ áp để tránh thời gian thử nghiệm dài không cần thiết, miễn là thời gian trước hồ quang không nhỏ hơn 1 h. Tuy nhiên, dòng điện hạ áp không được vượt quá 40 % I_3 trong thời gian trước hồ quang này.

Sau khi hết 1 h, dòng điện hạ áp có thể được tăng thêm đến 15 % nữa để gây chảy.

Nếu giá trị cao hơn này vẫn tạo ra thời gian thử nghiệm dài không thuận lợi thì cho phép lắp ống cầu chảy trong hộp có làm mát hạn chế – với điều kiện đạt được thời gian chảy ít nhất là 1 h.

Trong trường hợp sử dụng hộp này là không đủ để gây chảy trong thời gian hợp lý thì có thể sử dụng phương pháp thử nghiệm cho trong Phụ lục E.

6.6.4 Thử nghiệm cắt đối với ống cầu chảy của dây đồng nhất

6.6.4.1 Đặc tính ống cầu chảy của dây đồng nhất

Ống cầu chảy được xem là tạo thành dây đồng nhất khi đặc tính của chúng phù hợp với các yêu cầu dưới đây.

a) Điện áp danh định, dòng điện cắt lớn nhất và tần số phải như nhau.

b) Tất cả các vật liệu phải như nhau, kể cả vật liệu để điện đẩy và sự phân bố hạt của nó.

c) Tất cả các kích thước của ống cầu chảy phải như nhau trừ mặt cắt, và số lượng (các) phần tử chảy như mô tả chi tiết dưới đây, từ điểm d) đến điểm h).

d) Ở ống cầu chảy bất kỳ, tất cả các phần tử chảy chính phải giống hệt nhau.

e) Qui luật chủ đạo về sự biến đổi mặt cắt của các phần tử chảy riêng rẽ dọc theo chiều dài của chúng phải như nhau.

f) Mọi sự biến thiên về độ dày, chiều rộng và số lượng phải là hàm đơn điệu¹ so với dòng điện danh định. Do đó, việc bù lại lượng tăng mặt cắt bằng cách giảm số lượng phần tử chảy và ngược lại là không được phép.

g) Sự biến thiên về khoảng cách, nếu có, giữa các phần tử chảy riêng rẽ và sự biến thiên khoảng cách, nếu có, giữa (các) phần tử chảy và thân cầu chảy phải đơn điệu¹ so với dòng điện danh định.

h) Phần tử chảy đặc biệt được sử dụng cho bộ chỉ thị hoặc cơ cấu đập không phải tuân theo điểm e) và điểm f) ở trên, nhưng phần tử này phải như nhau đối với tất cả các ống cầu chảy.

6.6.4.2 Yêu cầu thử nghiệm

Trong dây ống cầu chảy đồng nhất, chỉ cần thực hiện các thử nghiệm cắt theo Bảng 16.

Bảng 16 – Yêu cầu thử nghiệm cắt đối với ống cầu chảy của dây đồng nhất

Chế độ thử nghiệm	Ống cầu chảy cần thử nghiệm (dấu X thể hiện các thử nghiệm cần thực hiện)		
	A	B	C
1	X		X
2 ^a	X ^c		X
3 ^b	X ^d	X ^d	X

^a Dòng điện thử nghiệm I_2 đối với ống cầu chảy A và C cần được chọn theo thông số dòng điện của ống cầu chảy A và C tương ứng.

^b Ống cầu chảy có thông số dòng điện thấp nhất cần có ít nhất hai phần tử chảy chính riêng rẽ, không kể các phần tử chảy, nếu có, sử dụng để khởi động cơ cấu đập.

^c Chỉ yêu cầu thử nghiệm này khi mặt cắt của các phần tử chảy riêng rẽ nhỏ hơn đối với ống cầu chảy C.

^d Chỉ yêu cầu thử nghiệm này khi tỉ số I_3/s của ống cầu chảy A và B nhỏ hơn của ống cầu chảy C. Trong trường hợp này, ống cầu chảy có tỉ số I_3/s thấp nhất được chọn cho chế độ thử nghiệm 3.

Ký hiệu được sử dụng trong Bảng 16 có ý nghĩa dưới đây:

- A: ống cầu chảy có dòng điện thấp nhất;
- B: ống cầu chảy bất kỳ có dòng điện giữa A và C;
- C: ống cầu chảy có dòng điện cao nhất;
- s: mặt cắt của từng phần tử chảy riêng rẽ.

6.6.4.3 Giải thích các thử nghiệm cắt

Nếu kết quả của các thử nghiệm được thực hiện theo Bảng 16 đáp ứng các yêu cầu của 5.1.3 thì dòng điện bất kỳ của ống cầu chảy thuộc dây đồng nhất phải được xem là phù hợp với yêu cầu cắt của yêu cầu kỹ thuật này.

¹ Hàm đơn điệu: hàm thay đổi liên tục theo cùng một hướng đối với hướng cho trước của biến.

TCVN 7999-1 : 2009

Nếu ống cầu chảy không đáp ứng thỏa đáng theo 5.1.3 cho một hoặc nhiều loạt thử nghiệm thì ống cầu chảy phải bị loại bỏ khỏi dãy đồng nhất nhưng việc hỏng hóc này không nhất thiết dẫn đến loại bỏ ở bất kỳ dòng điện nào khác.

Nhà chế tạo phải lập sẵn các giá trị dòng điện cắt nhỏ nhất đối với các ống cầu chảy của tất cả các thông số dòng điện có hiệu lực trong dãy đồng nhất. Các giá trị này phải dựa trên các thử nghiệm cắt của chế độ thử nghiệm 3 trên ống cầu chảy C của dãy. Giá trị dòng điện cắt nhỏ nhất đối với các thông số dòng điện khác trong cùng dãy đồng nhất có thể được xác định bằng cách tính toán. Mật độ dòng điện trên mỗi phần tử chảy chính (tỉ số I_p/s) phải bằng hoặc lớn hơn mật độ dùng cho ống cầu chảy C.

6.6.5 Chấp nhận dãy đồng nhất của ống cầu chảy bằng phương pháp nội suy

Nếu hai dãy đồng nhất X và Z có thông số điện áp khác nhau U_x và U_z đã đạt thử nghiệm thì về nguyên tắc, không cần thử nghiệm dãy đồng nhất thứ ba Y có thông số điện áp trung gian U_y , với điều kiện áp dụng các điều kiện dưới đây.

- a) Điện áp danh định U_z không lớn hơn $2 U_x$.
- b) Thông số dòng điện của dãy Y không nằm ngoài dải thông số dòng điện chung cho dãy X và Z đã được thử nghiệm.
- c) Dòng điện cắt lớn nhất danh định ở điện áp danh định U_x và U_z là như nhau hoặc nếu khác nhau thì chỉ giá trị thấp hơn được xem là có thể áp dụng cho U_y .
- d) Dòng điện cắt nhỏ nhất danh định của các ống cầu chảy có cùng dòng điện ở điện áp danh định U_x và U_z là như nhau hoặc nếu khác nhau thì chỉ giá trị cao hơn được xem là có thể áp dụng cho U_y .
- e) Các tần số danh định là như nhau.
- f) Tất cả các vật liệu là như nhau.
- g) Tất cả các kích thước, trừ chiều dài ống cầu chảy, và các phần tử chảy là như nhau.
- h) Đối với từng thông số dòng điện, số lượng phần tử chảy riêng rẽ và mật cắt của chúng là như nhau; qui luật chủ đạo về sự biến đổi mật cắt thể hiện bằng số lượng thay đổi trên một đơn vị chiều dài phải được giữ nguyên khi nội suy chiều dài của phần tử chảy điện áp trung gian.
- i) Chiều dài của phần tử chảy được nội suy tuyến tính theo điện áp đã được thử nghiệm.

6.6.6 Chấp nhận dãy đồng nhất của các ống cầu chảy có chiều dài khác nhau

Để cung cấp các kích thước dùng để cố định cho các kiểu cầu chảy cài vào, rút ra hoặc cầu chảy kiểu lắp đặt khác nhau, đôi khi cần phải thiết kế sẵn ống cầu chảy cho hai hoặc nhiều chiều dài ống khác nhau. Về nguyên tắc, nếu kiểu ống ngắn nhất đã được thử nghiệm đầy đủ thì xem như không cần thử nghiệm kiểu ống dài hơn, với điều kiện tuân thủ các yêu cầu dưới đây.

Đặc tính và thông số cắt công bố dựa trên các thử nghiệm thực hiện theo 6.6.2 và 6.6.4 trên một dây đồng nhất đã cho là có hiệu lực đối với dây đồng nhất khác có chiều dài ống lớn hơn, với điều kiện là tuân thủ các tiêu chí dưới đây.

a) Chiều dài ống của từng dây đồng nhất của cầu chảy chưa được thử nghiệm không lớn hơn 1,6 lần chiều dài ống của dây đồng nhất đã được thử nghiệm với cùng điện áp danh định. Bước quấn của các phần tử chảy chính có thể dài ra nhưng chiều dài của chúng phải giống như cầu chảy đã được thử nghiệm trong dây.

b) Dây chưa thử nghiệm tuân thủ tất cả các hạng mục ở 6.6.4.1 trừ chiều dài ống.

c) Dòng điện danh định lớn nhất của dây chưa thử nghiệm không lớn hơn dòng điện danh định lớn nhất của dây đã thử nghiệm và dòng điện danh định nhỏ nhất của dây chưa thử nghiệm không nhỏ hơn của dây đã thử nghiệm.

6.7 Thử nghiệm đặc tính thời gian-dòng điện

6.7.1 Thông lệ thử nghiệm

Thông lệ thử nghiệm đặc tính thời gian-dòng điện phải như qui định ở 6.3 và như dưới đây.

6.7.1.1 Nhiệt độ môi trường không khí

Đặc tính thời gian-dòng điện phải được kiểm tra ở nhiệt độ môi trường không khí từ 15 °C đến 30 °C.

Bắt đầu mỗi thử nghiệm, cầu chảy phải có nhiệt độ xấp xỉ nhiệt độ môi trường không khí.

6.7.1.2 Bố trí thiết bị

Thử nghiệm phải được thực hiện với bố trí thiết bị giống như đối với thử nghiệm độ tăng nhiệt nếu chúng được thực hiện riêng rẽ (xem 6.5.1.2) hoặc đối với thử nghiệm cắt (xem 6.6.1.5).

6.7.2 Qui trình thử nghiệm

Thử nghiệm thời gian-dòng điện phải được tiến hành như dưới đây.

6.7.2.1 Thử nghiệm thời gian-dòng điện trước hồ quang

Thử nghiệm thời gian-dòng điện trước hồ quang có thể được thực hiện ở điện áp thuận tiện bất kỳ với mạch điện thử nghiệm được bố trí sao cho dòng điện qua cầu chảy được duy trì ở giá trị về cơ bản là không đổi.

Có thể sử dụng dữ liệu thời gian-dòng điện có được từ thử nghiệm cắt.

6.7.2.2 Khoảng thời gian

Thử nghiệm phải được thực hiện trong khoảng thời gian dưới đây:

- cầu chảy hỗ trợ bảo vệ: từ 0,01 s đến 600 s;

– cầu chảy thông dụng và cầu chảy toàn dải: từ 0,01 s đến 1 h. Đối với cầu chảy toàn dải, khoảng thời gian tốt nhất là được kéo dài hơn 1 h.

6.7.2.3 Phép đo dòng điện

Dòng điện qua cầu chảy trong quá trình thử nghiệm thời gian-dòng điện phải được đo bằng ampe mét, máy ghi dao động hoặc dụng cụ đo thích hợp khác.

6.7.2.4 Xác định thời gian

Khi ghi lại thời gian bằng máy ghi dao động thì thời gian trước hồ quang phải là thời gian ảo hoặc thời gian thực tế và chỉ ra phương pháp được chọn.

6.8 Thử nghiệm cơ cấu đập

6.8.1 Yêu cầu chung

Các thử nghiệm này dự kiến để kiểm tra xem cơ cấu đập có khả năng truyền năng lượng qui định trong Bảng 11 ngay cả trong điều kiện vận hành có giá trị dòng điện hoặc điện áp thấp. Các thử nghiệm ở 6.8.3 cũng dự kiến để chứng tỏ rằng tác động của cơ cấu đập là đủ nhanh để đảm bảo hoạt động đúng của khối kết hợp cầu chảy đập-nhả.

Năng lượng của cơ cấu đập tác động bằng lò xo có thể được kiểm tra trong quá trình thử nghiệm tác động bằng con lắc hoặc có thể đo sau các thử nghiệm từ đặc tính lực-hành trình (xem 6.8.4.1). Năng lượng của cơ cấu đập tác động bằng khí nạp khi nổ phải được đo bằng con lắc trong quá trình diễn biến của các thử nghiệm tác động.

Khả năng chịu lực của cơ cấu đập loại trung bình và loại nặng (xem Bảng 11) phải được thử nghiệm sau thử nghiệm tác động.

6.8.2 Cơ cấu đập cần thử nghiệm

Ống cầu chảy sử dụng cho các thử nghiệm cơ cấu đập phải có dòng điện cao nhất và/hoặc công suất tiêu tán cao nhất trong dải cầu chảy có sử dụng hệ thống cơ cấu đập cho trước.

Trong trường hợp hệ thống cơ cấu đập (bao gồm cơ cấu đập và loạt sợi dây điện trở) chung² cho một dải (hoặc các dải) cầu chảy cho trước, chỉ cần tiến hành các thử nghiệm trên một ống cầu chảy có thông số điện áp bất kỳ để chứng tỏ tính năng của cơ cấu đập đối với toàn bộ dải (hoặc các dải). Kết quả này áp dụng cho các điện áp khác của ống cầu chảy, trong trường hợp sử dụng hệ thống cơ cấu đập giống nhau, với điều kiện là chiều dài của sợi dây điện trở gần như tỷ lệ với điện áp danh định của ống cầu chảy.

² Cơ cấu đập, vật liệu và mặt cắt của dây điện trở trong mọi trường hợp phải giống nhau, chỉ có thể khác nhau về chiều dài dây điện trở.

6.8.3 Thử nghiệm hoạt động

Trước tiên, ống cầu chảy sử dụng cho thử nghiệm cơ cấu đập phải được nối vào mạch điện hạ áp và đặt dòng điện sao cho các phần tử chảy chính bị chảy. Điện áp phải đủ thấp để mạch cơ cấu đập của ống cầu chảy còn nguyên vẹn. Giá trị dòng điện thử nghiệm phải sao cho thời gian trước hồ quang không nhỏ hơn 20 min.

CHÚ THÍCH: Phần chuẩn bị các thử nghiệm hoạt động qui định có thể không thích hợp cho cơ cấu đập có role nhiệt bổ sung. Việc nhả sớm do nhiệt của cơ cấu đập có thể ngăn cản tính liên tục đúng của thử nghiệm như qui định. Các yêu cầu thích hợp của thử nghiệm để bao trùm trường hợp này vẫn chưa được qui định.

Sau đó, thử nghiệm a) và b) phải được thực hiện mà không bị trễ quá mức trên các ống cầu chảy có phần tử chảy chính đã bị chảy này.

Thử nghiệm a): Dòng điện thử nghiệm: $\leq 10 \text{ A}$

Điện áp thử nghiệm: không qui định

Thử nghiệm b): Điện áp thử nghiệm: $\leq 0,075 \text{ U}$,

Dòng điện thử nghiệm: không qui định

trong đó, U, là điện áp danh định của ống cầu chảy.

Hệ số công suất của mạch điện thử nghiệm có thể có giá trị thuận tiện bất kỳ.

Ba mẫu phải được thử nghiệm theo thử nghiệm a) và ba mẫu theo thử nghiệm b).

Trong trường hợp có thể kết hợp các thử nghiệm a) và b), chỉ cần thử nghiệm tổng cộng ba mẫu.

6.8.4 Thực hiện thử nghiệm

6.8.4.1 Yêu cầu chung

Đối với thử nghiệm a) và b), hành trình của cơ cấu đập, đầu ra năng lượng trong hành trình thực tế và khả năng chịu lực phải nằm trong các giới hạn qui định trong Bảng 11.

Đối với thử nghiệm b); đo thời gian của hành trình và thời gian này không được vượt quá giá trị qui định trong Bảng 11.

6.8.4.2 Thử nghiệm năng lượng

Khi đo năng lượng từ các đặc tính lực-hành trình, phải thực hiện phép đo này sau các thử nghiệm hoạt động như sau: các lực lò xo F_A và F_B tương ứng tại thời điểm bắt đầu và kết thúc của hành trình đi tiếp AB được chỉ ra trong Hình 10 phải được đo cho một mẫu và năng lượng được tính từ công thức sau:

$$\text{năng lượng (J)} = \frac{(F_A + F_B) \times AB}{2 \ 000}$$

trong đó F_A và F_B tính bằng niutơn và AB tính bằng milimét.

TCVN 7999-1 : 2009

Khi đo năng lượng bằng con lắc, phải thực hiện phép đo trong quá trình thử nghiệm hoạt động a) như dưới đây.

Nên sử dụng con lắc như mô tả trong ISO 148-2, nhưng với giá trị năng lượng va đập và vận tốc va đập nhỏ hơn qui định trong ISO 179. Cụ thể là, máy dùng cho thử nghiệm cơ cấu đập loại trung bình và loại nặng nên là loại 4 J; máy dùng cho thử nghiệm cơ cấu đập loại nhẹ nên là loại 0,5 J.

Búa của máy thử nghiệm phải có bề mặt bằng thép phẳng, có độ cứng Vicker tối thiểu là HV 235 và có kích cỡ đủ lớn, vuông góc với hướng của hành trình cơ cấu đập.

Sau hành trình tự do như qui định, cơ cấu đập phải đập vào búa treo đứng im ở bề mặt phẳng của nó. Đường đi của cơ cấu đập phải hướng vào tâm đập của máy và phải vuông góc với mặt phẳng được xác định bởi tâm đập này và trục dao động của con lắc.

6.8.4.3 Thử nghiệm khả năng chịu lực

Đối với cơ cấu đập loại trung bình và loại nặng, khả năng chịu lực nhỏ nhất phải được thử nghiệm trên ba mẫu sau khi thực hiện các thử nghiệm hoạt động a) và b). Thử nghiệm này bao gồm đặt một lực tĩnh lên trục của cơ cấu đập bằng với khả năng chịu lực nhỏ nhất danh định và kiểm tra xem hành trình xa hơn của nó có nhỏ hơn hành trình thực tế nhỏ nhất qui định OB hay không (xem Hình 10).

6.9 Tương thích điện từ (EMC)

Cầu chảy thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này không nhạy với nhiễu điện từ và do đó không cần thực hiện các thử nghiệm miễn nhiễm. Nhiễu điện từ có thể được tạo ra từ cầu chảy chỉ giới hạn tại thời điểm tác động của nó. Nếu các giá trị điện áp đóng cắt trong quá trình thử nghiệm điển hình không vượt quá các giá trị qui định trong Bảng 7 và Bảng 8 của tiêu chuẩn này thì không yêu cầu các thử nghiệm khác về tương thích điện từ.

7 Thử nghiệm đặc biệt

7.1 Yêu cầu chung

Các thử nghiệm đặc biệt được thực hiện để kiểm tra một kiểu hoặc một thiết kế cụ thể của cầu chảy tương ứng với đặc tính qui định và tác động thoả đáng trong các điều kiện qui định đặc biệt. Các thử nghiệm này được thực hiện trên các mẫu để kiểm tra các đặc tính qui định của tất cả các cầu chảy có cùng kiểu.

Các thử nghiệm này chỉ phải lặp lại nếu thay đổi kết cấu có thể gây ra thay đổi về tác động của cầu chảy.

Để thử nghiệm được thuận lợi và tham khảo nhà chế tạo, giá trị qui định cho thử nghiệm, cụ thể là dung sai, có thể được thay đổi sao cho các điều kiện thử nghiệm khắc nghiệt hơn.

Trừ khi có qui định khác, thử nghiệm phải được thực hiện như thông lệ thử nghiệm qui định ở 6.3 và như dưới đây.

7.2 Danh mục các thử nghiệm đặc biệt

Các thử nghiệm dưới đây được thực hiện sau khi có thoả thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng đối với các kiểu cầu chảy nhất định hoặc đối với các ứng dụng đặc biệt:

- thử nghiệm sốc nhiệt (đối với cầu chảy được thiết kế để sử dụng ngoài trời);
- thử nghiệm công suất tiêu tán đối với cầu chảy không được thiết kế để sử dụng trong hộp (với các cầu chảy khác, thử nghiệm này là thử nghiệm điển hình);
- thử nghiệm chống thấm nước (sự xâm nhập của hơi ẩm) đối với cầu chảy được thiết kế để sử dụng ngoài trời;
- thử nghiệm độ tăng nhiệt trước hồ quang đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ để sử dụng trong tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy;
- thử nghiệm chịu thời gian hồ quang đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ để sử dụng trong tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy;
- thử nghiệm kín dầu.

Kết quả của tất cả các thử nghiệm này phải được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm có chứa các dữ liệu cần thiết để chứng tỏ sự phù hợp với tiêu chuẩn này.

7.3 Thử nghiệm sốc nhiệt

7.3.1 Mẫu thử nghiệm

Để cầu chảy phải như nhà chế tạo ống cầu chảy cần thử nghiệm qui định.

CHÚ THÍCH: Nếu có một số thông số dòng điện khác nhau chỉ liên quan đến phần tử chảy thì chỉ thử nghiệm ống cầu chảy có công suất tiêu tán cao nhất là đủ.

7.3.2 Bố trí thiết bị

Cầu chảy phải được lắp đặt theo hướng dẫn do nhà chế tạo qui định và được nối vào mạch thử nghiệm bằng dây đồng trần có kích cỡ qui định trong Bảng 12.

7.3.3 Phương pháp thử nghiệm

Cầu chảy phải chịu trong 1 h giá trị dòng điện được chọn theo thoả thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng và không vượt quá dòng điện danh định. Sau đó, phun nước dưới dạng mưa nhân tạo lên cầu chảy ở góc xấp xỉ 45° so với phương thẳng đứng ở nhiệt độ không cao hơn nhiệt độ phòng và tốc độ nước rơi xuống xấp xỉ 3 mm/min. Việc phun này được duy trì trong 1 min trong khi vẫn cho dòng điện thử nghiệm chạy qua.

TCVN 7999-1 : 2009

Cầu chảy không được có dấu hiệu hư hại bên ngoài nhìn thấy được.

7.4 Thử nghiệm công suất tiêu tán đối với cầu chảy được thiết kế để không sử dụng trong hộp

Các thử nghiệm phải được thử nghiệm theo các điều kiện qui định trong 6.5.

7.5 Thử nghiệm chống thấm nước (xâm nhập của hơi ẩm)

7.5.1 Điều kiện thử nghiệm

Kiểm tra tính chống thấm nước (xâm nhập của hơi ẩm) đạt được bằng cách ngâm mẫu thử nghiệm trong bể nước nóng có chất làm ướt. Thể tích của nước phải ít nhất là 10 lần thể tích của mẫu thử nghiệm.

7.5.2 Mẫu thử nghiệm

Mẫu thử nghiệm là ống cầu chảy đại diện cho kiểu của nó. Phải thử nghiệm ba ống cầu chảy.

7.5.3 Phương pháp thử nghiệm

Từng mẫu thử nghiệm (ở nhiệt độ phòng từ 15 °C đến 35 °C) phải được ngâm trong thời gian 5 ± 10 min trong bể có nhiệt độ nước từ 70 °C đến 80 °C.

Không được có bọt khí phát ra từ bề mặt mẫu thử nghiệm sau khi loại bỏ các bọt khí tạo ra khi bắt đầu ngâm.

7.6 Thử nghiệm cầu chảy hỗ trợ bảo vệ để sử dụng cho tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy của IEC 62271-105

7.6.1 Yêu cầu chung

Yêu cầu có các thử nghiệm thích hợp để nhà chế tạo cầu chảy có thể cung cấp cho nhà chế tạo thiết bị đóng cắt hoặc người sử dụng cuối cùng các dữ liệu cần thiết.

7.6.2 Thử nghiệm độ tăng nhiệt trước hồ quang

Mục đích là để chắc chắn rằng nhiệt độ cao nhất đạt được tại điểm bất kỳ của cầu chảy ở mọi giá trị dòng điện trước hồ quang.

Đối với từng dây đồng nhất, phải thử nghiệm cầu chảy có thông số dòng điện cao nhất.

Cầu chảy được bố trí như trong thử nghiệm độ tăng nhiệt ở 6.5 chỉ khác là đặt bộ cảm biến đo tiếp xúc chặt chẽ với thân cầu chảy tại tâm theo chiều dọc của thân cầu chảy.

Cầu chảy phải chịu thử nghiệm trước khi chảy bởi dòng điện tạo ra thời gian là 20 min chảy tương ứng với các điều kiện trong đó nhiệt độ cao nhất của thân cầu chảy nhìn chung là đạt được. Thực tế, một thử nghiệm cho thời gian chảy trong phạm vi từ 15 min đến 25 min là chấp nhận được. Ghi lại nhiệt độ cao nhất đo được. Nhiệt độ này thường xuất hiện trong một thời gian ngắn sau thời điểm chảy thực tế của cầu chảy.

Trong trường hợp cầu chảy lắp với cơ cấu đập tác động do nhiệt, dòng điện thử nghiệm cần được ngắt đi tại thời điểm tác động của cơ cấu đập và ghi lại nhiệt độ cao nhất đạt đến.

Trong suốt các chuỗi thử nghiệm này, cầu chảy vẫn phải nguyên vẹn về vật lý và không bị hư hại như xác định ở 5.1.3.

7.6.3 Thử nghiệm chịu thời gian hồ quang

Thời gian chịu thử này ít nhất là 0,1 s.

Trong trường hợp đạt được một giá trị như vậy trong các thử nghiệm của chế độ thử nghiệm 3 của cầu chảy theo 6.6 của tiêu chuẩn này thì giá trị của chế độ thử nghiệm 3 có thể là bằng chứng về tính năng thích hợp.

Trong trường hợp thời gian hồ quang trong chế độ thử nghiệm 3 nhỏ hơn 0,1 s thì phải tiến hành thêm hai thử nghiệm nữa theo 6.6 của tiêu chuẩn này đối với chế độ thử nghiệm 3 trừ các yêu cầu TRV và có:

- dòng điện thử nghiệm cho thời gian hồ quang ít nhất là 0,1 s;
- giá trị dòng điện lớn hơn 70 % dòng điện cắt nhỏ nhất của cầu chảy như qui định trong 3.1.20.

Trong trường hợp có thể chỉ ra rằng việc nhả của cơ cấu đập của cầu chảy do nhiệt ở dòng điện thấp hơn I_3 trước khi xảy ra hồ quang thì không yêu cầu thử nghiệm thời gian hồ quang.

7.7 Thử nghiệm kín dầu

Ống cầu chảy của cầu chảy giới hạn dòng điện được thiết kế để ngâm trong dầu phải được thử nghiệm như dưới đây.

Nếu một số thông số dòng điện chỉ khác nhau liên quan đến các phần tử chảy của chúng thì chỉ cần thử nghiệm ống cầu chảy có công suất tiêu tán cao nhất.

Ống cầu chảy phải được ngâm trong dầu cách điện ở áp suất $7 \times 10^4 \text{ N/m}^2$. Cho dòng điện danh định chạy qua ống cầu chảy trong 2 h và nhiệt độ của dầu phải tăng lên (bằng cách gia nhiệt bổ sung nếu cần) từ 75 °C đến 85 °C và duy trì trong phạm vi này trong thời gian thử nghiệm là 2 h.

Nếu ống cầu chảy được thử nghiệm theo Phụ lục E có ấn định nhiệt độ áp dụng cao nhất (MAT) cao hơn 85 °C thì nhiệt độ dầu phải được tăng lên đến nhiệt độ tối thiểu là bằng MAT ấn định cho ống cầu chảy. Dòng điện chạy qua ống cầu chảy nên lấy bằng dòng điện liên tục cho phép lớn nhất I_{encl} ở nhiệt độ này (xem Phụ lục F).

Ngắt dòng điện, ngắt nguồn gia nhiệt bổ sung và làm nguội dầu, hoặc để nguội đến nhiệt độ từ 15 °C đến 30 °C trong thời gian thuận tiện bất kỳ.

Chu kỳ này phải được tiến hành sáu lần và sau đó lấy ống cầu chảy ra khỏi dầu, làm sạch bên ngoài và mở ra để kiểm tra môi chất dập hồ quang, không được có dấu hiệu xâm nhập của dầu.

8 Thử nghiệm thường xuyên

Yêu cầu về các giá trị điện trở nguội hoặc dữ liệu thử nghiệm thường xuyên liên quan khác của ống cầu chảy phải theo thoả thuận giữa nhà chế tạo cầu chảy và người sử dụng.

9 Hướng dẫn áp dụng

9.1 Mục đích

Mục đích của điều này là đưa ra các gợi ý về ứng dụng, vận hành và bảo trì để giúp đạt được tính năng thoả đáng đối với cầu chảy cao áp giới hạn dòng điện. Nhà chế tạo phải viện dẫn hướng dẫn này trong tài liệu của mình.

9.2 Yêu cầu chung

Cầu chảy lắp trong mạch điện để bảo vệ mạch điện và thiết bị nối với nó không bị hỏng hóc trong phạm vi các giới hạn về thông số đặc trưng của cầu chảy. Cầu chảy này thực hiện tốt không những phụ thuộc vào độ chính xác chế tạo mà còn phụ thuộc vào tính ứng dụng đúng và các lưu ý sau lắp đặt. Nếu cầu chảy không được ứng dụng và bảo trì đúng thì có thể xảy ra hư hại đáng kể cho thiết bị đắt tiền.

Ống cầu chảy cao áp cần được vận chuyển với mức độ cẩn thận ít nhất là tương đương với bất kỳ thiết bị được chế tạo chính xác nào (như rơle). Ống cầu chảy cần được bảo quản trong bao gói bảo vệ cho đến khi có yêu cầu sử dụng. Bất kỳ ống cầu chảy nào bị rơi hoặc chịu xóc cơ học nặng nề đều phải được kiểm tra trước khi sử dụng. Việc kiểm tra bao gồm cả xem xét thân cầu chảy, các phần kim loại và kiểm tra điện trở. Giá trị điện trở danh nghĩa có thể có được từ nhà chế tạo cầu chảy.

Nếu ống cầu chảy trong quá trình lắp đặt và điều kiện vận hành bình thường phải chịu các ứng suất cơ nặng nề, ví dụ, xóc, rung, v.v... tác động theo một hoặc vài hướng thì cần kiểm tra xem ống cầu chảy có thể chịu được các ứng suất này mà không bị hỏng hóc hoặc suy giảm chất lượng hay không. Các thử nghiệm cụ thể để chứng tỏ độ bền cơ của ống cầu chảy có thể được tiến hành theo thoả thuận giữa người sử dụng và nhà chế tạo cầu chảy và thiết bị đóng cắt. Đối với tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy, xem IEC 62271-105.

Các qui tắc an toàn qui định cần phải tuân thủ ở mọi thời điểm khi thao tác hoặc bảo trì cầu chảy gắn thiết bị hoặc dây dẫn mang điện.

9.3 Ứng dụng

9.3.1 Lắp đặt

Cầu chảy cần được lắp đặt theo hướng dẫn của nhà chế tạo. Đối với cầu chảy nhiều cực, khi khoảng cách giữa các cực là không cố định theo kết cấu thì nên lắp các cực với khe hở không khí không nhỏ hơn các giá trị do nhà chế tạo qui định.

Cần lưu ý rằng khi ống cầu chảy phải chịu ảnh hưởng của bức xạ mặt trời nặng nề, hoặc được sử dụng trong hộp mà ống cầu chảy phải chịu nhiệt độ xung quanh lớn hơn 40 °C thì các khía cạnh nhất định về tính năng của ống cầu chảy này có thể bị ảnh hưởng đáng kể. Tùy thuộc vào thiết kế cầu chảy mà các khía cạnh bị ảnh hưởng này có thể bao gồm dòng điện, đặc tính thời gian-dòng điện và khả năng cắt dòng điện. Một số kiểu cầu chảy phải được thiết kế và thử nghiệm đặc biệt khi áp dụng (ví dụ, một số cầu chảy có thành phần hữu cơ). Ảnh hưởng lên thông số dòng điện của cầu chảy được đề cập ở 9.3.2 và Phụ lục F. Sự thay đổi đặc tính thời gian-dòng điện cũng được đề cập ở 9.3.2. Các yêu cầu thử nghiệm bổ sung đối với ống cầu chảy được thiết kế để sử dụng ở nhiệt độ xung quanh lớn hơn 40 °C được đề cập ở Phụ lục E.

9.3.2 Chọn dòng điện danh định của ống cầu chảy

Dòng điện danh định của ống cầu chảy thường cao hơn dòng điện trong vận hành bình thường. Các khuyến cáo về lựa chọn thường do nhà chế tạo cung cấp.

Nếu dòng điện của ống cầu chảy nhỏ hơn dòng điện của đế cầu chảy thì dòng điện hiệu quả của cầu chảy là dòng điện của ống cầu chảy.

Dòng điện danh định của ống cầu chảy cần được chọn theo các tham số sau:

- a) dòng điện bình thường và dòng điện quá tải có thể có của mạch điện, kể cả các hài kéo dài;
- b) hiện tượng quá độ trong mạch điện liên quan đến đóng cắt các thiết bị như máy biến áp, động cơ hoặc tụ điện;
- c) kết hợp với các thiết bị bảo vệ khác, nếu có.

Dòng điện danh định được nhà chế tạo ống cầu chảy ấn định được dựa vào một số các yếu tố.

Một trong các yếu tố này là độ tăng nhiệt của các tiếp xúc của ống cầu chảy, được xác định khi thử nghiệm độ tăng nhiệt theo 6.5 của tiêu chuẩn này bằng cách thử nghiệm một pha trong không khí lưu thông tự do hoặc trong dầu.

Điều kiện đấu nối, hướng, nhiệt độ môi trường và lắp đặt được qui định. Không kể nhiệt độ môi trường trong quá trình thử nghiệm (có thể có giá trị bất kỳ từ +10 °C đến +40 °C), kết quả thử nghiệm độ tăng nhiệt được xem là có hiệu lực đến nhiệt độ môi trường vận hành là 40 °C.

Ảnh hưởng của việc đặt ống cầu chảy vào trong hộp và việc đặt gần hai ống cầu chảy khác trong bộ ba pha sẽ có ảnh hưởng bất lợi đến nhiệt độ trong vận hành.

Nhà chế tạo đã có thể xác định dòng điện danh định bằng cách sử dụng các tiêu chí dựa vào sự cần thiết để đảm bảo đủ khoảng dư chống suy giảm chất lượng của phần tử chảy ngoài việc đáp ứng giới hạn độ tăng nhiệt. Vì vậy, không thể giả thiết là ống cầu chảy vẫn sẽ vận hành tốt chỉ vì không vượt quá độ tăng nhiệt cho phép lớn nhất như mô tả trong Bảng 6 của tiêu chuẩn này. Điều này áp dụng cụ thể trong trường hợp dòng điện danh định thấp hơn nhưng cũng áp dụng cho thông số dòng điện cao hơn của dây đồng nhất.

TCVN 7999-1 : 2009

Dòng điện danh định của ống cầu chảy được chọn đối với ứng dụng cho trước thường được xác định bằng các yếu tố khác, không phải là dòng điện liên tục trong vận hành (xem IEC 60787). Tuy nhiên, nếu dòng điện liên tục trong vận hành là yếu tố quyết định thì cần lưu ý đến ảnh hưởng của các điều kiện dưới đây (đặc biệt là nếu cầu chảy nằm trong hộp, xem Phụ lục F):

- a) nhiệt độ của môi trường bao quanh ống cầu chảy;
- b) kiểu và kích cỡ của dây nối;
- c) hướng đặt ống cầu chảy;
- d) hộp đựng ống cầu chảy;
- e) ảnh hưởng của bức xạ mặt trời;
- f) ảnh hưởng của làm mát cưỡng bức.

Việc chọn không đúng dòng điện danh định của ống cầu chảy có thể dẫn đến:

- 1) suy giảm phần tử chảy;
- 2) suy giảm tiếp xúc;
- 3) suy giảm hộp.

Ngoài ra, như so sánh với thông tin do nhà chế tạo ống cầu chảy công bố, một số điều kiện có thể làm cho đặc tính thời gian-dòng điện bị lệch sang trái ở đầu kéo dài (xem Hình 1 của IEC 60787) và do đó, dòng điện chảy nhỏ nhất có thể có giá trị thấp hơn. Tuy nhiên, lưu ý rằng các giá trị dòng điện cắt nhỏ nhất thường không thay đổi. Cần lưu ý rằng trong trường hợp cầu chảy thông dụng, dòng điện thử nghiệm được sử dụng cho thử nghiệm của chế độ thử nghiệm 3 có thể gây chảy cầu chảy trong thời gian nhỏ hơn 1 h. Theo yêu cầu của người sử dụng, có thể cung cấp dữ liệu thời gian-dòng điện để cập đến trường hợp này.

Vì ống cầu chảy và hộp của nó tạo thành một hệ thống có ảnh hưởng lẫn nhau và từng thành phần có thể do các nhà chế tạo khác nhau cung cấp nên cần thiết phải sẵn có các dữ liệu đủ để cho phép áp dụng đúng.

Tính thích hợp để áp dụng cụ thể ống cầu chảy trong một hộp là trách nhiệm của nhà cung ứng hộp bảo gói cầu chảy (FED) và người sử dụng cần theo các hướng dẫn của nhà chế tạo FED. Nếu không thì trách nhiệm lựa chọn thuộc về người sử dụng.

9.3.3 Chọn theo loại (xem 3.3.2) và dòng điện cắt nhỏ nhất

9.3.3.1 Yêu cầu chung

Ống cầu chảy cần được chọn sao cho giá trị dòng điện cắt nhỏ nhất tương ứng với ứng dụng cụ thể liên quan. Cần nhấn mạnh rằng việc sử dụng ống cầu chảy có dòng điện cắt nhỏ nhất quá cao trong một số trường hợp nhất định sẽ làm cho ống cầu chảy gặp sự cố và kéo theo các hư hại khác.

9.3.3.2 Ống cầu chảy sử dụng trong tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy phù hợp với IEC 62271-105

Dòng điện cắt nhỏ nhất chỉ cần đủ thấp để đảm bảo kết hợp đúng với thiết bị đóng cắt của tổ hợp này (xem IEC 62271-105). Cầu chảy hỗ trợ bảo vệ thường được sử dụng cho ứng dụng này.

9.3.3.3 Ống cầu chảy được sử dụng làm bảo vệ duy nhất cho máy biến áp hoặc mạch điện phân phối (xem IEC 60787)

a) Đối với các ứng dụng trong đó có thể thể hiện bằng tính toán hoặc bằng kinh nghiệm vận hành để các mức sự cố thấp ít có khả năng xảy ra thì có thể sử dụng cầu chảy hỗ trợ bảo vệ thích hợp. Trong trường hợp này, cần đảm bảo rằng dòng điện cắt nhỏ nhất danh định của ống cầu chảy nhỏ hơn dòng điện ngắn mạch nhỏ nhất có khả năng xảy ra ở phía nguồn của cơ cấu bảo vệ hạ áp. Giá trị điển hình của dòng điện cắt nhỏ nhất danh định đối với cầu chảy được sử dụng cho ứng dụng này phải nằm trong phạm vi từ bốn đến tám lần dòng điện danh định của máy biến áp.

b) Đối với các ứng dụng trong đó kinh nghiệm hoặc tính toán chỉ ra rằng có khả năng xuất hiện các quá dòng có giá trị rất thấp trên hệ thống (tức là, nhỏ hơn khoảng bốn lần dòng điện danh định của cầu chảy) thì nên sử dụng cầu chảy thông dụng hoặc cầu chảy toàn dải. Loại cầu chảy toàn dải nên được sử dụng cho các ứng dụng trong đó quá dòng có thể xuất hiện ở các giá trị thấp bằng với dòng điện gây chảy nhỏ nhất của cầu chảy và trong trường hợp cầu chảy cần được giảm thông số đặc trưng để lắp trong hộp.

9.3.3.4 Ống cầu chảy sử dụng để bảo vệ ngắn mạch kết hợp với ống cầu chảy giải phóng khí

Dòng điện cắt nhỏ nhất chỉ cần thấp hơn dòng điện chuyển giao của chuỗi kết hợp. Các giá trị dòng điện cắt nhỏ nhất rất khác nhau tùy theo thiết kế của phối hợp. Cầu chảy hỗ trợ bảo vệ thường được sử dụng cho ứng dụng này.

9.3.3.5 Ống cầu chảy sử dụng để bảo vệ mạch động cơ (xem IEC 60644)

Nói chung, dòng điện cắt nhỏ nhất chỉ cần đủ thấp để đảm bảo kết hợp đúng với thiết bị đóng cắt rơ le quá dòng. Cầu chảy hỗ trợ bảo vệ thường được sử dụng cho ứng dụng này. Tuy nhiên, trong trường hợp yêu cầu có thêm độ an toàn thì dòng điện cắt nhỏ nhất của ống cầu chảy cần ít nhất là thấp bằng dòng điện hãm rôto của động cơ cần bảo vệ.

9.3.3.6 Ống cầu chảy được sử dụng để bảo vệ tụ điện (xem IEC 60579)

Trong trường hợp ống cầu chảy được sử dụng để bảo vệ các khối tụ điện, có thể yêu cầu giá trị dòng điện cắt nhỏ nhất rất thấp để tính đến mức tăng nhỏ của dòng điện xảy ra khi một hoặc nhiều phần tử tụ điện mắc nối tiếp bị đánh thủng. Trong trường hợp ống cầu chảy chỉ được sử dụng cho bảo vệ đường dây (khi các khối riêng rẽ được bảo vệ riêng bằng phương tiện khác) thì có thể sử dụng ống cầu chảy có giá trị dòng điện cắt nhỏ nhất cao hơn thích hợp.

9.3.4 Chọn điện áp danh định của ống cầu chảy

Điện áp danh định của ống cầu chảy nên chọn như sau:

- Nếu được sử dụng trong hệ thống ba pha trung tính nối đất trực tiếp hoặc hệ thống trung tính nối đất qua trở kháng hoặc điện trở thì điện áp của ống cầu chảy cần ít nhất là bằng điện áp pha-pha lớn nhất.
- Nếu được sử dụng trong hệ thống một pha thì điện áp của ống cầu chảy cần ít nhất là bằng 115 % điện áp mạch điện một pha cao nhất.
- Nếu được sử dụng trong hệ thống ba pha trung tính cách ly hoặc hệ thống nối đất cộng hưởng thì cần xem xét khả năng xuất hiện sự cố chạm đất kép với một sự cố ở phía nguồn cung cấp và một sự cố ở phía phụ tải của cầu chảy trên pha khác. Nếu điện áp pha-pha lớn nhất của hệ thống này lớn hơn 0,87 lần điện áp của cầu chảy thì cần thử nghiệm tối thiểu ở giá trị cao hơn này đối với các cầu chảy cần sử dụng.

Xác suất ngắt dòng điện điện dung trong trường hợp sự cố chạm đất một pha cũng cần được xem xét. Nếu ống cầu chảy được sử dụng ở mạng lưới này mà không nhà cơ cấu đập để nhà thiết bị đóng cắt kết hợp thì có thể tiến hành thử nghiệm theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng, theo các điều kiện thử nghiệm thích hợp của IEC 60265-1. Cần thỏa thuận về các dòng điện thử nghiệm về ống cầu chảy cần thử nghiệm và giá trị dòng điện ở các pha bình thường và pha có sự cố trong khi có sự cố với đất.

9.3.5 Chọn mức cách điện danh định

Bảng 4 và Bảng 5 qui định các giá trị điện áp chịu xung sét danh định.

Việc chọn giữa danh mục 1 và 2 của Bảng 4 cần được thực hiện bằng cách xem xét mức độ phải chịu quá điện áp do sét và quá điện áp đóng cắt, kiểu hệ thống nối đất trung tính và trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng, kiểu cơ cấu bảo vệ quá điện áp.

Thiết bị được thiết kế theo danh mục 1 thích hợp cho các hệ thống lắp đặt như sau:

a) trong các hệ thống và hệ thống lắp đặt công nghiệp không nối với đường dây trên không:

- 1) trong trường hợp trung tính của hệ thống được nối đất trực tiếp hoặc qua một trở kháng thấp so với trở kháng cuộn dập hồ quang. Thường không yêu cầu cơ cấu bảo vệ xung đột biến, ví dụ bộ chống sét.
- 2) trong trường hợp trung tính của hệ thống được nối đất qua cuộn dập hồ quang và có bảo vệ quá điện áp thích hợp trong hệ thống riêng, ví dụ, mạng lưới cáp mở rộng trong đó có thể yêu cầu bộ chống đột biến có khả năng phóng điện dung cấp.

b) trong các hệ thống và hệ thống lắp đặt công nghiệp nối với đường dây trên không qua máy biến áp và trong trường hợp cáp hoặc tụ điện bổ sung tối thiểu là 0,05 μF mỗi pha được nối giữa các đầu nối

điện áp thấp hơn của máy biến áp và đất, ở phía cầu chảy nối với máy biến áp và càng gần càng tốt với các đầu nối máy biến áp. Điều này bao trùm các trường hợp:

- 1) trung tính hệ thống được nối đất trực tiếp hoặc qua một trở kháng thấp so với cuộn dập hồ quang. (Có thể cần bảo vệ quá điện áp bằng bộ chống sét);
 - 2) trung tính hệ thống được nối đất qua cuộn dập hồ quang và có bảo vệ quá điện áp thích hợp bằng bộ chống sét.
- c) trong các hệ thống và hệ thống lắp đặt công nghiệp nối trực tiếp với đường dây trên không, trong đó
- 1) trung tính hệ thống được nối đất trực tiếp hoặc qua một trở kháng thấp so với trở kháng của cuộn dập hồ quang và trong trường hợp có bảo vệ quá điện áp thích hợp bằng khe hở phóng điện hoặc bộ chống sét phụ thuộc vào xác suất xuất hiện của biên độ quá điện áp và tần suất xuất hiện;
 - 2) trung tính hệ thống được nối đất qua cuộn dập hồ quang và được cung cấp bảo vệ quá điện áp thích hợp bằng bộ chống sét.

Trong mọi trường hợp khác, hoặc trong trường hợp yêu cầu mức độ bảo vệ rất cao thì nên sử dụng thiết bị được thiết kế theo danh mục 2.

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp áp dụng điện áp chịu xung sét danh định ở danh mục 1 thì cần có thoả thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng liên quan đến điện áp đóng cắt lớn nhất được qui định trong Bảng 7.

9.3.6 Đặc tính thời gian-dòng điện của cầu chảy cao áp

Như chỉ ra trong 9.3.2, dòng điện danh định của cầu chảy cao áp dù quan trọng nhưng chỉ là một trong các yếu tố cần xem xét khi chọn cầu chảy cho một ứng dụng cho trước.

Một yếu tố liên quan cụ thể khi chọn cầu chảy là đặc tính thời gian-dòng điện. Đặc tính này là quan trọng liên quan đến:

- a) khả năng cầu chảy chịu được dòng điện đột biến quá độ, ví dụ, dòng điện khởi động từ hoá máy biến áp, dòng điện khởi động động cơ;
- b) sự phối hợp với các cơ cấu bảo vệ kết hợp khác, ví dụ, rơle máy cắt phía nguồn, cầu chảy hạ áp ở phía tải, rơle khởi động động cơ;
- c) mức bảo vệ dành cho đường trục kết hợp, máy biến áp, mạch bảo vệ động cơ, v.v...

IEC 60644 và IEC 60787 lần lượt nêu một số hướng dẫn về các đặc tính ưu tiên đối với các ứng dụng của bộ điều khiển động cơ và máy biến áp phân phối. Tuy nhiên, vẫn chưa thể tiêu chuẩn hoá các đặc tính thời gian-dòng điện của cầu chảy cao áp vì có sự khác nhau rất lớn giữa thông lệ quốc gia và lý luận bảo vệ. Do đó, thường có sự khác nhau lớn giữa các đặc tính của ống cầu chảy có thông số đặc trưng giống nhau nhưng khác loại hoặc khác nhà chế tạo.

Vì vậy, cần tham khảo nhà chế tạo cầu chảy và so sánh các đặc tính thời gian-dòng điện khi chọn ống cầu chảy tối ưu cho một ứng dụng cho trước.

9.3.7 Cầu chảy nối song song

Các ống cầu chảy riêng rẽ có cùng kiểu tham chiếu và thông số đặc trưng có thể được người sử dụng nối song song để có được thông số dòng điện cao hơn có thể có từ một cầu chảy riêng rẽ. Trong các trường hợp như vậy, cần lưu ý:

a) Cần tham khảo nhà chế tạo cầu chảy để xác định tính thích hợp của thiết kế cầu chảy cho trước khi nối song song.

b) Thông số dòng điện của phối hợp này thường nhỏ hơn tổng các thông số dòng điện cầu chảy riêng rẽ, ví dụ, do hiệu ứng phát nóng lẫn cận.

c) Giá trị I^2t của phối hợp này trong quá trình tác động gần bằng n^2 lần I^2t của một ống cầu chảy đơn lẻ, trong đó n là số ống cầu chảy nối song song.

d) Giá trị dòng điện cắt của phối hợp này trong quá trình tác động gần bằng n lần giá trị dòng điện cắt đối với một ống cầu chảy đơn lẻ ở dòng điện kỳ vọng I_p/n , trong đó

I_p là giá trị dòng điện kỳ vọng của phối hợp và n là số ống cầu chảy nối song song.

e) Nếu không có ý kiến tư vấn của nhà chế tạo thì phải giả thiết rằng khả năng cắt danh định lớn nhất của phối hợp cầu chảy song song không lớn hơn khả năng cắt danh định của một cầu chảy đơn lẻ và dòng điện cắt nhỏ nhất của phối hợp không nhỏ hơn n lần dòng điện cắt nhỏ nhất của một cầu chảy đơn lẻ có cùng kiểu cho trước, trong đó n là số ống cầu chảy nối song song.

9.4 Thao tác

9.4.1 Cố định ống cầu chảy vào vị trí làm việc

Cần đặc biệt cẩn thận để xem ống cầu chảy có được cố định chắc chắn ở vị trí làm việc không.

9.4.2 Thay thế ống cầu chảy

Nên tháo và lắp ống cầu chảy ở điều kiện ngắt tải.

Nên thay tất cả ba ống cầu chảy khi ống cầu chảy ở một hoặc hai pha của mạch điện ba pha đã tác động, trừ khi đã biết rõ rằng không có quá dòng qua ống cầu chảy chưa chảy.

9.5 Thải bỏ

Khi thuộc đối tượng áp dụng, nhà chế tạo phải cung cấp thông tin về việc thải bỏ cầu chảy liên quan đến các khía cạnh về môi trường.

Trách nhiệm của người sử dụng là xem xét và tuân thủ tất cả các luật lệ địa phương liên quan đến việc thải bỏ cầu chảy.

Phụ lục A

(qui định)

Phương pháp vẽ đường bao điện áp kỳ vọng và điện áp phục hồi quá độ của mạch điện và xác định các tham số đại diện

A.1 Giới thiệu

Sóng điện áp phục hồi quá độ có thể có một số dạng khác nhau, có cả dao động và không dao động.

Khi sóng này đạt đến sóng dao động tắt dần tại một tần số đơn lẻ thì đường bao được tạo thành từ hai đoạn tuyến tính liên tiếp. Đường bao này phải phản ánh sát nhất có thể với dạng thực của điện áp phục hồi quá độ. Phương pháp được mô tả ở đây cho phép đạt được mục đích này trong phần lớn các trường hợp thực tế với mức xấp xỉ đủ.

CHÚ THÍCH: Tuy nhiên, có thể nảy sinh một số trường hợp trong đó kết cấu được đề xuất dẫn đến các tham số hiển nhiên là khắc nghiệt hơn so với giá trị được đánh giá bằng đường cong điện áp phục hồi. Các trường hợp như vậy cần được coi là các ngoại lệ và do đó cần có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng hoặc phòng thử nghiệm.

A.2 Vẽ đường bao

Phương pháp dưới đây được sử dụng để dựng các phần đoạn thẳng tạo nên đường bao của đường cong điện áp phục hồi quá độ kỳ vọng.

a) Đoạn thẳng thứ nhất đi qua điểm gốc O, tiếp tuyến với đường cong mà không cắt đường cong.

Trong trường hợp các đường cong có đoạn ban đầu lõm hướng về phía trái thì điểm tiếp xúc thường gần với đỉnh đầu tiên (xem Hình A.1, đoạn OA).

Nếu đoạn lõm hướng về phía phải như trong trường hợp hàm số mũ, điểm tiếp xúc là ở điểm gốc (xem Hình A.2, đoạn OA).

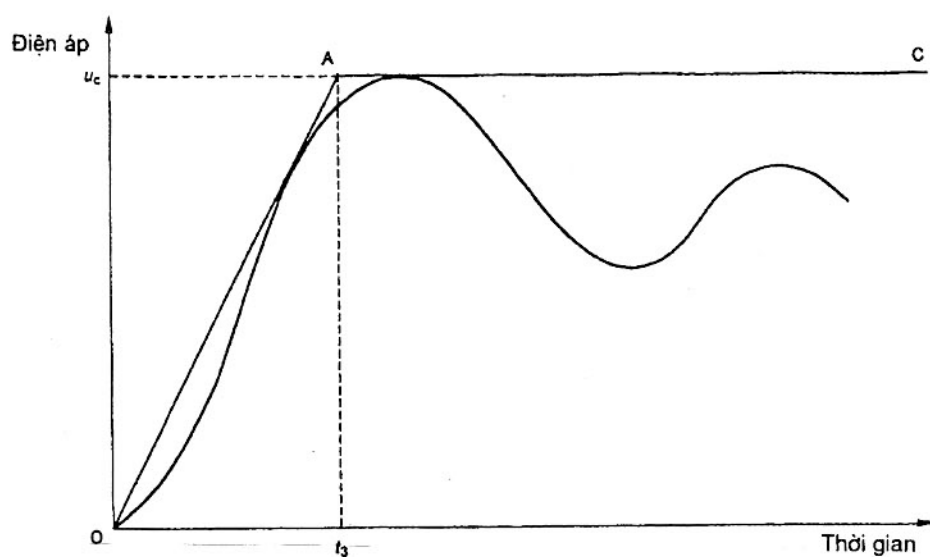
b) Đoạn thẳng thứ hai là đường thẳng nằm ngang tiếp tuyến với đường cong tại đỉnh cao nhất của nó (xem Hình A.1 và A.2, đoạn AC).

Từ đó, có được đường bao hai tham số O, A, C.

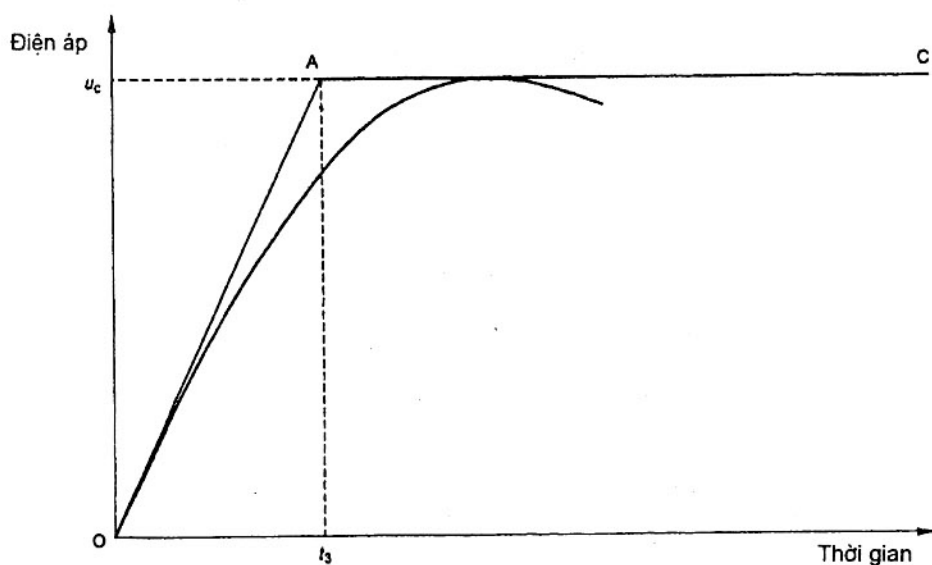
A.3 Xác định các tham số

Các tham số đại diện, theo định nghĩa, là các tọa độ của giao điểm của các đoạn thẳng tạo thành đường bao.

Hai tham số u_c và t_3 , thể hiện trên Hình A.1 và A.2 có thể được lấy làm các tọa độ của giao điểm A.



Hình A.1 – Ví dụ về đường chuẩn hai tham số đối với điện áp phục hồi quá độ có đoạn ban đầu lõm về phía trái



Hình A.2 – Ví dụ về đường chuẩn hai tham số đối với điện áp phục hồi quá độ hàm số mũ

Phụ lục B

(tham khảo)

Lý do để chọn các giá trị TRV đối với chế độ thử nghiệm 1, 2 và 3

Cầu chảy cao áp phải tác động thoả đáng trong tất cả các điều kiện làm việc bình thường và ngắt mạch điện mà không tạo ra điện áp đóng cắt quá cao. Do đó, trong chừng mực có thể, thử nghiệm cắt qui định trong tiêu chuẩn này thể hiện các điều kiện nặng nề nhất thường gặp trong vận hành. Vì cầu chảy được sử dụng trong mạng lưới cần giống như máy cắt nên có vẻ là logic khi sử dụng các giá trị TRV kỳ vọng giống như đã qui định trong IEC 62271-100 đối với máy cắt. Tuy nhiên, các nghiên cứu kỹ lưỡng đã chỉ ra rằng các giá trị này không thích hợp đối với các thử nghiệm trên cầu chảy do các nguyên lý ngắt mạch điện của máy cắt và cầu chảy là khác nhau.

Giống như máy cắt, cầu chảy có thể gây ra các quá độ điện áp phục hồi sau dòng điện zero nhưng cầu chảy còn tạo ra điện áp hồ quang cao có thể phụ thuộc vào các đặc tính của mạch điện như xác định bởi các điều kiện TRV. Do đó, cần phải xem xét hai ảnh hưởng khác nhau cơ bản của các tham số mạch điện thử nghiệm này; ảnh hưởng lên điện áp hồ quang và ảnh hưởng lên điện áp phục hồi quá độ.

Hồng cầu chảy có thể gây ra do điện áp đỉnh quá mức trong quá trình hồ quang hoặc do điện áp sau khi dập hồ quang cao quá mức hoặc tạo ra phóng điện lặp lại. Do đó, thử nghiệm cần chứng tỏ rằng không xuất hiện các loại hồng hóc này.

Cần phải thử nghiệm cầu chảy ở ba dòng điện cắt kỳ vọng khác nhau I_1 , I_2 và I_3 tương ứng với chế độ thử nghiệm 1, 2 và 3 trong Bảng 13 của tiêu chuẩn này. Vì các thử nghiệm ở I_3 thường bao gồm tính năng ở dòng điện quá tải nhỏ nên chỉ cần bao trùm toàn bộ dải dòng điện ngắt mạch kỳ vọng trong các thử nghiệm ở I_1 và I_2 mà đôi khi rất khác nhau. Nhìn chung I_2 biến đổi từ 0,2 % đến 100 % I_1 , tùy thuộc vào thông số dòng điện, dòng điện cắt lớn nhất danh định và thiết kế của cầu chảy cụ thể. Dải rộng của dòng điện cắt kỳ vọng, mỗi dòng lại kết hợp với các điều kiện vô cùng đa dạng của TRV, chỉ có thể được bao trùm bởi hai dòng điện thử nghiệm nếu như vận dụng với hiểu biết theo kinh nghiệm về đáp ứng của cầu chảy giới hạn dòng điện. Dựa vào hiểu biết hiện có về kỹ thuật cầu chảy và dựa trên bằng chứng theo thực nghiệm, các yếu tố dưới đây đã được xem xét.

Trong thời gian hồ quang, cầu chảy hấp thụ một lượng năng lượng đến mức các dao động điện áp quá độ, do điện cảm và điện dung của mạch điện, bị làm nhụt hoàn toàn. Chỉ một ngoại lệ duy nhất có thể xuất hiện trong vài micro giây ban đầu sau khi chảy, trong khi hồ quang đang được thiết lập. Trong thời gian này, hồ quang vẫn ở trong môi trường tương đối nguội và hiệu ứng làm nhụt do hấp thụ năng lượng có thể nhỏ, gây ra điện áp quá độ giá trị đỉnh cao nếu điện áp hồ quang tăng rất nhanh đến điện áp cao hơn giá trị đỉnh của điện áp nguồn.

Tuy nhiên, ở phần lớn thiết kế của cầu chảy được bán ra hiện nay, điện áp hồ quang không tăng theo cách này và thường không tạo ra điện áp hồ quang quá mức.

Hơn nữa, các quá độ chỉ được tạo ra ở điện áp phục hồi nếu ngay trước hoặc ngay sau dòng điện zero, có sự thay đổi nhảy bậc từ điện áp hồ quang thành sức điện động của mạch điện hoặc do thay đổi nhanh dòng điện. Vì có độ dẫn dư của các sản phẩm của hồ quang nóng trong ống cầu chảy đã bị nổ nên dòng điện không bị thay đổi đột ngột và điện áp nhảy bậc là điều kiện duy nhất cần quan tâm.

Vì cầu chảy hấp thụ một lượng lớn năng lượng trong giai đoạn hồ quang nên hệ số công suất có thể được xem như dịch chuyển từ giá trị gốc của nó sang 1. Do đó, dòng điện thực tế zero gần hơn với điện áp zero so với ở mạch điện giống như vậy nhưng không có điện áp hồ quang. Với dòng điện rất cao, được ấn định là I_1 , trên thực tế không có điện áp nhảy bậc ở dòng điện zero và do đó, không tạo ra các quá độ điện áp phục hồi.

Tuy nhiên, ở chế độ thử nghiệm 2 trong đó I_2 nhìn chung thấp hơn I_1 , sự dịch chuyển hệ số công suất ít thể hiện và giá trị sức điện động của mạch điện ở dòng điện zero vừa đủ để tạo ra điện áp nhảy bậc và các quá độ đáng kể. Giá trị I_2 được chọn cẩn thận để tạo ra các điều kiện cho dịch chuyển hệ số công suất nhỏ nhất sao cho điện áp nhảy bậc lớn nhất có khả năng phù hợp với dòng điện thử nghiệm này hơn là I_1 . Trong một vài mili giây ban đầu sau dòng điện zero, các sản phẩm của hồ quang nóng vẫn ở trạng thái dẫn và độ dẫn này giảm dần do tiêu tán nhiệt, chậm hơn so với hằng số thời gian của điện áp quá độ. Ở thử nghiệm cầu chảy, độ dẫn này tạo ra thêm mức độ làm nhụt quá độ của điện áp phục hồi.

Tuy nhiên, mức độ làm nhụt tỷ lệ với trở kháng đặc tính $\sqrt{L/C} = 2\pi f_0 L$ của mạch điện. Kết quả là, các quá độ tần số tự nhiên cao hơn f_0 được làm nhụt hiệu quả hơn so với các quá độ ở tần số thấp hơn. Do đó, các quá độ tần số thấp hơn này duy trì lâu hơn, chúng đặt vào điện áp phục hồi tần số công nghiệp nên có thể tạo thêm ứng suất điện áp lên ống cầu chảy đã nổ, đặc biệt, nếu như chúng vẫn tồn tại cho đến khi đã đạt đến giá trị đỉnh của điện áp phục hồi tần số công nghiệp. Hồng học xảy ra do phóng lặp lại hồ quang do ứng suất bổ sung này và do đó, các yêu cầu kỹ thuật của thử nghiệm phải tính đến điều kiện này.

Các xem xét trên có thể được tóm tắt như dưới đây.

Điện áp hồ quang của cầu chảy có thể không bị ảnh hưởng đáng kể do điều kiện TRV của mạch điện, ngoại trừ trong một vài mili giây ban đầu sau khi chảy.

Các quá độ ở điện áp phục hồi thực tế có được tạo ra hay không phụ thuộc vào giá trị của dòng điện cắt. Quá độ cao nhất có thể xảy ra với dòng điện thử nghiệm I_2 của chế độ thử nghiệm 2, và các quá độ có tần số tự nhiên thấp nhất càng có hại hơn. Nếu dòng điện thử nghiệm I_1 rất cao so với I_2 thì thường không tạo ra quá độ.

Vì mong muốn là đặc tính TRV đối với cầu chảy và aptômát là như nhau nên chấp nhận các giá trị được tiêu chuẩn hoá trong IEC 62271-100. Tuy nhiên, để ghi nhớ các yếu tố nói trên thì các quyết định dưới đây được tính đến khi thử nghiệm.

Chế độ thử nghiệm 1 – Vì các quá độ không được tạo ra ở điện áp phục hồi thực tế nên điều kiện TRV kỳ vọng không liên quan và do đó không phải qui định. Trường hợp ngoại lệ, trong đó điều kiện TRV có thể ảnh hưởng đến điện áp hồ quang đỉnh, được đề cập riêng.

Chế độ thử nghiệm 2 – Vì các quá độ tần số thấp cho thấy có hại hơn nên các giá trị thích hợp để tạo ra TRV kỳ vọng tần số thấp điển hình có thể được tính từ các tham số của mạch điện được qui định ở IEC 62271-100 (xem Bảng 14 và Bảng 15 của tiêu chuẩn này). Giả thiết là các dao động ở một tần số thì các giá trị này thể hiện một phần tư đến một phần ba tần số thấp nhất trong IEC 62271-100 đối với các điện áp liên quan. Ngoài ra, con số về điện áp đỉnh là dựa trên hệ số biên độ bằng 1,5, so với 1,4 ở Bảng 9 và Bảng 10 của tiêu chuẩn này.

Chế độ thử nghiệm 3 – Tiêu chuẩn này không qui định điều kiện TRV; thay vào đó 6.6.1.2 qui định rằng điện trở phải mắc song song với điện kháng mạch điện để triệt tiêu hoàn toàn các quá độ dao động. Tuy nhiên, thực tế chỉ ra rằng đôi khi không triệt tiêu được hoàn toàn, đặc biệt là các mạch điện có tần số tự nhiên thấp, khi điện trở có giá trị qui định. Do đó, các giá trị này phải được thay đổi để đảm bảo ít nhất là đạt được độ làm nhụt tới hạn bất kể tần số tự nhiên của mạch điện thử nghiệm.

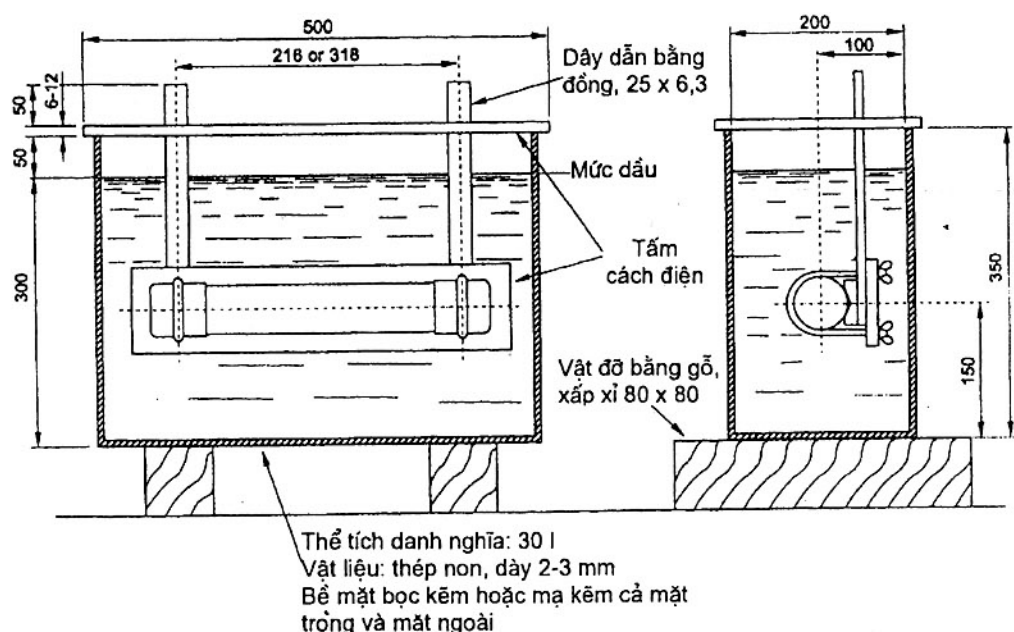
Phụ lục C

(tham khảo)

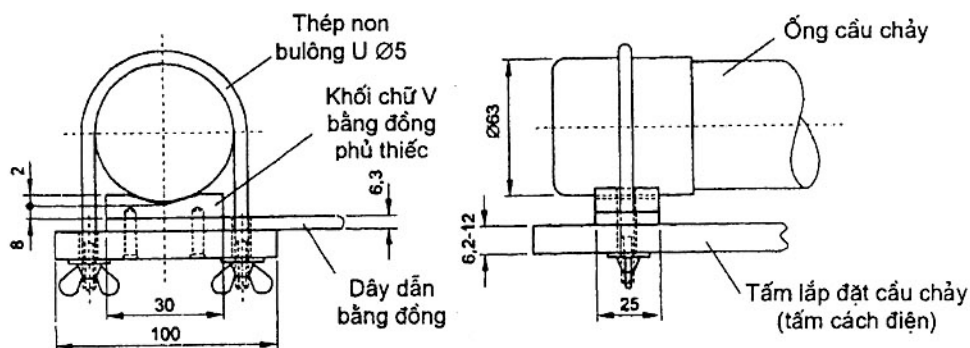
Bố trí ưu tiên dùng cho thử nghiệm độ tăng nhiệt của ống cầu chảy kín dầu dùng cho thiết bị đóng cắt

Hình C.1 đưa ra ví dụ điển hình về bố trí thử nghiệm đối với ống cầu chảy có đường kính bằng 63,5 mm, chiều dài từ 256 mm đến 361 mm và thông số dòng điện từ 63 A đến 200 A.

Kích thước tính bằng milimét



Hình C.1 – Thùng thử nghiệm đối với thử nghiệm độ tăng nhiệt của cầu chảy kín dầu



CHÚ THÍCH: Bố trí này cũng có thể được sử dụng cho thử nghiệm khả năng cắt. Có thể tăng cường thêm nếu cần, và ống cầu chảy có thể được dịch chuyển để cân bằng khe hở điện môi với thùng.

Hình C.2 – Chi tiết về bố trí kẹp dùng cho ống cầu chảy trong thùng chứa

Phụ lục D

(tham khảo)

**Kiểu và kích thước của ống cầu chảy giới hạn dòng điện
qui định trong các tiêu chuẩn quốc gia hiện hành**

Phụ lục này là bước đầu tiêu chuẩn hoá kích thước của ống cầu chảy giới hạn dòng điện. Phụ lục này chỉ thu thập và phân loại các kiểu và kích thước được qui định trong các tiêu chuẩn quốc gia khác nhau hiện nay. Dòng điện khác cùng với kích thước khác không được đề cập đến vì chúng chưa được tiêu chuẩn hoá.

Mong muốn rằng phụ lục này sẽ cung cấp cho các quốc gia các thông tin về các nỗ lực dành cho tiêu chuẩn hoá ống cầu chảy và khuyến khích các quốc gia giảm bớt về số lượng kiểu. Hy vọng rằng bước tiếp theo sẽ là cập nhật và hoàn thành phụ lục này để có được tiêu chuẩn hoá toàn cầu về khả năng lắp lẫn về kích thước của ống cầu chảy giới hạn dòng điện.

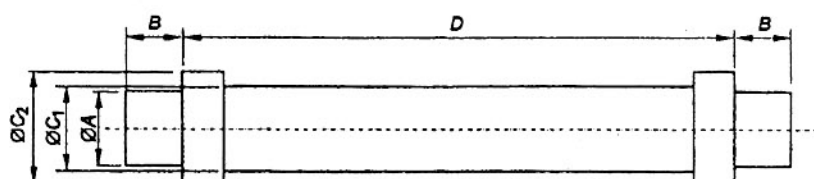
Trong lúc chờ đợi có thêm thông tin, ba kiểu ống cầu chảy (I, II và III) được xác định theo kích thước được chỉ ra trong tờ dữ liệu I, II, III dưới đây.

ỐNG CẦU CHÁY DÙNG CHO CẦU CHÁY GIỚI HẠN DÒNG ĐIỆN

 Tờ dữ liệu
 I

KIỂU I

Kích thước tính bằng milimét



$\varnothing A$	B	$\varnothing C_2$ nhỏ nhất	$\varnothing C_1$ và C_2 lớn nhất	D_{-1}^0
45 ± 1	33^{+2}_0	50	88	192 292 367 442 537
$55 \pm 0,5$	35 ± 1	60	80	450

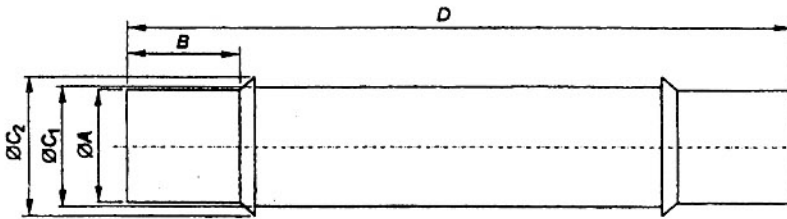
Cơ cấu đập hoặc bộ chỉ thị, nếu có, phải ở trên đường tâm của ống cầu cháy.

ỐNG CẦU CHÁY DÙNG CHO CẦU CHÁY GIỚI HẠN DÒNG ĐIỆN

Tờ dữ liệu
II

KIỂU II

Kích thước tính bằng milimét



$\varnothing A \pm 0,6$	$B \begin{smallmatrix} +13 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\varnothing C_1$ lớn nhất	$\varnothing C_2$ lớn nhất	$D \begin{smallmatrix} 0 \\ -4 \end{smallmatrix}$
25,4	15	28	28	145 197 256
50,8	38	54	55,8	275 361 587 918
63,5	38	67	68	256 361
76,2	38	80	81	256 361 587 918

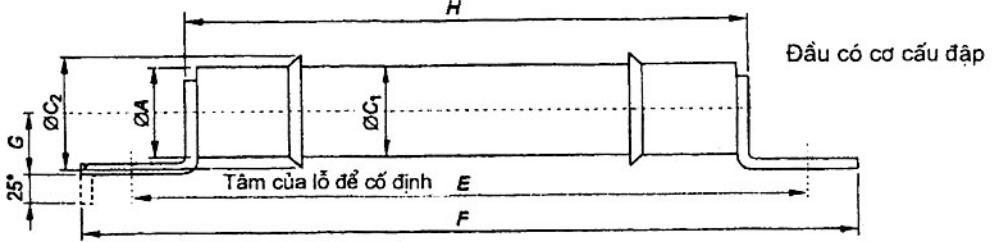
Cơ cấu đập hoặc bộ chỉ thị, nếu có, phải ở trên đường tâm của ống cầu cháy.

ỐNG CẦU CHẢY DÙNG CHO CẦU CHẢY GIỚI HẠN DÒNG ĐIỆN

Tờ dữ liệu
III

KIỂU III

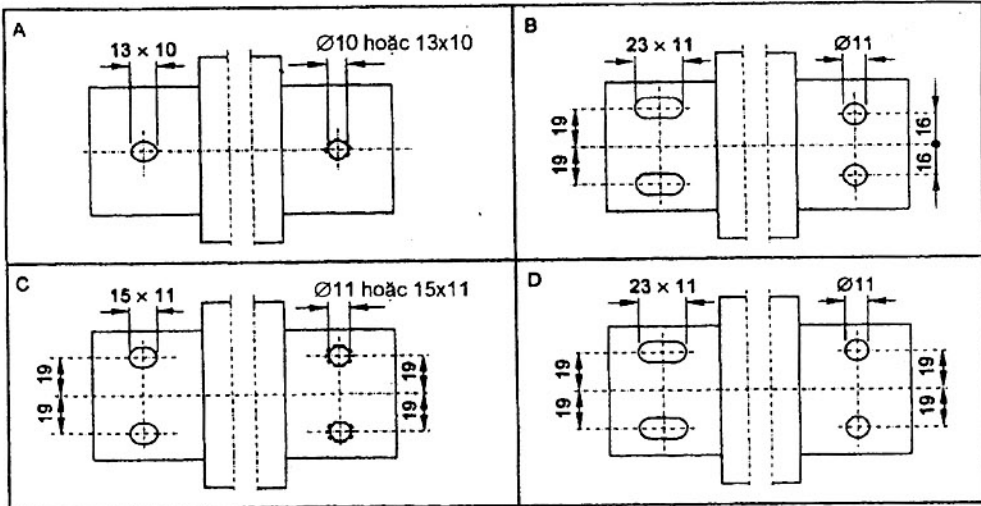
Kích thước tính bằng milimét



* Chỉ đối với đầu bịt D

ØA lớn nhất	ØC ₁ lớn nhất	ØC ₂ lớn nhất	E	F ₋₈ ⁰	H lớn nhất	G	Đầu bịt
80	80	81	235	259	200	42 ± 2	Hình A
			305	340	264	42 ± 2	Hình B
			419	464	369	41 ± 2	Hình D
82	82	91	235	277	205	Lớn hơn hoặc bằng ØC ₂ /2	Hình A
			267	309	227		Hình C
			305	347	269		Hình B-C
			320	382	280		Hình C
			400	442	360		Hình C
			419	464	375		Hình D
			478	518	436		Hình C
553	595	517	Hình B				

Một hoặc hai lỗ tròn hoặc ô van được cung cấp trên đầu bịt ống cầu chảy như dưới đây.



Cơ cấu đập hoặc bộ chỉ thị, nếu có, phải ở trên đường tâm của ống cầu chảy (vẽ phía bên phải của bản vẽ).

Phụ lục E

(qui định)

Yêu cầu đối với một số kiểu ống cầu chảy nhất định được thiết kế để sử dụng ở nhiệt độ xung quanh lớn hơn 40 °C

E.1 Kiểu ống cầu chảy được đề cập trong phụ lục này

E.1.1 Yêu cầu chung

Chỉ có một số kiểu ống cầu chảy nhất định được đề cập trong phụ lục này. Các kiểu khác, mặc dù được sử dụng trong các ứng dụng mà ống cầu chảy phải chịu nhiệt độ xung quanh lớn hơn 40 °C, nhưng do có kết cấu, ứng dụng hoặc vì lý do lịch sử vận hành nên được coi như không phải đáp ứng một số hoặc tất cả các yêu cầu này.

E.1.2 Kiểu ống cầu chảy được đề cập

- a) Ống cầu chảy loại hỗ trợ bảo vệ và ống cầu chảy loại thông dụng có thành phần hữu cơ như định nghĩa ở 3.3.10
- b) Ống cầu chảy toàn dải của tất cả các kiểu

E.1.3 Ống cầu chảy được miễn trừ

- a) Ống cầu chảy loại hỗ trợ bảo vệ và ống cầu chảy loại thông dụng không được phân loại là có thành phần hữu cơ được miễn áp dụng các yêu cầu về thử nghiệm cắt MAT.
- b) Ống cầu chảy có thành phần hữu cơ chỉ dùng với thiết bị đóng cắt tác động bởi cơ cấu đập được miễn áp dụng các yêu cầu về thử nghiệm cắt MAT.
- c) Ống cầu chảy hỗ trợ bảo vệ có thành phần hữu cơ dự kiến chỉ sử dụng trong thiết bị không có nguồn nhiệt đáng kể ngoài bản thân cầu chảy (ví dụ ống cầu chảy trong tổ hợp thiết bị đóng cắt-cầu chảy được đề cập ở IEC 62271-105 hoặc tương tự) được miễn áp dụng các yêu cầu về thử nghiệm cắt MAT.

E.2 Giới thiệu

Các điều kiện vận hành bình thường được nêu trong 2.1 qui định nhiệt độ môi trường lớn nhất là 40 °C. Tuy nhiên có một số kiểu cầu chảy được thiết kế để sử dụng ở nhiệt độ bao quanh cao hơn hẳn giới hạn này. Các ví dụ ứng dụng bao gồm việc sử dụng trong thùng máy biến áp và các thiết bị khác có khả năng phát nhiệt đáng kể và cả các trường hợp liên quan đến ánh sáng mặt trời mạnh chiếu vào hoặc nhiệt độ môi trường cao. Phụ lục này liệt kê các kiểu cụ thể về ống cầu chảy liên quan, và các yêu cầu

đặc biệt áp dụng cho cầu chảy đối với các ứng dụng này. Khi ống cầu chảy được thiết kế để sử dụng cho ứng dụng có yêu cầu thử nghiệm theo phụ lục này, cầu chảy được ấn định nhiệt độ áp dụng lớn nhất (MAT) được xác định trong Điều E.3. Đó là nhiệt độ tại đó thực hiện các thử nghiệm. Nếu nhiệt độ lớn nhất đối với ứng dụng cụ thể đã biết thì cầu chảy được thử nghiệm thích hợp có thể chọn được (nghĩa là, cầu chảy có MAT bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ lớn nhất dự kiến trong vận hành).

Cần lưu ý rằng, với một số ứng dụng, MAT có thể chỉ xuất hiện trong các điều kiện không bình thường, ví dụ quá tải máy biến áp hoặc trong quá trình sự cố của thiết bị. Trong những trường hợp như vậy, mặc dù cầu chảy có thể được ấn định một MAT thích hợp nhưng có thể không thích hợp để làm việc liên tục ở nhiệt độ này mà không vượt quá nhiệt độ lớn nhất qui định trong Bảng 6. Thực vậy, một số giá trị MAT điển hình có thể cao hơn nhiệt độ lớn nhất qui định trong Bảng 6.

Cầu chảy được đề cập ở phụ lục này có nhiều khả năng phải giảm thông số đặc trưng đối với các điều kiện vận hành điển hình (xem Phụ lục F và tham khảo nhà chế tạo để có thông tin về giảm thông số đặc trưng của cầu chảy ở nhiệt độ môi trường lớn hơn 40 °C).

E.3 Định nghĩa

Nhiệt độ áp dụng lớn nhất (MAT)

Đây là nhiệt độ được nhà chế tạo ấn định cho ống cầu chảy. Đó là nhiệt độ lớn nhất của môi chất bao quanh ống cầu chảy mà đã chứng tỏ có khả năng chịu được mà không gây ảnh hưởng xấu đến khả năng ngắt dòng điện sự cố. Nhiệt độ này chỉ áp dụng cho cầu chảy được thiết kế để sử dụng ở nhiệt độ lớn hơn 40 °C.

E.4 Thông số MAT ưu tiên

Đối với ống cầu chảy dự kiến để sử dụng ở nhiệt độ lớn hơn 40 °C, nhà chế tạo phải cung cấp thông tin liên quan đến giá trị MAT. Giá trị này cần chọn từ dãy R20 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 112, 125, 140, v.v... Giá trị ưu tiên là 71 °C, 112 °C và 140 °C.

E.5 Điều kiện vận hành đặc biệt

Các yêu cầu trong phụ lục này thích hợp để bao trùm các điều kiện làm việc dưới đây. Chúng giống như các điều kiện được đề cập trong Phụ lục tham khảo F, đề cập đến việc giảm thông số đặc trưng khi nhiệt độ môi trường lớn hơn 40 °C.

a) Cầu chảy được lắp ngoài trời có không khí lưu thông tự do xung quanh ống cầu chảy. MAT danh định của ống cầu chảy liên quan dựa vào nhiệt độ của không khí làm mát cầu chảy.

b) Cầu chảy được lắp trong hộp lớn có lưu thông không khí tương đối tự do xung quanh ống cầu chảy. MAT danh định của ống cầu chảy liên quan dựa vào nhiệt độ của không khí làm mát cầu chảy bên trong hộp.

c) Ống cầu chảy được lắp trong hộp tương đối nhỏ hoặc ngắn (xem điểm c) của Điều F.2). Điều quan trọng là lưu ý rằng MAT danh định của ống cầu chảy liên quan dựa vào nhiệt độ của không khí hoặc chất lỏng bên ngoài hộp nhỏ hoặc ngắn để làm mát nó.

CHÚ THÍCH: Các khí không phải là không khí có thể được sử dụng để làm mát, ví dụ SF₆.

d) Đối với cầu chảy lắp trong hộp lớn có chất lỏng lưu thông tương đối tự do xung quanh ống cầu chảy. MAT danh định của ống cầu chảy liên quan dựa vào nhiệt độ của chất lỏng làm mát cầu chảy.

E.6 Yêu cầu thử nghiệm cắt bổ sung

E.6.1 Thông lệ thử nghiệm

Thông lệ thử nghiệm cắt phải như qui định ở 6.3, 6.6.1 và như dưới đây.

Phải thực hiện các thử nghiệm dưới đây ngoài các thử nghiệm được qui định ở 6.6, trừ khi có qui định khác trong phụ lục này.

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm theo 6.6 với nhiệt độ xung quanh nhỏ hơn 40 °C là cần thiết vì đối với một số thiết kế cầu chảy, và đối với các khía cạnh nhất định về tính năng cắt, thử nghiệm ở nhiệt độ thấp hơn có thể khắc nghiệt hơn. Thử nghiệm ở nhiệt độ nâng cao là cần thiết vì với một số thiết kế khác, và đối với các khía cạnh về tính năng cắt khác, thử nghiệm ở nhiệt độ nâng cao có thể khắc nghiệt hơn.

a) Chế độ thử nghiệm 1:

Không yêu cầu các thử nghiệm bổ sung.

CHÚ THÍCH: Các thử nghiệm của chế độ thử nghiệm 1 được xem là không cần thiết vì không đạt thử nghiệm ở nhiệt độ nâng cao thường liên quan đến nhiệt độ tăng cao của các bộ phận hợp thành và các thử nghiệm ở chế độ thử nghiệm 2 (xấp xỉ năng lượng hồ quang lớn nhất) thường tạo ra ở nhiệt độ cao hơn.

b) Chế độ thử nghiệm 2:

Đối với cầu chảy hỗ trợ bảo vệ có thành phần hữu cơ, cầu chảy thông dụng có thành phần hữu cơ và cầu chảy toàn dải có thành phần hữu cơ, phải thực hiện ba thử nghiệm ở chế độ thử nghiệm 2, ngoài các thử nghiệm qui định ở Bảng 13, với cầu chảy ở nhiệt độ xung quanh lớn nhất do nhà chế tạo qui định (MAT). Các thử nghiệm bổ sung chỉ áp dụng cho thông số dòng điện lớn nhất của dây đồng nhất.

c) Chế độ thử nghiệm 3:

Cầu chảy hỗ trợ bảo vệ có thành phần hữu cơ: Đối với cầu chảy này, nếu thời gian chảy quan sát được trong các thử nghiệm của chế độ thử nghiệm 3 được qui định trong 6.6.1.1 và thực hiện ở nhiệt độ xung quanh nhỏ hơn 40 °C gây ra thời gian chảy lớn hơn 100 s thì phải thực hiện hai thử nghiệm bổ sung của chế độ thử nghiệm 3 với cầu chảy ở MAT của nó. Các thử nghiệm bổ sung này chỉ áp dụng cho thông số dòng điện lớn nhất của dây đồng nhất có thời gian chảy lớn hơn 100 s.

TCVN 7999-1 : 2009

Tất cả các cầu chảy thông dụng: Không yêu cầu thử nghiệm bổ sung (nhưng xem 9.3.2).

Tất cả các cầu chảy toàn dải: Các thử nghiệm qui định trong Bảng 13 được thay bằng các thử nghiệm được qui định ở E.6.3.

E.6.2 Qui trình thử nghiệm

Qui trình thử nghiệm phải như qui định ở 6.6.2, 6.6.3 và như dưới đây.

Trong hầu hết các trường hợp, thử nghiệm ở nhiệt độ nâng cao được đề cập trong phụ lục này có thể được thực hiện với mẫu thử nghiệm đặt trong môi trường nhiệt ổn định, ví dụ như lò có khống chế nhiệt độ, đặt đến nhiệt độ tại đó cầu chảy được nhà chế tạo đặt thông số danh định (MAT). Khi thân cầu chảy đạt đến nhiệt độ ổn định thì quạt lưu thông không khí phải được tắt trong thời gian còn lại của thử nghiệm. Nếu cầu chảy chỉ dự kiến để sử dụng trong hộp chứa đầy dầu mà để thuận tiện lại được thử nghiệm trong không khí (xem 6.6.1.5.2) thì không cần tắt quạt lưu thông không khí trong suốt thử nghiệm.

Nhìn chung, khi thực hiện thử nghiệm theo Phụ lục E thì không lắp ống cầu chảy vào thiết bị thực tế mà nó sẽ được sử dụng khi làm việc (ví dụ, khi lò được sử dụng để tạo ra MAT). Trong trường hợp này, mặc dù ống cầu chảy cần lắp đặt theo cách mô phỏng các điều kiện làm việc càng đúng càng tốt nhưng cũng phải nhận thấy rằng có thể chưa phải tất cả các khía cạnh về lắp đặt ống cầu chảy (ví dụ, nối đất các phần tử) đã hoàn toàn phù hợp với các yêu cầu ở 6.3 và 6.6. Tuy nhiên, điều này có thể chấp nhận được vì thử nghiệm ở Phụ lục E được thực hiện ngoài các thử nghiệm được đề cập trong 6.6.

Nếu ống cầu chảy, được yêu cầu thử nghiệm theo phụ lục này, dự kiến để sử dụng trong hộp nhỏ (xem điểm c) của Điều E.5) thì ống cầu chảy phải được thử nghiệm theo hộp nhỏ thích hợp (tạo thành một hộp đựng cầu chảy, FEP) để mô phỏng các điều kiện làm việc. Nếu MAT được ấn định cho ống cầu chảy/FEP lớn hơn 40 °C thì tổ hợp cầu chảy và hộp phải được đặt trong lò hoặc trong hộp lớn hơn để cho phép môi chất xung quanh làm mát FEP (ví dụ, không khí hoặc dầu) để có nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng MAT ấn định. Gia nhiệt thêm, như mô tả ở trên có thể được sử dụng. Nói chung, không cần thử nghiệm riêng FEP nếu ống cầu chảy sử dụng FEP đã được thử nghiệm theo các điều kiện tương đương hoặc khắc nghiệt hơn.

E.6.3 Cầu chảy toàn dải: Các thử nghiệm của chế độ thử nghiệm 3

Đối với cầu chảy toàn dải dự kiến để sử dụng ở nhiệt độ xung quanh lớn hơn 40 °C, các thử nghiệm của chế độ thử nghiệm 3 phải được thực hiện trong hộp đã gia nhiệt được thiết kế để mô phỏng ứng dụng này, như mô tả chi tiết ở E.6.2.

Dòng điện thử nghiệm I_3 được chọn để thể hiện dòng điện thấp nhất có thể làm chảy ống cầu chảy khi đặt nó ở nhiệt độ xung quanh lớn nhất do nhà chế tạo qui định (MAT). Mô tả chi tiết bố trí thử nghiệm và phương pháp xác định dòng điện I_3 được nêu ở E.7.

Sau đó, thử nghiệm cắt gồm hai phần được tiến hành theo điểm c) hoặc d) của 6.6.3.1. Dòng điện nguồn cao áp I_3 được xác định từ thử nghiệm nhiệt mô tả trong Điều E.7. Nguồn hạ áp có thể được đặt ở giá trị cao hơn I_3 trong suốt thời gian chảy để tránh thời gian thử nghiệm dài không cần thiết, với điều kiện là thời gian trước hồ quang không nhỏ hơn 1 h.

Sau 1 h, dòng điện nguồn hạ áp có thể tăng lên đến 15 % cao hơn giá trị ban đầu để gây chảy.

E.7 Cấu chảy toàn dài: xác định dòng điện I_3

Quy trình này có thể do nhà chế tạo thực hiện.

Phải sử dụng ba mẫu để xác định giá trị I_3 . Mỗi mẫu được đặt trong môi trường nhiệt ổn định như mô tả ở E.6.2, đặt đến nhiệt độ (MAT được nhà chế tạo đặt thông số danh định cho cấu chảy).

Khi thân ống cấu chảy đạt đến nhiệt độ ổn định thì đặt dòng điện vào cấu chảy. Khi nhiệt độ thân ống cấu chảy đã ổn định lại, giá trị của dòng điện lại được tăng lên. Quá trình này được lặp lại cho đến khi cấu chảy tác động. Nhiệt độ được xác định là ổn định khi mức tăng của độ tăng nhiệt không vượt quá 2 % hoặc 1 °C/h.

Giá số của mức tăng dòng điện không được qui định nhưng thường nằm trong dải từ 5 % đến 10 %.

Sau đó, xem xét dòng điện cao nhất mà mỗi ống cấu chảy trong ba ống cấu chảy phải mang. I_3 được xác định là 0,9 lần dòng điện thấp nhất của ba giá trị này. Số 0,9 được sử dụng để bù vào dung sai chế tạo để thử nghiệm I_3 được thực hiện với dòng điện nhỏ hơn rất ít so với dòng điện thấp nhất có thể gây chảy ống cấu chảy khi nó tác động với nhiệt độ lớn nhất bao quanh, được nhà chế tạo đặt thông số danh định cho cấu chảy.

Phụ lục F

(tham khảo)

Phương pháp giảm thông số đặc trưng khi nhiệt độ môi trường xung quanh cầu chảy lớn hơn 40 °C

F.1 Mục đích

Mục đích của phụ lục này là cung cấp hướng dẫn xác định việc giảm thông số đặc trưng của cầu chảy do nhiệt khi nhiệt độ xung quanh cầu chảy vượt quá 40 °C. Điều này có thể là do nhiệt độ môi trường cao hơn trong trạng thái không có hộp hoặc do được sử dụng trong hộp. Vì vậy các phương pháp được nêu cho các trường hợp sau:

- a) giảm thông số đặc trưng khi đặt ở nhiệt độ môi trường không khí lớn hơn 40 °C;—
- b) giảm thông số đặc trưng khi đặt trong hộp tương đối lớn;
- c) giảm thông số đặc trưng khi đặt trong hộp tương đối nhỏ;
- d) giảm thông số đặc trưng khi đặt trong hộp có dầu bao quanh ống cầu chảy.

Ngoài ra, có thể sử dụng phương pháp e) thay cho các phương pháp a), b), c) và d).

CHÚ THÍCH: Các phương pháp giảm thông số đặc trưng khác được sử dụng ở một số nước nhất định; xem thư mục tài liệu tham khảo.

F.2 Yêu cầu chung

Tiêu chuẩn này nêu hướng dẫn, xem 9.3.2, về việc chọn dòng điện danh định của ống cầu chảy và khuyến cáo rằng nếu sử dụng hộp có thể phải xác định một dòng điện liên tục cho phép lớn nhất I_{end} khác đối với tổ hợp riêng của ống cầu chảy và hộp. Khuyến cáo thêm rằng tính thích hợp đối với ứng dụng cụ thể của ống cầu chảy nằm trong hộp là trách nhiệm của nhà cung ứng hộp đựng cầu chảy (FEP).

CHÚ THÍCH: FEP nghĩa là tổ hợp cầu chảy trong hộp của nó.

Kết quả của thử nghiệm công suất tiêu tán (xem 6.5) cùng với phương pháp xác định nhiệt độ của hộp cho phép nhà chế tạo FEP đánh giá dòng điện liên tục cho phép lớn nhất mà FEP bất kỳ có thể mang, trước khi xác nhận bằng các thử nghiệm.

Nhiều ống cầu chảy cao áp được sử dụng cho ứng dụng của mạch máy biến áp, trong đó IEC 60787 nêu hướng dẫn chọn ống cầu chảy. Như đã chỉ ra ở điểm a) của Điều 3 của IEC 60787, các ống cầu chảy này cần có dòng điện tác động tương đối cao trong phạm vi 0,1 s của đặc tính thời gian-dòng điện.

Để đáp ứng yêu cầu này, dòng điện danh định của ống cầu chảy nói chung vượt quá dòng điện đầy tải của mạch điện và, do đó, việc giảm thông số đặc trưng như đã xác định bằng cách sử dụng phụ lục này là đáp ứng.

Việc cần giảm thông số đặc trưng của ống cầu chảy là do một trong các lý do dưới đây.

- Để giới hạn nhiệt độ điểm nóng bên trong đến giá trị không gây ra suy giảm chất lượng. Giá trị này phụ thuộc vào thiết kế ống cầu chảy cụ thể.
- Để đảm bảo rằng nhiệt độ tiếp xúc không vượt quá các giá trị lớn nhất được nêu trong Bảng 6 của tiêu chuẩn này.

Thường thì yêu cầu thứ nhất của các yêu cầu này xác định thông số đặc trưng của ống cầu chảy. Tuy nhiên, khi việc làm mát trở nên hạn chế hơn và mức giảm dòng điện danh định tăng lên thì độ giảm nhiệt độ từ phần tử dây chảy đến phần bên ngoài của thân cầu chảy cũng giảm đi. Điều này dẫn đến chuyển dịch từ việc xác định dòng điện tải lớn nhất bằng nhiệt độ điểm nóng của các phần tử chảy sang việc xác định dòng điện tải lớn nhất bằng nhiệt độ của các tiếp xúc.

a) Giảm thông số đặc trưng khi sử dụng ở nhiệt độ môi trường không khí lớn hơn 40 °C

Giả thiết rằng dòng điện danh định của ống cầu chảy không được áp dụng khi nhiệt độ môi trường xung quanh ống cầu chảy vượt quá 40 °C, Hình F.1 đưa ra giảm thông số đặc trưng theo phần trăm yêu cầu là hàm của nhiệt độ môi trường. Các đường cong khác nhau ứng với các giá trị nhiệt độ lớn nhất của các tiếp xúc và đầu nối như qui định trong Bảng 6.

Nhấn mạnh rằng việc giảm thông số đặc trưng dựa vào các giới hạn nhiệt độ lớn nhất ở Bảng 6 mà không phải dựa vào các nhiệt độ thực tế đạt được khi tiến hành các thử nghiệm độ tăng nhiệt theo 6.5 của tiêu chuẩn này. Cần tính đến các ống cầu chảy có mức danh định theo cách sao cho độ tăng nhiệt lớn nhất của chúng thấp hơn các giá trị lớn nhất cho phép trong Bảng 6. Điều này đặc biệt đúng đối với các thông số đặc trưng nhỏ mà có thể áp dụng tương đương với các thông số đặc trưng lớn. Việc giảm thông số đặc trưng này cho phép các yếu tố khác trong ống cầu chảy, đặc biệt là nhiệt độ điểm nóng, và nói chung sẽ dẫn đến các hệ số giảm thông số đặc trưng thiên về phía an toàn. Các giá trị thu được từ Hình F.1 dự kiến để sử dụng khi không có sẵn các thông tin chính xác hơn từ nhà chế tạo ống cầu chảy. Khi sẵn có các thông tin này thì có thể áp dụng các hệ số giảm thông số đặc trưng ít khắc nghiệt hơn.

b) Giảm thông số đặc trưng khi sử dụng trong hộp tương đối lớn

Trong loại này điển hình là các hộp ba pha làm tản nhiệt đáng kể từ các ống cầu chảy do đối lưu. Mặc dù không nhất thiết được cấu tạo từ kim loại nhưng khe hở không khí đến các cạnh (và các vách ngăn, nếu có) của hộp phải nhất quán với khe hở yêu cầu cho mục đích điện thích hợp với môi chất trực tiếp bao quanh các ống cầu chảy đối với các hộp kiểu kim loại không có che phủ.

Đối với các hộp như vậy, có thể sử dụng Hình F.1 để hỗ trợ cho việc xác định giá trị I_{encl} đối với các ống cầu chảy khi được sử dụng trong hộp đã cho. Nếu nhiệt độ của môi chất xung quanh cầu chảy đã biết

TCVN 7999-1 : 2009

thì Hình F.1 được sử dụng để kiểm tra xem I_{encI} có đúng không. Tuy nhiên, khó khăn cần khắc phục là nhiệt tạo ra do ống cầu chảy có ảnh hưởng trực tiếp đến nhiệt độ bên trong hộp.

IEC 60890 nêu phương pháp tính độ tăng nhiệt của không khí bên trong hộp và có thể áp dụng các nguyên lý như vậy cho hộp có chứa ống cầu chảy cao áp.

Xem xét ví dụ thể hiện trên Hình F.2 và giả thiết ống cầu chảy 100 A có công suất tiêu tán là 85 W ở dòng điện danh định.

CHÚ THÍCH: Giá trị công suất tiêu tán thực tế có được từ nhà chế tạo ống cầu chảy phù hợp với 6.5.3.

Điền vào bảng thể hiện trên Hình F.3 (giải thích đầy đủ về qui trình này được nêu trong IEC 60890).

Bảng đã điền vào hoàn chỉnh được thể hiện trên Hình F.4 và giả thiết giá trị I_{encI} bằng 80 A. Từ phần thứ nhất thu được từ giá trị của bề mặt làm mát hiệu quả A_e . Hằng số K, d, x và c có được từ IEC 60890. Công suất tiêu tán hiệu quả P đòi hỏi một số giải thích.

Cần thiết phải giả thiết một giá trị I_{encI} và thu được công suất tiêu tán thích hợp. Với đánh giá ban đầu trong ví dụ này, giá trị I_{encI} bằng 80 A đã giả thiết cho công suất tiêu tán bằng $(80/100)^2 \times 85 = 54,4$ W. Độ tăng nhiệt thu được của hộp ở điểm trên cùng được xác định là 37,5 °C.

Nếu kiểm tra theo Hình F.1 đối với hệ số giảm thông số đặc trưng ở các tiếp xúc xiết bằng bulông (105 °C) và ở nhiệt độ môi trường là 40 °C + 37,5 °C = 77,5 °C thì hệ số giảm thông số đặc trưng là 65 %. Vì vậy, do dòng điện danh định đã chọn bằng 100 A vượt quá dòng điện danh định nhân với hệ số giảm thông số đặc trưng (tức là 100 A x 0,65 = 65 A) nên giá trị I_{encI} bằng 80 A được xem là quá lớn.

Tiếp theo, lặp lại qui trình này với dòng điện nhỏ hơn. Xem xét dòng điện I_{encI} bằng 70 A thì công suất tiêu tán là $(70/100)^2 \times 85 = 41,6$ W. Lần này cho độ tăng nhiệt của hộp ở điểm phía trên là 30,3 °C. Bây giờ, nếu kiểm tra theo Hình F.1 với nhiệt độ môi trường là 40 °C + 30,3 °C = 70,3 °C thì hệ số giảm thông số đặc trưng là 73 %. Vì vậy, thông số đặc trưng cho phép là 0,73 x 100 A = 73 A lớn hơn giá trị I_{encI} đề xuất là 70 A và do đó, lần đánh giá này được chấp nhận.

Ví dụ này chỉ ra rằng thông tin sẵn có trên Hình F.1 và IEC 60890 có thể được sử dụng để đánh giá giá trị I_{encI} chấp nhận được đối với một FEP. Trong trường hợp có các thiết bị hoặc dây nối khác trong hộp tạo ra công suất tiêu tán đáng kể thì các giá trị này cần được cộng vào công suất tiêu tán của ống cầu chảy.

c) Giảm thông số đặc trưng khi sử dụng trong hộp tương đối nhỏ hoặc ngắn

Các đặc trưng chính của ngăn, khi xem xét giảm thông số đặc trưng của ống cầu chảy là:

- Ngăn là hộp một pha điển hình.
- Khoảng cách giữa bề mặt bên ngoài của ống cầu chảy và vách bên trong của ngăn này là nhỏ, thường từ 10 % đến 25 % đường kính ống cầu chảy.

- Do không gian hẹp, làm mát bằng đối lưu là ít đáng kể, trong khi đó, bức xạ và dẫn nhiệt chiếm chủ yếu. Ống cầu chảy và ngăn hình thành một cụm lắp ráp liền, và việc giảm thông số đặc trưng có thể dựa vào công suất tiêu tán lớn nhất mà cụm lắp ráp này có thể chịu được.
- Tùy thuộc vào kết cấu của ngăn và vật liệu được sử dụng mà trong một số trường hợp, nhiệt độ của phần bên trong ngăn có thể là yếu tố xác định để giảm thông số đặc trưng.

Vi sự tương tác chặt chẽ giữa ngăn và ống cầu chảy nên việc giảm thông số đặc trưng của tổ hợp này thường chỉ có thể xác định bằng phép đo.

d) Giảm thông số đặc trưng khi sử dụng trong hộp có dầu bao quanh ống cầu chảy

Dòng điện danh định của ống cầu chảy dự kiến để sử dụng trong dầu được xác định bằng các thử nghiệm trong các điều kiện tương đối hạn chế, được thiết kế để mô phỏng các điều kiện làm việc (xem 6.5.1.2). Do đó, việc giảm thông số đặc trưng, nếu có, trong hộp thường rất nhỏ. Tuy nhiên, cần tính đến nhiệt độ môi trường bên ngoài lớn hơn 40 °C.

Tóm tắt

Phương pháp từ a) đến d) là phương tiện đánh giá và không thay thế cho các thử nghiệm thực tế mà nhà chế tạo FEP có thể tiến hành. Khi nhà chế tạo FEP thực hiện các thử nghiệm thì kết quả của các thử nghiệm này quan trọng hơn bất kỳ đánh giá nào được thực hiện theo phụ lục này.

e) Phương pháp thay thế để thiết lập việc giảm thông số đặc trưng

Trong trường hợp nhà chế tạo FEP hoặc người sử dụng cuối cùng có thể thực hiện các thử nghiệm trên thiết bị hoàn chỉnh với cầu chảy liên quan thì có thể chấp nhận phương pháp dưới đây để thiết lập giá trị I_{end} đối với FEP.

1) Có được từ nhà chế tạo cầu chảy giá trị công suất tiêu tán (W_c) ở dòng điện danh định (I_c) của cầu chảy trong các điều kiện thử nghiệm bình thường được qui định trong tiêu chuẩn này (xem 6.5.3).

Từ giá trị này, tính điện trở nóng cho phép lớn nhất của ống cầu chảy ($W_c/I_c^2 r$).

2) Lắp đặt bộ ba cầu chảy như trong vận hành. Đặt giá trị dòng điện thử nghiệm tăng dần cho đến khi:

- điện trở nóng (như đã nêu bằng cách chia điện áp rơi trên mỗi ống cầu chảy cho dòng điện) đạt đến giá trị tính được theo điểm 1) ở trên, hoặc
- độ tăng nhiệt trên các tiếp xúc của cầu chảy và đầu nối đạt đến các giới hạn cho phép qui định ở 4.7.

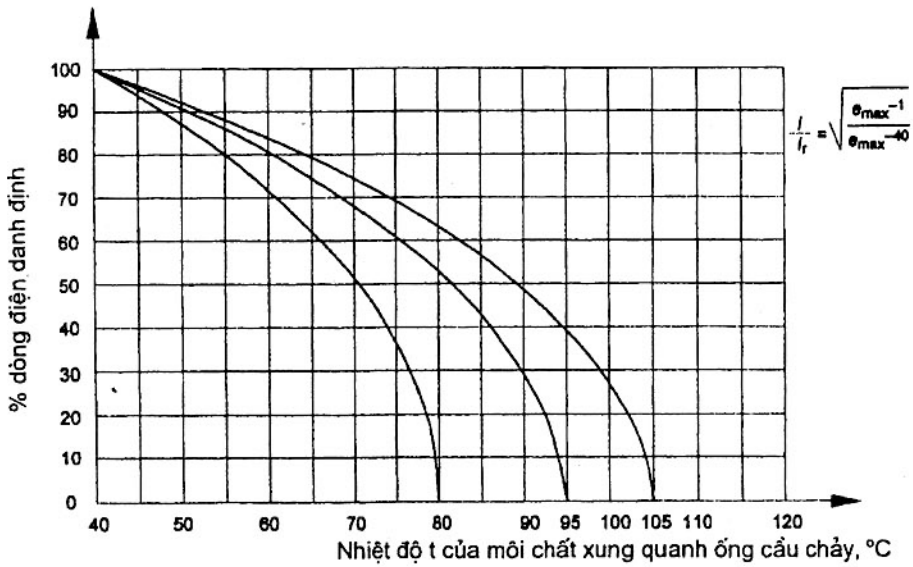
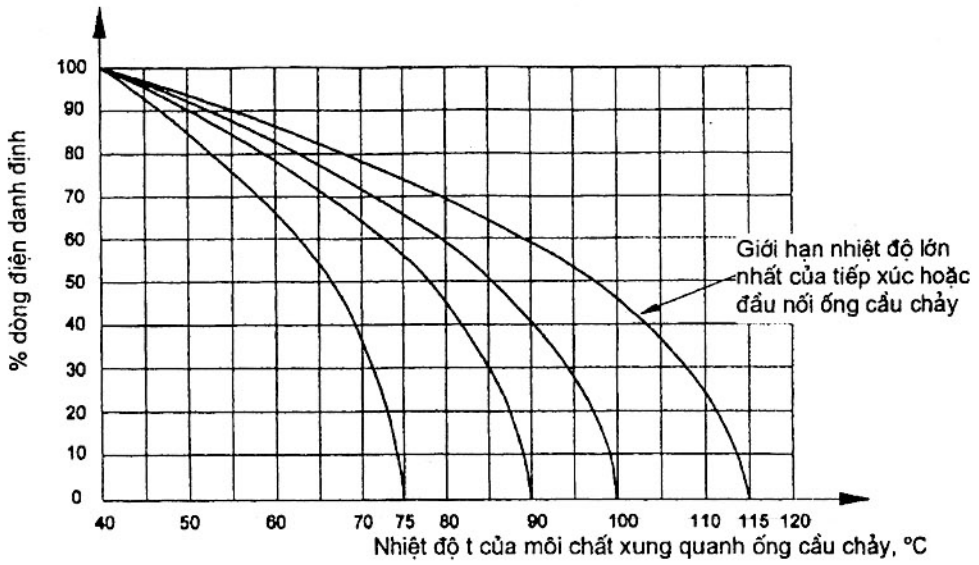
3) Giá trị I_{end} đối với ống cầu chảy phải thấp hơn:

- giá trị gây ra điện trở nóng cho phép lớn nhất;
- giá trị gây ra độ tăng nhiệt lớn nhất thích hợp được qui định ở 4.7.

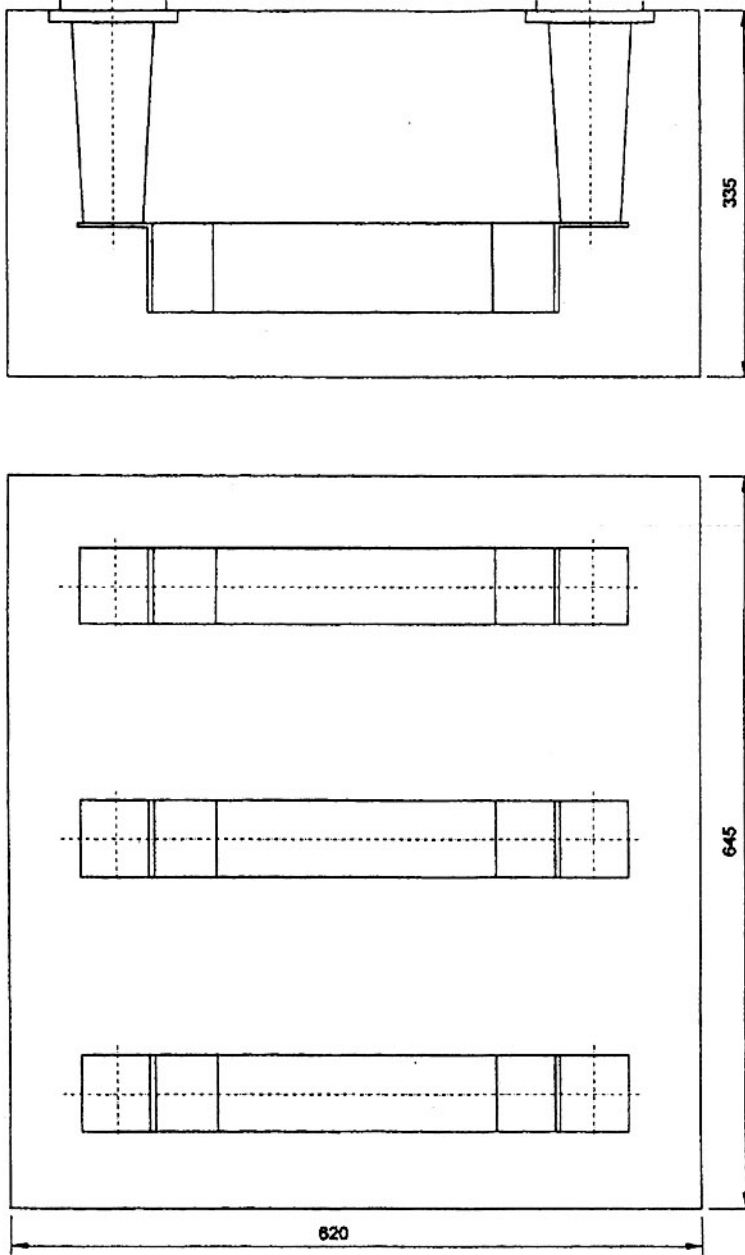
TCVN 7999-1 : 2009

Cũng cần lưu ý rằng phụ lục này liên quan đến các yêu cầu về dòng điện đầy tải liên tục của thiết bị kết hợp và/hoặc thiết bị bảo vệ như máy biến áp hoặc động cơ. Việc sử dụng trong điều kiện quá tải chu kỳ phải theo thoả thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

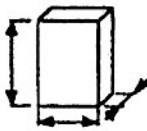
Giới hạn nhiệt độ			
Nhiệt độ lớn nhất °C	Môi chất	Kiểu	Lớp phủ
75	không khí	tiếp xúc bằng lực lò xo	không phủ
80	dầu	tiếp xúc bằng lực lò xo	không phủ
		tiếp xúc bằng xiết bulông	không phủ
90	không khí	tiếp xúc bằng xiết bulông	không phủ
		tiếp xúc bằng xiết bulông	không phủ
	dầu	tiếp xúc bằng lực lò xo	bạc, thiếc hoặc niken
95	không khí	tiếp xúc bằng lực lò xo	thiếc
100	dầu	tiếp xúc bằng xiết bulông	bạc, thiếc hoặc niken
105	không khí	tiếp xúc bằng lực lò xo	bạc hoặc niken
		tiếp xúc bằng xiết bulông	thiếc
		đầu nối xiết bằng bulông	bạc, thiếc hoặc niken
115	không khí	tiếp xúc bằng xiết bulông	bạc hoặc niken



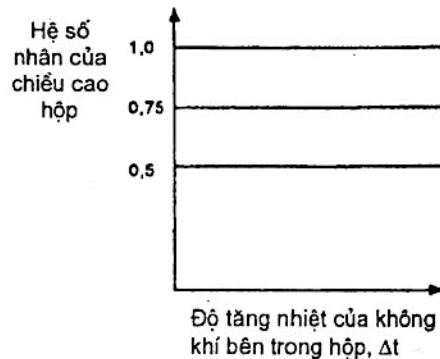
Hình F.1 – Đường cong giảm thông số đặc trưng



Hình F.2 – Ví dụ thực tế: các kích thước

Calculation of temperature rise of air inside enclosures					
Customer/plant					
Type of enclosure					
Relevant dimensions for temperature rise	height	mm	Type of installation:		
	width	mm	Ventilation openings: yes/no		
	depth	mm	Number of horizontal partitions:		
Effective cooling surface		Dimensions	A_o	Surface factor b according to table III	$A_o \times b$ (column 3) x (column 4)
		m x m	m^2		m^2
		2	3	4	5
	Top				
	Front				
	Rear				
	Left-hand side				
Right-hand side					
$A_o - \Sigma (A_o \times b) = \text{Total}$					
With an effective cooling surface A_o					
Exceeding $1,25 m^2$			Not exceeding $1,25 m^2$		
$t = \frac{h^{1,35}}{A_o}$ (see 5.2.3)			$\theta = \frac{h}{w}$ (see 5.2.3)		
Air inlet openings cm^2					
Enclosure constant k					
Factor for horizontal partitions d					
Effective power loss P W					
$P^2 = P^{***}$					
$\Delta t_{0,5} = k \cdot d \cdot P^2$ $^{\circ}C$					
Temperature distribution factor c					
$\Delta t_{1,0} = c \cdot \Delta t_{0,5}$ $^{\circ}C$					

Đường đặc tính:



Trích từ IEC 60890

Hình F.3 – Trích từ IEC 60890

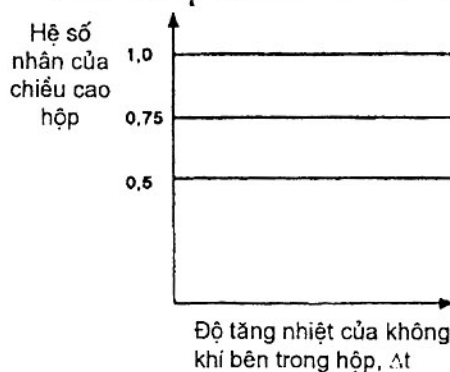
Tinh độ tăng nhiệt của không khí bên trong hộp			
Khách hàng/nhà máy	Ví dụ (xem Hình 2)		
Kiểu hộp	ba pha		
Kích thước liên quan đối với độ tăng nhiệt	Chiều cao	620 mm	Kiểu hệ thống lắp đặt: Các lỗ thông hơi: có/không: không Số lượng vách ngăn ngang: không có
	Chiều rộng	645 mm	
	Chiều sâu	335 mm	

Bề mặt làm mát hiệu quả		Kích thước	A_0	Hệ số bề mặt b theo bảng III	$A_0 \times b$ (cột 3) x (cột 4)
		$m \times m$	m^2		
		2	3		
	Mặt trên	$0,645 \times 0,335$	0,216	1,4	0,3024
	Mặt trước	$0,645 \times 0,620$	0,400	0,9	0,3600
	Mặt sau	$0,645 \times 0,620$	0,400	0,9	0,3600
	Mặt phải	$0,335 \times 0,620$	0,208	0,9	0,1869
$A_0 - \Sigma(A_0 \times b) = \text{Tổng}$					1,396

Có một bề mặt làm mát hiệu quả A_0	
Lớn hơn 1,25 m ²	Không quá 1,25 m ²
$f = \frac{h^{1,35}}{0,620^{1,35}} \text{ (xem 5.2.3) của IEC 60890}$ $\frac{0,620^{1,35}}{0,645 \times 0,335} = 2,43$	$g = \frac{h}{w} \text{ (xem 5.2.3) của IEC 60890}$ Lần thử đầu tiên Lần thử cuối cùng

Lỗ không khí đi vào	cm ²	-	-
Hệ số hộp k		0,48	0,48
Hệ số đối với các vách ngăn ngang d		1	1
Tổn thất công suất hiệu quả P	W	$54,4 \times 3 = 163$	$41,6 \times 3 = 124,8$
$P^2 = P^{0,804}$		60,1	48,5
$\Delta t_{0,8} = k \cdot d \cdot P^2$	°C	28,85	23,3
Hệ số phân bố nhiệt độ c		1,3	1,3
$\Delta t_{1,0} = c \cdot \Delta t_{0,8}$	°C	37,5	30,3
		ở 80A	ở 70A

Đường đặc tính:



Ví dụ áp dụng

Hình F.4 – Ví dụ áp dụng thực tế

Phụ lục G

(tham khảo)

Tiêu chí để xác định tính hiệu lực của thử nghiệm I₁

G.1 Giới thiệu

Cầu chảy có yêu cầu thử nghiệm I₁ là các cầu chảy trong đó, ở các mức dòng điện khác nhau, các bộ phận nối tiếp khác nhau của phần tử chảy thực hiện phần lớn nhiệm vụ ngắt dòng. Khi các thử nghiệm dòng điện cao (chế độ thử nghiệm 1 và chế độ thử nghiệm 2) và các thử nghiệm dòng điện thấp (chế độ thử nghiệm 3) không bao trùm vùng chuyển tiếp giữa các dòng điện bị gián đoạn bởi các bộ phận khác nhau của phần tử chảy thì thử nghiệm I₁ là để chứng minh rằng không có dòng điện nào mà không thể gián đoạn hoặc bằng các phần riêng rẽ khác nhau hoặc kết hợp lại. Vì thiết kế cầu chảy là rất đa dạng nên không có qui tắc đơn giản để xác định tính hiệu lực của thử nghiệm như vậy, do đó, mục đích của phụ lục này là để đưa ra hướng dẫn chung để chứng tỏ rằng thử nghiệm I₁ đã thực hiện thực sự thể hiện mục đích của nó.

G.2 Quá trình cắt

Việc minh họa đơn giản nhất hiện tượng I₁ có thể là với ống cầu chảy có một phần tử chảy gồm phần giới hạn dòng điện (có chỗ thắt lại) nối tiếp với phần tử phụt (phần tử chảy trong ống lồng). Ở các dòng điện cao, chỉ có dải bị chảy và phóng hồ quang (tất cả các chỗ thắt lại sẽ bị chảy gần như đồng thời) trong khi ở dòng điện thấp, chỉ có đoạn phụt bị chảy và phóng hồ quang. Với thiết kế này, đặc tính thời gian-dòng điện (TCC) của hai phần nối tiếp sẽ cắt nhau ở một dòng điện trung gian nào đấy khi mà cả phần dòng điện thấp và ít nhất một phần chỗ thắt của đoạn dòng điện cao sẽ chảy và phóng hồ quang. Dòng điện chuyển giao này có thể xác định tương đối dễ dàng và được xác định rõ nếu các đường cong TCC cắt nhau với góc tương đối lớn. Dòng điện chuyển giao này là dòng điện I₁ của cầu chảy. Do đó, các thử nghiệm ở hai mức dòng điện, lớn hơn và thấp hơn dòng điện I₁ này một ít, sẽ chứng tỏ rằng ống cầu chảy có thể ngắt dòng điện cao nhất mà đoạn dòng điện thấp phải cắt (mà không có hỗ trợ từ đoạn dòng điện cao) và dòng điện thấp nhất mà đoạn dòng điện cao phải cắt (mà không có hỗ trợ từ đoạn dòng điện thấp).

Do đó, việc giả thiết rằng đoạn dòng điện cao có thể cắt tất cả các dòng điện cao hơn I₁ và đoạn dòng điện thấp có thể cắt tất cả các dòng điện thấp hơn I₁ là hợp lý. Sự phù hợp với tiêu chuẩn này có thể được chứng minh nếu mỗi dòng điện thử nghiệm tạo ra hồ quang chỉ trong đoạn liên quan. Có thể xác định được bằng kỹ thuật như kiểm tra vật lý (nghĩa là làm hở ống cầu chảy), kiểm tra bằng tia X hoặc tương đương.

TCVN 7999-1 : 2009

Sự minh họa ở trên chỉ ra nguyên lý cơ bản cho tất cả các cầu chảy. Tuy nhiên, nhiều thiết kế cầu chảy không phù hợp với qui trình đơn giản này. TCC chảy của các đoạn nối tiếp có thể cắt nhau ở góc hẹp khiến cho không có một giá trị l_c rõ rệt mà thay vào đó có một vùng giao nhau lớn hơn $\pm 20\%$ của một giá trị dòng điện bất kỳ. Ở một số thiết kế khác, TCC chảy có thể không hề cắt nhau nên một đoạn có thể bị chảy ở tất cả các dòng điện ngay cả khi một đoạn khác đang thực hiện hầu hết choc năng gián đoạn. Với một số thiết kế có nhiều phần tử chảy mắc song song thì giá trị dòng điện tại đó đoạn dòng điện cao bắt đầu chảy và tham gia vào quá trình cắt có thể thấp hơn đáng kể giá trị "cắt nhau" biểu kiến tương ứng với giao điểm của các đường cong TCC đối với các phần khác nhau. Nguyên nhân là do hiện tượng mà, ở một số dòng điện, các phần tử chảy song song không phóng hồ quang đồng thời mà lần lượt. Trong tất cả các trường hợp này, chỉ nhà chế tạo cầu chảy mới được qui định các giá trị dòng điện thử nghiệm sẽ chứng tỏ sự phù hợp với tiêu chuẩn này và thường thì chỉ nhà chế tạo mới được xác định liệu thử nghiệm cụ thể đã biểu thị kết quả mong muốn hay chưa. Điều này chỉ đơn giản là do sự gián đoạn dòng điện được biểu thị không phải là tiêu chí đủ để thể hiện rằng vùng cắt nhau đã được khảo sát đầy đủ. Với lý do này, 6.6.1.3 cho phép nhà chế tạo xác định các dòng điện thử nghiệm khác so với 1,2 I_c và 0,8 I_c nếu các giá trị này không thích hợp.

Thư mục tài liệu tham khảo

IEC 60050(441): 1984, International electrotechnical vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Chương 441: Thiết bị đóng cắt, thiết bị điều khiển và cầu chảy)

IEC IEC 60050(604): 1987, International electrotechnical vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV) – Chương 604: Phát điện, truyền tải điện và phân phối điện – Vận hành)

IEC 60694: 1996, Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards (Yêu cầu kỹ thuật chung đối với các tiêu chuẩn về thiết bị đóng cắt và điều khiển cao áp)

IEC 60890: 1987, A method of temperature-rise assessment by extrapolation for partially type-tested assemblies (PTTA) of low-voltage switchgear and controlgear (Phương pháp đánh giá độ tăng nhiệt bằng ngoại suy đối với tủ điện thử nghiệm điển hình từng phần (PTTA) của thiết bị đóng cắt và điều khiển hạ áp)

IEC 62271-100: 2001 (amendment 1: 2002), High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers (Thiết bị đóng cắt và điều khiển cao áp – Phần 100: Máy cắt cao áp xoay chiều)
