**TCVN** **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

# TCVN 7079-7 : 2002

# THIẾT BỊ ĐIỆN DÙNG TRONG MỎ HẦM LÒ – PHẦN 7: TĂNG CƯỜNG ĐỘ TIN CẬY – DẠNG BẢO VỆ "e"

***Electrical apparatus for use in underground mine – Part 7: Increased safety – Type of protection "e"***

**HÀ NỘI - 2008**

# Mục lục

Trang

1 Phạm vi áp dụng ..... 5

2 Tiêu chuẩn viện dẫn ..... 5

3 Định nghĩa ..... 7

4 Yêu cầu về kết cấu đối với thiết bị điện ..... 8

5 Nhiệt độ giới hạn ..... 15

6 Yêu cầu bổ sung đối với thiết bị điện đặc biệt ..... 16

7 Phương pháp thử ..... 21

Phụ lục A ..... 25

Phụ lục B ..... 26

Phụ lục C ..... 29

Phụ lục D ..... 30

Phụ lục E ..... 39

## Lời nói đầu

TCVN 7079-7 : 2002 do Tiểu ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC82/SC1 "Thiết bị an toàn mỏ" biên soạn, trên cơ sở IEC 79-7, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

Tiêu chuẩn này được chuyển đổi năm 2008 từ Tiêu chuẩn Việt Nam cùng số hiệu thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

# Thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò – Phần 7: Tăng cường độ tin cậy – Dạng bảo vệ "e"

*Electrical apparatus for use in underground mine – Part 7: Increased safety – Type of protection "e"*

## 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử đối với thiết bị điện được tăng cường độ tin cậy dùng trong mỏ hầm lò có dạng bảo vệ ″e″.

Thiết bị dạng bảo vệ "e" phải hoàn toàn tuân theo những yêu cầu tương ứng trong TCVN 7079-0.

## 2 Tiêu chuẩn viện dẫn

TCVN 5928 : 1995 (IEC 185 : 1987) Máy biến dòng.

TCVN 6627-1 : 2000 (IEC 34-1 : 1983) Máy điện quay – Phần 1: Thông số và tính năng.

TCVN 6639 : 2000 (IEC 238 : 1996) Đui đèn xoáy ren Êđisơn.

TCVN 7079-0 : 2002 Thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò – Phần 0: Yêu cầu chung.

TCVN 7079-1 : 2002 Thiết bị điện dùng trong mỏ hầm lò – Phần 1: Vỏ không xuyên nổ – Dạng bảo vệ "d".

IEC 34-5 : 1991 Rotating electrical machines – Part 5: Clasification of degrees of protection provided by rotating electrical machines (Máy điện quay – Phần 5: Phân loại cấp bảo vệ vỏ máy điện quay).

IEC 34-6 : 1991 Rotating electrical machines – Part 6: Method for cooling (I.C.Coda) [Máy điện quay – Phần 6: Phương pháp làm lạnh (I.C.Coda)].

IEC 61-1 : 1969 Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchane ability and safety – Part 1: Lamp caps (Chuôi đèn và đui đèn cùng với thiết bị để kiểm tra tính đổi lẫn và an toàn – Phần 1: Chuôi đèn).

IEC 61-2 : 1969 Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchane ability and safety – Part 2: Lampholders (Chuôi đèn và đui đèn cùng với thiết bị để kiểm tra tính đổi lẫn và an toàn. Phần 2: Đui đèn).

IEC 64 : 1993 Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes. Performance requirements (Đèn sợi đốt vonfram dùng chiếu sáng chung trong nhà và tương tự – Yêu cầu trình bày).

IEC 68-2-27 : 1987 Environmental testing – Part 2: Test – Test Ea and guidance: shock (Thử môi trường – Phần 2: Thử Ea và hướng dẫn sốc).

IEC 79-4 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 4: Method of test for ignition temparature (Thiết bị điện trong môi trường khí nổ – Phương pháp xác định nhiệt độ bốc lửa).

IEC 85 Thermal evaluation and classification of electrical insulation (Đánh giá nhiệt và phân loại cách điện).

IEC 89 : 1984 Thermal evaluation and classification of electrical insulation (Đánh giá nhiệt và phân loại chất cách điện).

IEC 112 : 1979 Method for determining the comparative and the roof tracking indices of solid insulating material under moist conditions (Phương pháp xác định so sánh và chỉ số chịu xâm thực của vật liệu cách điện rắn trong điều kiện ẩm ướt).

IEC 317-3 : 1990 Specification for particular type of winding wires – Part 3: Polyester enamelled round copper wires, class 155 (Đặc tính kỹ thuật của loại dây quấn – Phần 3: Dây đồng cuộn tròn bọc poliester, lớp 155).

IEC 317-7 : 1990 Specification for particular type of winding wires – Part 7: Polyimide enamelled round copper wire, class 220 (Đặc tính kỹ thuật của loại dây quấn – Phần 7: Dây đồng cuộn tròn bọc polyimide, lớp 220).

IEC 317-8 : 1990 Specification for particular type of winding wires – Part 8: Polyesterimide enamelled round copper wire, class 180 (Đặc tính kỹ thuật của loại dây quấn – Phần 8: Dây đồng cuộn tròn bọc polyesterimide, lớp 180).

IEC 364-3 : 1983 Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics (Lắp đặt điện trong xây dựng – Phần 3: Đánh giá đặc tính chung).

IEC 364.5.523 Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 52: Wiring systems – Section 523: Current carrying capacities (Lắp đặt điện trong xây dựng – Phần 5: Lựa chọn và lắp ráp thiết bị điện – 52: Hệ thống dây dẫn – Mục 523: Dòng điện có tính điện dung).

IEC 432 Safety specification for incandescent lamps (Yêu cầu an toàn đối với đèn sợi đốt).

IEC 529 : 1989 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) [(Cấp bảo vệ vỏ thiết bị (IP Code)].

IEC 664: 1980 Insulation coordination for equipment within low voltage systems (Phối hợp cách điện cho hệ thống thiết bị điện áp thấp).

IEC 755 : 1983 General requirements for residual current operated protective devices (Yêu cầu chung đối với thiết bị bảo vệ dòng điện trễ).

## 3 Định nghĩa

### 3.1 Tăng cường độ tin cậy dạng bảo vệ "e" (Increased safety "e")

Dạng bảo vệ được áp dụng bổ sung cho thiết bị điện để chúng tăng cường an toàn, không bị quá nhiệt, không tạo ra hồ quang điện hoặc phóng tia lửa khi hoạt động bình thường.

Chú thích:

a) Dạng bảo vệ này được ký hiệu là ″e″;

b) Thiết bị tạo ra hồ quang hoặc phóng tia lửa khi hoạt động bình thường không đề cập trong định nghĩa này.

### 3.2 Nhiệt độ giới hạn (Limiting temperature)

Nhiệt độ cho phép cao nhất đối với thiết bị hoặc các phần của thiết bị có giá trị bằng với nhiệt độ thấp hơn trong số hai nhiệt độ xác định bởi:

a) mức độ nguy hiểm làm bốc lửa môi trường khí nổ;

b) độ ổn định về nhiệt của vật liệu được sử dụng.

Chú thích – Nhiệt độ này có thể là nhiệt độ cao nhất trên bề mặt thiết bị (xem TCVN 7079-0).

### 3.3 Dòng điện khởi động ban đầu $I_A$ (Initial starting current $I_A$)

Giá trị dòng điện hiệu dụng cao nhất của động cơ xoay chiều khi tốc độ bằng không hoặc vào nam châm xoay chiều có phần ứng ở vị trí có khe hở không khí cực đại khi đóng chúng vào điện áp và tần số tương ứng.

Chú thích – Các quá trình quá độ được bỏ qua.

### 3.4 Tỷ số dòng điện khởi động $I_A/I_N$ (Starting current ratio $I_A/I_N$)

Tỷ số giữa dòng điện khởi động ban đầu $I_A$ và dòng điện danh định $I_N$.

### 3.5 Thời gian $t_E$ (Time $t_E$)

Khoảng thời gian mà cuộn dây xoay chiều mang dòng điện khởi động ban đầu $I_A$ bị đốt nóng từ nhiệt độ môi trường xung quanh tới nhiệt độ giới hạn.

### 3.6 Dòng điện nhiệt danh định ngắn hạn $I_{th}$ (Rated short-time thermal current $I_{th}$)

Giá trị dòng điện hiệu dụng cần thiết để đốt nóng dây dẫn trong một giây từ nhiệt độ môi trường xung quanh tới nhiệt độ giới hạn.

### 3.7 Dòng điện động danh định $I_{dyn}$ (Rated dynamic current $I_{dyn}$)

Giá trị đỉnh của dòng điện, mà thiết bị điện có thể chịu đựng được mà không bị hư hỏng dưới tác dụng của hiệu ứng điện động.

### 3.8 Dòng điện ngắn mạch $I_{SC}$ (Short circuit current $I_{sc}$)

Giá trị hiệu dụng cực đại của dòng điện ngắn mạch mà thiết bị phải chịu khi làm việc.

### 3.9 Khoảng cách rò (Creepage distance)

Khoảng cách ngắn nhất giữa hai phần tử mang điện đo dọc theo bề mặt của vật liệu cách điện tiếp xúc với không khí.

### 3.10 Khe hở (Clearance)

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

### 3.11 Điện áp làm việc (Working voltage)(theo 3.7 của IEC 664)

Giá trị hiệu dụng cao nhất của điện áp xoay chiều hoặc một chiều có thể xuất hiện tại một nguồn định mức trong điều kiện hở mạch hoặc trong điều kiện hoạt động bình thường.

## 4 Yêu cầu về kết cấu đối với thiết bị điện

4.1 Cọc để đấu nối với mạch ngoài

4.1.1 Cọc để đấu nối với mạch ngoài phải có kích thước phù hợp để nối được với các phần tử mang điện, chịu được dòng ít nhất là tương đương với dòng điện danh định của thiết bị điện.

4.1.2 Số lượng và kích thước dây dẫn cho phép nối an toàn tới cọc phải được qui định trong tài liệu kỹ thuật.

Chú thích – Trong điều kiện thực tế có thể yêu cầu các cọc và các dây dẫn có kích thước lớn hơn tương ứng với dòng điện danh định, tuỳ thuộc từng trường hợp sử dụng (Chú ý tới mô tả trong IEC 364-5-523).

4.1.3 Các cọc này phải:

a) được lắp cố định vào vị trí và không có khả năng tự nới lỏng ra;

b) có cấu tạo sao cho các dây dẫn nối với cọc không thể tuột khỏi vị trí đấu nối;

c) đảm bảo tiếp xúc tốt, không làm hư hại dây dẫn và giảm khả năng dẫn điện, thậm chí cả trong trường hợp sử dụng các dây dẫn có nhiều sợi trực tiếp kẹp vào các cọc.

Chú thích – Có thể sử dụng các cực cáp uốn, nhưng phải thoả mãn các yêu cầu trong a), b), c).

4.1.4 Đặc biệt, các cọc phải:

a) không có gờ sắc có thể làm hỏng dây dẫn;

b) không bị quay, xoắn hoặc bị biến dạng vĩnh cửu khi xiết chặt.

4.1.5 Cọc phải được tiếp xúc chắc chắn không bị hư hỏng do nhiệt độ thay đổi khi hoạt động bình thường. Áp lực tiếp xúc không được truyền qua vật liệu cách điện.

4.1.6 Cọc để kẹp các dây dẫn nhiều sợi phải có phần tử trung gian đàn hồi. Cọc để đấu nối dây dẫn có tiết diện không lớn hơn 4 $mm^2$ phải phù hợp việc kẹp được các dây dẫn có tiết diện nhỏ hơn.

Chú thích:

a) Cần có cảnh báo phòng ngừa chống rung lắc và các đột biến cơ học.

b) Cần có cảnh báo phòng ngừa chống ăn mòn của hiện tượng điện ly khi sử dụng nhôm.

4.2 Đấu nối trong

4.2.1 Trong các thiết bị điện không được để các đấu nối phải chịu đựng các ứng suất cơ học quá mức. Chỉ được phép sử dụng các phương pháp đấu nối sau đây:

a) ốc vít có cơ cấu khoá;

b) nối bện chặt;

c) hàn thiếc và các dây dẫn không được gá nhờ vào các chỗ nối hàn;

d) hàn đồng;

e) hàn điện;

f) các phương pháp nối khác phù hợp với yêu cầu của 4.1.

4.2.2 Nếu dùng nhôm, phải lưu ý đặc biệt chống ăn mòn do hiện tượng điện ly.

4.3 Khe hở

Khe hở giữa các phần tử dẫn điện trần ở các cấp điện áp khác nhau được nêu trong bảng 1. Khi đấu nối ở mạch ngoài giá trị nhỏ nhất của khe hở là 3 mm.

Chú thích 1 – Đối với đèn đui xoáy, xem A.2.

Khe hở được xác định là một hàm số của điện áp làm việc do nhà chế tạo qui định. Có khi thiết bị được sử dụng nhiều cấp điện áp danh định hoặc một khoảng điện áp danh định.

Chú thích 2 – Các ví dụ này được chỉ ra trong IEC 664.

**Bảng 1 - Khoảng cách rò và các khe hở**

| **Điện áp làm việc U** | **Khoảng cách rò nhỏ nhất** | | | **Khe hở nhỏ nhất** |
|---|---|---|---|---|
| | **Nhóm vật liệu** | | | |
| | **I** | **II** | **IIIa** | |
| V | mm | | | mm |
| U ≤ 15 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| 15 <U ≤ 30 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| 30 <U ≤ 60 | 2,1 | 2,6 | 3,4 | 2,1 |
| 60 <U ≤ 110 | 2,5 | 3,2 | 4 | 2,5 |
| 110 <U ≤ 175 | 3,2 | 4 | 5 | 3,2 |
| 175 <U ≤ 275 | 5 | 6,3 | 8 | 5 |
| 275 <U ≤ 420 | 8 | 10 | 12,5 | 6 |
| 420 <U ≤ 550 | 10 | 12,5 | 16 | 8 |
| 550 <U ≤ 750 | 12 | 16 | 20 | 10 |
| 750 <U ≤ 1100 | 20 | 25 | 32 | 14 |
| 1100 <U ≤ 2200 | 32 | 36 | 40 | 30 |
| 2200 <U ≤ 3300 | 40 | 45 | 50 | 36 |
| 3300 <U ≤ 4200 | 50 | 56 | 63 | 44 |
| 4200 <U ≤ 5500 | 63 | 71 | 80 | 50 |
| 5500 <U ≤ 6600 | 80 | 90 | 100 | 60 |
| 6600 <U ≤ 8300 | 100 | 110 | 125 | 80 |
| 8300 <U ≤ 11000 | 125 | 140 | 160 | 100 |

4.4 Khoảng cách rò

4.4.1 Giá trị của khoảng cách rò yêu cầu phụ thuộc vào điện áp làm việc, điện trở vật liệu cách điện và tiết diện bề mặt của nó.

Bảng 2 đưa ra sự phân nhóm vật liệu cách điện theo chỉ số chịu xâm thực (CTI) xác định theo IEC 112. Vật liệu cách điện vô cơ, ví dụ thuỷ tinh và sành sứ không bị xâm thực, do đó không xác định chỉ số CTI.

Chú thích:

a) Các nhóm vật liệu được xác định theo IEC 664.

b) Bỏ qua quá điện áp quá độ khi chúng không ảnh hưởng tới chỉ số chịu xâm thực. Tuy nhiên, điện áp quá tải nhất thời có thể phải được xem xét, phụ thuộc vào thời gian kéo dài và tần số xuất hiện (Xem IEC 664A để có các thông tin bổ xung).

**Bảng 2 - Khả năng chịu xâm thực của vật liệu cách điện**

| Nhóm vật liệu | Chỉ số chịu xâm thực(CTI) |
|---|---|
| I | 600 ≤ CTI |
| II | 400 ≤ CTI < 600 |
| IIIa | 175 ≤ CTI < 400 |

4.4.2 Khoảng cách rò giữa các phần tử dẫn điện trần tại các cấp điện áp khác nhau được đưa ra trong bảng 1 với giá trị nhỏ nhất của khe hở đấu nối ngoài là 3 mm là một hàm số của điện áp làm việc do nhà chế tạo thiết bị qui định.

Chú thích – Đối với đèn đui xoáy xem yêu cầu trong A.2.

4.4.3 Để xác định khoảng cách rò xem ví dụ từ hình 1 đến hình 4 minh hoạ những đặc trưng có tính đến khoảng cách rò tương ứng. Giá trị của X là 2,5 mm.

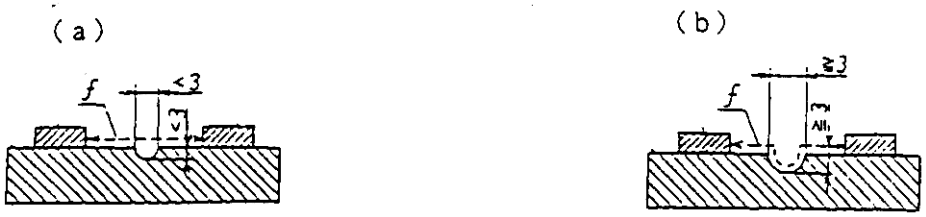
Chú thích – Các phần gắn xi măng coi là phần rắn chắc.

Ảnh hưởng của gờ và rãnh cần được xem xét nếu như:

a) các gờ trên bề mặt có chiều cao ít nhất 2,5 mm và độ dày tối thiểu là 1,0 mm với độ cứng tương ứng của vật liệu;

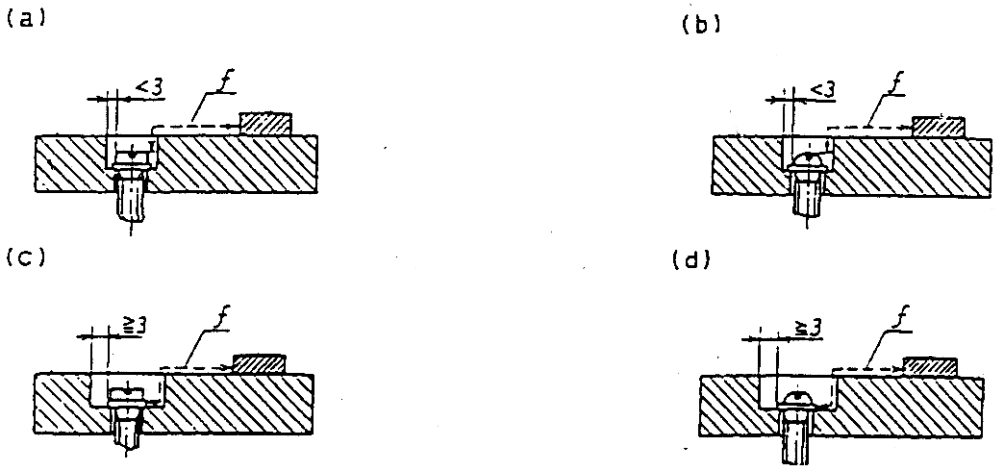
b) các rãnh trên bề mặt có độ sâu ít nhất là 2,5 mm và rộng ít nhất 2,5 mm.

Chú thích – Sự lồi lên trên hoặc lõm xuống dưới bề mặt coi là gờ hoặc rãnh không tương ứng với dạng hình học để xem xét.

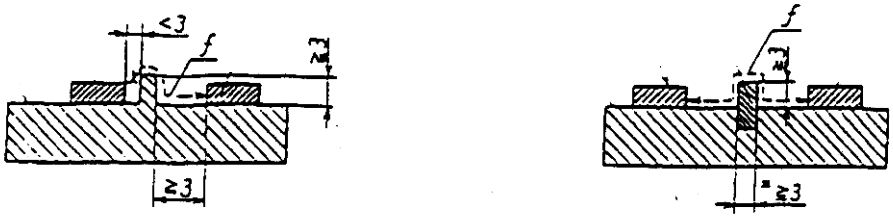



**Hình 1 - Cách xác định các khoảng cách rò**

**Hình 2**




**Hình 3**




**Hình 4**

4.5 Vật liệu cách điện rắn

Chú thích – Vật liệu này được sử dụng khi cần thiết, ví dụ vecni cách điện.

4.5.1 Đặc tính cơ học của vật liệu cách điện như độ cứng, độ bền có thể ảnh hưởng tới tính chất đặc trưng của chúng, phải thoả mãn các điều kiện sau đây:

a) nhiệt độ tăng lên ít nhất là 20°K trên nhiệt độ giới hạn trong thang nhiệt độ làm việc tương ứng và ít nhất là 80 °C; hoặc là

b) đối với cuộn dây cách điện (xem 5.3 và bảng 3), các dây nối trong (xem 4.7), cáp nối cố định với các thiết bị điện (xem TCVN 7079-0) phải chịu được nhiệt độ cực đại trong thang nhiệt độ làm việc tương ứng.

4.5.2 Nếu chỗ nào trên bề mặt nguyên bản của các phần tử cách điện làm bằng chất dẻo hoặc tấm mỏng bị tróc ra hoặc bị hư hỏng trong quá trình chế tạo, thì chúng phải được phủ một lớp vecni có cùng cấp cách điện như bề mặt nguyên bản về phương diện chỉ số CTI. Yêu cầu này không áp dụng đối với vật liệu không chịu ảnh hưởng của cấp độ theo chỉ số CTI, hoặc khi khoảng cách rò đặc biệt của các phần tử không chịu tác động của các chỉ tiêu này.

4.6 Cuộn dây

4.6.1 Dây dẫn cách điện phải phù hợp với các yêu cầu sau đây:

a) dây dẫn phải được phủ ít nhất hai lớp cách điện;

b) dây dẫn tráng men phải phù hợp với:

1) Cấp 1 theo IEC 317-3, IEC 317-7 hoặc IEC 317-8 và phải:

– khi thử nghiệm theo mục 13 của IEC 317-3, IEC 317-7 hoặc IEC 317-8 sẽ không có hư hỏng tại giá trị điện áp đánh thủng nhỏ nhất đối với cấp 2,

– khi thử nghiệm theo mục 14 của IEC 317-3, IEC 317-7 hoặc IEC 317-8 sẽ không có nhiều hơn 6 hư hỏng đối với 30 m chiều dài dây với đường kính tương ứng.

2) Cấp 2 theo IEC 317-3, IEC 317-7 hoặc IEC 317-8.

4.6.2 Các cuộn dây phải được kẹp chặt hoặc được bện lại và sấy khô sau khi đã tẩm chất tẩm phù hợp bằng phương pháp nhúng, hoặc tẩm chân không. Phương pháp sơn hoặc phun không coi là phương pháp tẩm.

4.6.3 Tiến hành tẩm theo chỉ dẫn của nhà sản xuất. Trong phương pháp này, khoảng trống giữa các dây dẫn được đổ đầy chất tẩm để các dây dẫn dính kết với nhau.

Yêu cầu này không áp dụng cho ống dây và cuộn dây có điện áp cao (trên 1100 V). Nếu cuộn dây và dây dẫn trước khi lắp ráp đã sử dụng chất đổ đầy để tẩm, hoặc được cách điện bằng cách tương tự thì sau khi lắp đặt xong cũng có thể sử dụng các phương pháp cách điện đã nêu.

4.6.4 Nếu sử dụng chất tẩm dung môi, quá trình tẩm và sấy khô phải tiến hành ít nhất hai lần.

4.6.5 Dây dẫn tròn sử dụng cho các cuộn dây phải có đường kính danh định không nhỏ hơn 0,25 mm ngoại trừ cảm biến nhiệt điện trở được gắn vào rãnh máy điện và được tẩm hoặc đính cùng với các cuộn dây máy.

Cuộn dây quấn từ dây dẫn tròn có đường kính danh định nhỏ hơn 0,25 mm phải được bảo vệ theo qui định trong TCVN 7079-0.

4.7 Dây đấu nối trong

Dây đấu nối trong với các phần tử dẫn điện phải được bảo vệ khỏi tác động cơ học, hoặc được cố định để tránh bất kỳ hư hỏng nào.

4.8 Cấp bảo vệ của vỏ thiết bị

4.8.1 Cấp của vỏ bọc bảo vệ như qui định trong IEC 34-5 và IEC 529 phải tuân theo qui định trong a) hoặc b) trừ yêu cầu khác với qui định trong mục 6 của tiêu chuẩn này.

a) vỏ thiết bị chứa các phần tử mang điện trần, phải thoả mãn ít nhất cấp bảo vệ IP 54;

b) vỏ thiết bị có chứa các phần tử mang điện nhưng đã được bọc cách điện phải thoả mãn ít nhất cấp bảo vệ IP 44.

4.8.2 Nếu vỏ thiết bị có lỗ thoát nước hoặc lỗ thông hơi để ngăn ngừa sự ngưng tụ thì sự có mặt của các lỗ này phải không làm giảm cấp bảo vệ của vỏ theo IP 44 trong mục a) hoặc IP 24 trong mục b). Yêu cầu chi tiết về lỗ thoát nước hoặc lỗ thông hơi (vị trí và kích thước) được nhà chế tạo qui định và được mô tả trong tài liệu kỹ thuật.

Nếu lỗ thoát nước hoặc lỗ thông hơi làm giảm cấp bảo vệ trong mục a) và b) thì nhãn của thiết bị phải thêm ký hiệu ″X″ phù hợp với TCVN 7079-0 và cấp bảo vệ của vỏ thiết bị.

4.9 Cơ cấu bắt chặt

Đối với thiết bị điện có các phần tử dẫn điện trần, phải sử dụng cơ cấu bắt chặt đặc biệt theo TCVN 7079-0.

## 5 Nhiệt độ giới hạn

5.1 Không một bộ phận nào của thiết bị được phép có nhiệt độ vượt quá các giá trị sau đây:

a) cao hơn nhiệt độ lớn nhất trên bề mặt qui định trong TCVN 7079-0,

b) nếu nhiệt độ thấp hơn thì được xác định theo 5.2, 5.3 và 6.2.4 phụ thuộc vào độ ổn định nhiệt độ của vật liệu sử dụng,

c) đối với đèn chiếu sáng, nhiệt độ được xác định theo 6.3.4, 6.3.5 và 6.3.6.

5.2 Nhiệt độ cho phép của dây dẫn và các phần kim loại khác bị giới hạn vì:

a) làm giảm độ bền cơ;

b) sự tăng nhiệt độ làm giảm ứng suất cơ học;

c) làm hỏng cách điện xung quanh.

Để xác định nhiệt độ của dây dẫn phải tính đến sự tự đốt nóng của dây dẫn và ảnh hưởng của các bộ phận xung quanh.

5.3 Nhiệt độ giới hạn của các cuộn dây cách điện không được vượt quá các giá trị đưa ra trong bảng 3. Bảng này đã tính đến sự chịu nhiệt của các vật liệu cách điện, phù hợp của thiết bị với các yêu cầu của 5.1.

**Bảng 3 - Nhiệt độ giới hạn của cuộn dây cách điện**

| **Các khoản mục** | **Phương pháp đo nhiệt độ (xem chú thích 1)** | **Cấp nhiệt độ của vật liệu cách điện,°C, theo IEC 85** (xem chú thích 2) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **A** | **E** | **B** | **F** | **H** |
| 1. Nhiệt độ giới hạn khi: | | | | | | |
| a) Cuộn dây có lớp cách điện đơn | điện trở hoặc nhiệt kế | 95 | 110 | 120 | 130 | 155 |
| b) Các cuộn dây cách điện khác | điện trở | 90 | 105 | 110 | 130 | 155 |
| | nhiệt kế | 80 | 95 | 100 | 115 | 135 |
| 2. Nhiệt độ giới hạn tại cuối thời điểm $t_E$ (xem chú thích 3) | điện trở | 160 | 175 | 185 | 210 | 235 |

Chú thích:

1) Phương pháp đo bằng nhiệt kế chỉ cho phép khi không thể thực hiện được phương pháp đo dựa trên sự thay đổi điện trở. Trong điều kiện như vậy nhiệt kế có nghĩa tương tự như trong IEC 34-1.

2) Khi đã ấn định giá trị đo được tại thời điểm quá độ, thang nhiệt độ cao hơn của vật liệu cách điện được biểu thị trong IEC 85 được coi là nhiệt độ giới hạn cho nhóm H.

3) Các giá trị này tương ứng với nhiệt độ xung quanh, sự tăng nhiệt độ của cuộn dây khi hoạt động và sự tăng nhiệt độ trong thời gian $t_E$.

5.4 Cuộn dây phải được bảo vệ bằng thiết bị phù hợp để đảm bảo không vượt quá nhiệt độ giới hạn khi hoạt động (xem 5.1, 5.2 và 5.3). Nếu nhiệt độ cuộn dây không vượt quá giá trị giới hạn khi hoạt động như trong 5.3 ngay cả khi cuộn dây bị quá tải thường xuyên thì không cần đến các thiết bị bảo vệ.

Chú thích – Thiết bị bảo vệ có thể bố trí ở bên trong hoặc bên ngoài thiết bị điện.

## 6 Yêu cầu bổ sung đối với thiết bị điện đặc biệt

### 6.1 Qui định chung

Các yêu cầu này bổ sung cho mục 4 của tiêu chuẩn này có thể áp dụng đối với các thiết bị điện đặc biệt được xem xét trong các mục từ 6.2 đến 6.6 và các thiết bị điện đặc biệt khác.

### 6.2 Máy điện quay

#### 6.2.1 Cấp bảo vệ của vỏ bọc

Trừ yêu cầu nêu trong 4.8 để bảo vệ chống sự xâm nhập của vật thể rắn bên ngoài và nước, vỏ bọc của máy điện quay phải thoả mãn các cấp bảo vệ sau đây (trừ hộp đấu cáp và phần dẫn điện trần).

a) Trong trường hợp máy được làm mát qua vỏ bọc bằng các đường ống dẫn khí (phương pháp làm mát IC3X phù hợp với IEC 34-6), vỏ phải thoả mãn cấp bảo vệ IP 20.

Chú thích – Theo yêu cầu này, khi lắp đặt các rãnh, ống làm mát phù hợp thì cấp bảo vệ của vỏ máy là IP44.

b) Nhãn của máy điện quay sử dụng đường ống dẫn khí làm mát có ký hiệu ″X″ phù hợp với TCVN 7079-0.

c) Trong trường hợp máy điện quay chỉ dùng trong môi trường sạch và có người giám sát thường xuyên thì vỏ phải thoả mãn cấp bảo vệ IP 23.

Các vật thể rắn xung quanh phải được ngăn không cho rơi thẳng đứng qua các lỗ thông gió vào trong vỏ máy.

Nhãn của máy điện quay thiết kế để sử dụng trong môi trường sạch có ký hiệu ″X″ phải phù hợp với TCVN 7079-0 và mức độ bảo vệ của vỏ thiết bị.

#### 6.2.2 Quạt gió bên trong

Quạt gió bên trong phải phù hợp với yêu cầu về khe hở và vật liệu được quy định trong TCVN 7079-0.

6.2.3 Khe hở không khí hướng tâm nhỏ nhất

Khe hở không khí hướng tâm nhỏ nhất giữa stato và rôto (tính bằng mm) khi máy điện quay ở trạng thái nghỉ phải không nhỏ hơn giá trị tính theo công thức sau:

$$\text{Khe hở không khí hướng tâm nhỏ nhất} = \left[0{,}15\frac{D-50}{780}\left(0{,}25+\frac{0{,}75n}{1000}\right)\right]rb$$

trong đó:

D là đường kính rôto, tính bằmg milimét, trong công thức này D thay đổi từ 75 đến 750;

n là tốc độ quay cực đại, tính bằng vòng trên phút, giá trị nhỏ nhất là 1000;

b có giá trị là 1 đối với bi ổ lăn và là 1,5 đối với ổ bi trượt;

r có giá trị nhỏ nhất là 1,0, tính bằng milimét, được xác định theo công thức sau:

$$r = \frac{L}{1{,}75\ D}$$

L là chiều dài rôto, tính bằng milimét.

Chú thích – Công thức này không phụ thuộc trực tiếp vào tần số điện áp hoặc số lượng cặp cực có thể thấy trong ví dụ động cơ hai cực hoặc động cơ bốn cực có ổ lăn, rôto có đường kính 60 mm và chiều dài là 80 mm, dòng điện tần số 50 Hz/ 60Hz .

Khi D có giá trị nhỏ nhất 75mm, n có giá trị lớn nhất 3600; b=1; r=80/(1,75x60) nó xấp xỉ bằng 0,76 do đó lấy bằng 1, khi đó khe hở không khí xuyên tâm nhỏ nhất sẽ là:

$$\left[0{,}15+\frac{75-50}{780}\left(0{,}25+\frac{0{,}75\times 3600}{1000}\right)\right]1{,}0\times 1{,}0 \cong 0{,}25\text{mm}$$

6.2.4 Máy điện rôto lồng sóc

Cùng với các yêu cầu qui định trong 6.2.1, 6.2.2 và 6.2.3, yêu cầu bổ sung này áp dụng cho máy điện với rôto lồng sóc, bao gồm cả động cơ đồng bộ ″lồng sóc″ có cuộn dây cản dịu.

a) Các thanh dẫn của rôto lồng sóc được hàn với vòng ngắn mạch, trừ các thanh và vòng sản xuất đơn lẻ.

Các thanh này phải gắn khít vào rãnh khía để ngăn ngừa sự đánh lửa giữa các thanh dẫn và lõi rôto khi khởi động.

Chú thích – Điều này có thể đạt được, ví dụ bằng cách đúc nhôm dưới áp lực, lót trong rãnh có thanh đơn, chêm hoặc ghép then các thanh.

b) Khi khởi động nhiệt độ giới hạn của rôtor không được vượt quá 300 $^0$C hoặc các giá trị qui định trong 5.4.

c) Tỷ số dòng điện khởi động $I_A/I_N$ và thời gian $t_E$ phải được xác định và ghi lên nhãn để lựa chọn thiết bị theo dòng điện phù hợp, bảo vệ thiết bị làm việc ở nhiệt độ không cho phép.

Không phụ thuộc vào thiết bị bảo vệ dòng điện khi động cơ bị kẹt phải cắt điện ngay trước khi thời gian $t_E$ trôi qua. Điều này có thể thực hiện được nếu giá trị $t_E$ không vượt quá giá trị đưa ra trong hình 5 như một hàm của tỷ số dòng điện khởi động $I_A/I_N$. Khi sử dụng thiết bị bảo vệ quá tải phù hợp, giá trị thời gian $t_E$ sẽ thấp hơn giá trị trong hình 5. Thiết bị này được nhận biết theo nhãn dán trên thiết bị.

Nhất thiết không để xảy ra các trường hợp:

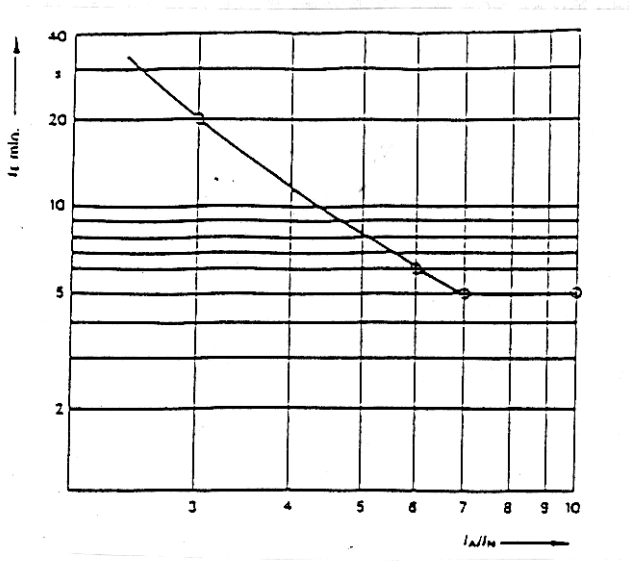
– giá trị $t_E$ nhỏ hơn 5 s khi sử dụng thiết bị bảo vệ dòng điện.

– tỷ số $I_A/I_N$ vượt quá 10.

d) Hướng dẫn bảo vệ quá tải cho động cơ lồng sóc nhờ bảo vệ nhiệt được đưa ra trong phụ lục C.

Động cơ có tần số và điện áp thay đổi nhờ bộ biến đổi phải được thử nghiệm cùng với bộ biến đổi và thiết bị bảo vệ như mô tả trong TCVN 7079-0.

Cảm biến nhiệt độ cuộn dây và thiết bị bảo vệ phải được lựa chọn để phù hợp với bảo vệ nhiệt của thiết bị nếu thỏa mãn yêu cầu của 5.4 ngay cả khi máy bị kẹt. Thiết bị bảo vệ được nhận biết theo nhãn máy.




**Hình 5 - Mối quan hệ giữa giá trị nhỏ nhất của $t_E$ động cơ với tỷ số của dòng khởi động $I_A/I_N$**

6.3 Đèn chiếu sáng

6.3.1 Đèn chiếu sáng có các dạng sau đây:

a) đèn huỳnh quang khởi động nguội với đui cài đơn (Fa 6) phù hợp với IEC 61-1;

b) đèn sợi đốt vonfram chiếu sáng chung phù hợp với IEC 64 và IEC 432;

c) các đèn kết hợp khác (MBTF);

d) các loại đèn khác không nguy hiểm có thể chịu được thời gian lâu hơn 10 giây ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ giới hạn khi bóng đèn vỡ. Không cho phép sử dụng đèn có natri kim loại tự do.

6.3.2 Đối với đèn ống huỳnh quang, khoảng cách giữa đèn và chụp bảo vệ không được nhỏ hơn 5 mm. Khi chụp bảo vệ là ống bao bên ngoài thì khoảng cách nhỏ nhất là 2 mm.

Đối với các loại đèn khác, khoảng cách giữa bóng đèn và chụp bảo vệ theo công thức đèn không được nhỏ hơn giá trị đưa ra trong bảng 4.

**Bảng 4 - Khoảng cách nhỏ nhất giữa đèn và chụp đèn bảo vệ**

| **Công suất đèn, P**<br>W | **Khoảng cách nhỏ nhất,**<br>mm |
|---|---|
| $P \leq 60$ | 3 |
| $60 < P \leq 100$ | 5 |
| $100 < P \leq 200$ | 10 |
| $200 < P \leq 500$ | 20 |
| $500 < P \leq$ | 30 |

6.3.3 Đui đèn phải phù hợp với yêu cầu qui định trong phụ lục A.

6.3.4 Cho phép nhiệt độ trên bề mặt của đèn vượt quá giá trị qui định trong TCVN 7079-0 khi nhiệt độ cao nhất trong đèn thấp hơn 50 K so với nhiệt độ làm bốc lửa hỗn hợp khí được xác định thông qua thử nghiệm ở điều kiện nặng nề nhất. Điều này chỉ có hiệu lực đối với môi trường khí qua thử nghiệm và xác định trong chứng chỉ là thoả mãn các yêu cầu.

Chú thích – Các thí nghiệm đã xác định rằng nhiệt độ gây bốc lửa xảy ra trong đèn là cao hơn đáng kể so với nhiệt độ bốc lửa đo được theo IEC 79-4.

6.3.5 Nhiệt độ tại mép chuôi đèn và tại các điểm hàn của chuôi đèn không được vượt quá nhiệt độ giới hạn là 195 $^{0}$C hoặc các giá trị qui định trong mục 5.

6.3.6 Nhiệt độ của chấn lưu đèn huỳnh quang không được vượt quá giá trị giới hạn, ngay cả trong trường hợp đèn bị lão hoá (ảnh hưởng của chấn lưu). Phương pháp thử được qui định trong 7.4.2.

6.4 Dụng cụ đo và biến áp đo lường

6.4.1 Dụng cụ đo và biến áp đo lường phải chịu đựng liên tục 1,2 lần dòng điện và/hoặc điện áp danh định của chúng, mà không vượt quá nhiệt độ giới hạn qui định trong mục 5.

6.4.2 Biến dòng và các phần tử mạch dòng của dụng cụ đo (không gồm mạch điện áp) phải chịu được ứng suất nhiệt và động học gây ra do dòng điện tương đương với giá trị trong bảng 5 và khoảng thời gian như trong 7.4 mà không giảm mức độ an toàn nổ.

**Bảng 5 - Ảnh hưởng của điện trở đối với dòng ngắn mạch**

| Dòng điện | Biến dòng và các phần tử mạch dòng của dụng cụ đo |
|---|---|
| $I_{th}$ | $\geq 1{,}1 \times I_{sc}$ (xem 4.8 và chú thích 2) |
| $I_{dyn}$ | $\geq 1{,}25 \times 2{,}5\ I_{sc}$ (xem chú thích1 và 2) |
| Chú thích:<br>1. 2,5 $I_{SC}$ là giá trị đỉnh cực đại của dòng ngắn mạch.<br>2. Hệ số 1,1 và 1,25 là hệ số an toàn. Tuân theo giá trị hiệu dụng của dòng ngắn mạch cho phép, không được vượt quá $I_{th}$/ 1,1 và giá trị đỉnh cực đại không được vượt quá $I_{dyn}$/ 1,25. | |

6.4.3 Nhiệt độ xác lập khi dòng điện tương đương với dòng điện nhiệt danh định ngắn hạn $I_{th}$ không được vượt quá nhiệt độ giới hạn qui định trong mục 5 và không được vượt quá 200 °C.

6.4.4 Trường hợp các phần tử mạch dòng của dụng cụ đo được cung cấp qua biến dòng, giá trị $I_{th}$ và $I_{dyn}$ chỉ cần tương đương với dòng điện trong cuộn thứ cấp của biến dòng có cuộn sơ cấp mang dòng điện $I_{th}$ và $I_{dyn}$.

6.4.5 Không được phép dùng dụng cụ đo có lõi di động

6.5 Biến áp khác với biến áp đo lường có yêu cầu nêu trong 6.4 phải được thử nghiệm phù hợp với 7.6.

6.6 Đấu nối dây chung và hộp nối dây

6.6.1 Đấu nối dây chung và hộp nối phải phân phối một cách tốt nhất năng lượng tiêu tán xác định theo phương pháp quy định ở 7.7 để đảm bảo rằng nhiệt độ giới hạn (mục 5) không vượt quá giới hạn cho phép khi làm việc.

6.6.2 Đấu nối dây chung và hộp nối phải phù hợp với số lượng cổng đấu dây và thoả mãn tính chất vật lý của vỏ với năng lượng tiêu tán ở mức cao nhất đảm bảo phù hợp với 7.7.

6.6.3 Tại mỗi cổng đấu dây, năng lượng tiêu tán được tính trên cơ sở sử dụng mạch điện trở cùng các dây dẫn ở 20 $^0$C có chiều dài bằng kích thước lớn nhất theo mạch bên trong vỏ thiết bị và dòng điện lớn nhất trong mạch ấy. Tổng năng lượng tiêu tán biểu thị sự tiêu tán năng lượng qua cổng đó.

## 7 Phương pháp thử

7.1 Yêu cầu này bổ sung cho các yêu cầu nêu trong TCVN 7079-0 áp dụng cho loại bảo vệ ″e″.

7.2 Độ bền điện

7.2.1 Độ bền điện được đánh giá thông qua thử nghiệm:

a) theo tiêu chuẩn (như qui định trong IEC/ISO Hướng dẫn 2) đối với các hạng mục riêng của thiết bị điện, hoặc

b) nếu không yêu cầu thử nghiệm thì tiến hành kiểm tra tại điện áp hiệu dụng 500V với dung sai $^{+5}_{o}$% cho thiết bị điện sử dụng điện áp có giá trị cực đại không vượt quá 90V. Đối với thiết bị có điện áp cao hơn, thực hiện tại điện áp (1000+2$U_N$)V hoặc 1500V với dung sai $^{+5}_{o}$% tuỳ theo giá trị nào lớn hơn, trừ thiết bị và linh kiện nhiệt điện trở áp dụng thêm các yêu cầu bổ sung trong 6.8, điện áp thử là (1000+2U)V, với dung sai $^{+5}_{o}$%, trong đó U là điện áp danh định của thiết bị.

7.2.2 Thời gian thử điện áp trên được thực hiện trong 1 phút $^{+5}_{o}$%.

7.3 Máy điện quay

7.3.1 Động cơ rôto lồng sóc phải chịu một thử nghiệm với rôto được giữ đứng yên nhằm xác định tỷ số dòng điện khởi động $I_A/I_N$ và thời gian $t_E$.

Đối với động cơ công suất lớn hơn 160 kW, sự tăng nhiệt độ và thời gian $t_E$ có thể xác định bằng tính toán.

Khi không thể tiến hành thử động cơ có công suất vượt quá 75 kW, do khả năng của nhà chế tạo hoặc do trạm thử nghiệm, nhà chế tạo và trạm thử nghiệm có thể thoả thuận với nhau để chấp nhận các số liệu tính toán.

Phương pháp thử và tính toán qui định trong phụ lục B.

7.3.2 Các điều kiện thử phải tương đương với điều kiện vận hành. Máy điện quay chỉ cần thử với trạng thái trục ở vị trí nằm ngang, ngay cả khi làm việc trục động cơ ở trạng thái khác.

7.4 Đèn chiếu sáng

7.4.1 Thử độ bền cơ cho đui đèn xoáy.

a) Trừ đui đèn E10 không áp dụng thử nghiệm này, đui đèn thử nghiệm phù hợp với kích thước qui định trong IEC 238 sẽ được lắp vào đế đèn, sử dụng mô men gài như trong bảng 6.

b) Đui đèn thử nghiệm phải được xoay 15° và mô men yêu cầu để gỡ đui đèn không nhỏ hơn mô men gỡ nhỏ nhất trong bảng 6.

**Bảng 6 - Mô men gài và mô men gỡ nhỏ nhất**

| **Kích thước đui đèn** | **Mô men gài**<br>N.m | **Mô men gỡ nhỏ nhất**<br>N.m |
|---|---|---|
| E14 | 1,0 ± 0,1 | 0,3 |
| E27 | 1,5 ± 0,1 | 0,5 |
| E40 | 3,0 ± 0,1 | 1,0 |

7.4.2 Thử nhiệt cho đèn ống huỳnh quang

a) Một điốt được nối tiếp với đèn và đèn được đấu với điện áp 110% điện áp định mức. Sau thời điểm thử nghiệm, nhiệt độ của đèn không được vượt quá giá trị cho trong TCVN 7079-0 đối với thang phân loại nhiệt độ.

b) Với một điốt trong mạch, khi đèn được cung cấp điện áp thử, nhiệt độ giới hạn không được vượt quá giá trị cho trong phần 1b) ở bảng 3.

7.5 Dụng cụ đo và biến áp đo lường

7.5.1 Sự tăng nhiệt độ của biến dòng và trên các phần tử mang điện của dụng cụ đo trong trường hợp cuộn dây thứ cấp bị ngắn mạch dòng điện $I_{th}$ xảy ra trong một giây có thể xác định thông qua tính toán hoặc thử nghiệm. Khi tính toán, hệ số nhiệt của điện trở phải được tính đến nhưng sự mất nhiệt có thể bỏ qua.

7.5.2 Độ bền động học của những phần tử mang điện được đánh giá thông qua thử nghiệm. Biến dòng phải chịu được thử nghiệm khi cuộn thứ cấp của nó bị ngắn mạch. Thời gian thử động học ít nhất là 0,01 giây với giá trị cực đại của dòng điện sơ cấp không nhỏ hơn $I_{dyn}$ với ít nhất một xung điện áp.

Thời gian thử nhiệt ít nhất là 1 giây với giá trị hiệu dụng của dòng điện sơ cấp không nhỏ hơn $I_{th}$.

Thử động học có thể kết hợp với thử nhiệt và phải đáp ứng yêu cầu sau:

– xung dòng chính đầu tiên của thử nghiệm này không nhỏ hơn dòng điện động học ($I_{dyn}$);

– thử nghiệm với dòng điện I trong khoảng thời gian t sao cho ($I^2t$) không nhỏ hơn $(I_{th})^2$ và t có giá trị trong khoảng 0,5 giây và 5 giây.

7.5.3 Thử quá điện áp trên biến dòng phải tiến hành theo phương pháp qui định trong IEC 185 nhưng với giá trị hiệu dụng của dòng sơ cấp tương đương với 1,2 lần giá trị dòng điện danh định sơ cấp tương ứng.

7.6 Biến áp khác với biến áp đo lường

Sự tăng nhiệt độ của biến áp được xác định qua thử nghiệm khi nối với tải đặc biệt. Thiết bị bảo vệ có sẵn hoặc thiết bị bảo vệ đặc biệt trong trường hợp này vẫn được mắc ở trong mạch.

Nếu tải đặc biệt không phù hợp với tiêu chuẩn này, biến áp phải được thử trong điều kiện tải bất lợi nhất bao gồm cả ngắn mạch cuộn dây thứ cấp. Thiết bị bảo vệ có sẵn hoặc thiết bị bảo vệ đặc biệt vẫn được mắc ở trong mạch.

7.7 Đấu nối dây chung và hộp nối dây

7.7.1 Đấu nối dây chung hoặc hộp đấu nối được thực hiện bởi số cọc đấu dây ″xấu nhất″ có các dây dẫn với kích thước cho phép lớn nhất trên cọc này. Chiều dài dây dẫn cho mỗi cọc tương ứng với kích thước lớn nhất trong vỏ thiết bị. Dây dẫn được bố trí thành 6 nhóm trong hộp.

Chú thích – Cọc đấu dây ″xấu nhất″ là cọc có sự tăng nhiệt độ cao nhất khi dòng điện danh định chạy qua.

7.7.2 Dòng điện tương đương với dòng điện danh định trên đầu cọc được truyền qua một mạch nối tiếp. Nhiệt độ của phần nóng nhất đo được khi đạt tới trạng thái ổn định.

7.7.3 Thông qua tính toán năng lượng tiêu tán cực đại, sử dụng điện trở của một mạch nối tiếp ở 20 °C ± 2 °C và dòng điện danh định cho các cọc, cho phép xác định được sự tăng nhiệt độ.

## 8 Ghi nhãn

Yêu cầu này bổ sung cho yêu cầu trong TCVN 7079-0 áp dụng cho loại bảo vệ dạng ″e″. Thiết bị điện được ghi nhãn bổ sung như sau:

1) điện áp danh định và dòng điện danh định;
2) đối với máy điện quay và nam châm xoay chiều - tỷ số dòng điện khởi động $I_A/I_N$ và thời gian $t_E$;
3) đối với dụng cụ đo và biến áp đo lường - dòng điện nhiệt danh định ngắn hạn $I_{th}$ và dòng điện động học danh định $I_{dyn}$;

4) đối với đèn chiếu sáng - các chỉ tiêu kỹ thuật được sử dụng, ví dụ như các thông số về điện và kích thước nếu cần thiết;

5) đối với các cọc đấu dây chung hoặc các hộp nối dây - năng lượng tiêu tán cực đại cho phép;

6) các hạn chế sử dụng, ví dụ chỉ sử dụng trong môi trường sạch;

7) các đặc tính, yêu cầu đặc biệt của thiết bị bảo vệ, ví dụ đối với kiểm tra khống chế nhiệt độ hoặc đối với điều kiện khởi động nặng nề nhất và các điều kiện ứng dụng đặc biệt ví dụ như đối với bộ biến đổi.

## Phụ lục A

(qui định)

# Đui đèn và chuôi đèn của đèn chiếu sáng

A.1 Đui đèn với chuôi đèn tương ứng phải phù hợp với yêu cầu thử để không gây bốc lửa lan truyền theo TCVN 7079-1.

A.2 Đui đèn xoáy với chuôi đèn tương ứng phải phù hợp với bảng A.1 hoặc đui đèn phải có cơ cấu gài nhanh có vỏ bọc phù hợp với cấu trúc và yêu cầu thử để không gây bốc lửa lan truyền như yêu cầu của TCVN 7079-1.

A.3 Phải thực hiện các biện pháp để ngăn ngừa tự nới lỏng đèn trong đui đèn.

Đui đèn xoáy với chuôi đèn tương ứng phải phù hợp với yêu cầu thử nghiệm bổ sung trong 6.3 liên quan tới mô men cài và mô men gỡ. Các đèn sử dụng đui đèn xoáy yêu cầu phải đáp ứng nhóm cách điện (xem bảng A.1) và phù hợp với yêu cầu về khoảng cách rò và khe hở trong bảng A.1.

**Bảng A.1 - Khoảng cách rò và khe hở của đui đèn xoáy và chuôi đèn**

| **Điện áp**<br>V | **Khoảng cách rò và khe hở**<br>mm |
|---|---|
| $U \leq 60$ | 2 |
| $60 < U \leq 250$ | 3 |

A.4 Đui đèn ống huỳnh quang phải phù hợp với yêu cầu kích thước trong hình Fa6 của IEC 61-2.

A.5 Đối với đui đèn khác với qui định trong A.3 và A.4, chiều dài tiếp xúc giữa đui đèn và chuôi đèn ít nhất phải là 10 mm.

## Phụ lục B

(qui định)

# Động cơ lồng sóc - Phương pháp thử và tính toán

B.1 Phải xác định sự tăng nhiệt độ của rôto và stator khi động cơ làm việc ở chế độ bình thường và sự tăng nhiệt độ xảy ra khi động cơ bị kẹt.

B.2 Đối với động cơ có công suất vượt quá 160kW (hoặc 75kW nếu vận dụng đoạn thứ ba trong 7.3.1 của tiêu chuẩn này) giá trị tăng nhiệt độ khi làm việc và trong điều kiện động cơ bị kẹt có thể xác định qua tính toán thay cho thử nghiệm. Có thể thông qua so sánh với các động cơ tương tự và kiểm tra trên các động cơ cùng loại để xem xét độ chính xác của tính toán.

B.3 Sự tăng nhiệt độ trong cuộn dây của rôtor và stator khi hoạt động được xác định theo phương pháp mô tả trong 15.4.1 và 15.4.2 của IEC 34-1, trừ bảng trong 15.4.1 của IEC 34-1 được thay thế bằng bảng B.1.

**Bảng B.1 - Thời gian sau khi ngắt điện để xác định sự tăng nhiệt độ trong khi làm việc**

| **Công suất danh định, P** kW/(kVA) | **Thời gian sau khi dừng** (sec) |
|---|---|
| $P \leq 50$ | 30 |
| $50 < P \leq 200$ | 90 |
| $200 < P$ | 120 |

B.4 Sự tăng nhiệt độ khi động cơ bị kẹt được xác định bằng thực nghiệm như sau:

B.4.1 Ban đầu khi động cơ bị kẹt tại nhiệt độ môi trường xung quanh, xác định tần số và điện áp danh định.

B.4.2 Dòng điện của stator đo được sau 5 giây đóng điện được coi là dòng điện khởi động $I_A$.

B.4.3 Sự tăng nhiệt độ của rôtor lồng sóc (thanh và vòng) sẽ được đo bằng cặp nhiệt ngẫu với thời gian nhất định và được so sánh với chỉ số tăng nhiệt độ, hoặc máy dò nhiệt độ hoặc phương tiện khác. Nhiệt độ lớn nhất theo cách đo này là nhiệt độ được xem xét đánh giá.

B.4.4 Sự gia tăng nhiệt độ trung bình của stator được xác định bằng phương pháp đo điện trở, giá trị đó được coi là sự gia tăng nhiệt độ của cuộn dây.

B.4.5 Thử động cơ bị kẹt được tiến hành ở điện áp nhỏ hơn điện áp danh định, giá trị dòng điện khởi động sẽ được tăng lên tỷ lệ với điện áp, tương ứng với dòng khởi động đó (xem 5.2) và với bình phương của sự tăng nhiệt độ. Ảnh hưởng bão hoà phải được tính đến khi cần thiết.

B.5 Sự tăng nhiệt độ trong động cơ bị kẹt được tính như sau:

B.5.1 Khi tính nhiệt độ của rôto ở trạng thái ngắn mạch, sự tăng nhiệt độ được tính từ hiệu ứng về nhiệt của Jun, tính nhiệt tạo ra trong các thanh dẫn và dây quấn cũng như công suất nhiệt của lồng. Ảnh hưởng của hiệu ứng bề mặt do phân bố nhiệt trên các thanh dẫn cần được xem xét. Cho phép bỏ qua sự truyền nhiệt trong kim loại.

B.5.2 Chỉ số tăng nhiệt độ theo thời gian t, $\Delta\theta/t$, tính bằng °C/sec, của cuộn dây stato khi động cơ bị kẹt được tính theo công thức sau:

$$\Delta\theta/t = a \times j^2 \times b$$

trong đó:

j là mật độ dòng điện khởi động, tính bằng ampe trên milimét vuông;

a là hệ số tính bằng độ Kenvin trên bình phương của ampe trên milimét vuông x giây (đối với đồng a= 0,0065);

b = 0,85 (chỉ số giảm do sự tiêu tán nhiệt vì các cuộn dây được tẩm).

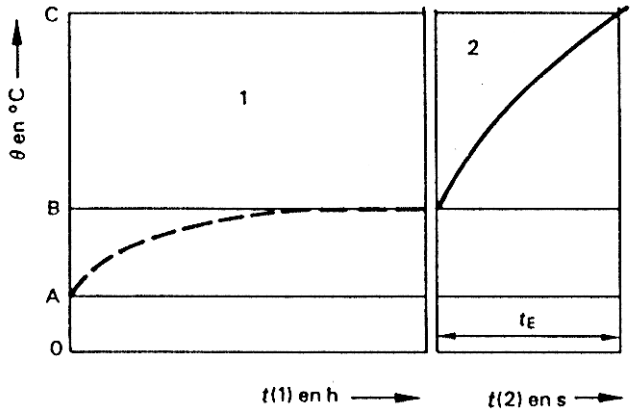
B.6 Thời gian $t_E$ được xác định như sau (Xem hình B.1)

Từ nhiệt độ giới hạn °C, nhiệt độ lớn nhất của môi trường xung quanh OA (thông thường là 40°C) trừ đi sự tăng nhiệt độ trong thang hoạt động AB. Từ sự khác nhau BC này và chỉ số tăng nhiệt độ khi thử nghiệm động cơ bị kẹt, xác định được thời gian $t_E$ (thông qua đo hoặc tính toán).

Thực hiện tính toán riêng cho rôto và stato, giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị được chấp nhận là thời gian $t_E$ cho động cơ đối với thang nhiệt độ tương ứng.

B.7 Động cơ được thiết kế cho các điều kiện khởi động nặng nề có thiết bị bảo vệ đặc biệt (ví dụ thiết bị khống chế nhiệt độ các cuộn dây) phải được thử nghiệm cùng với các thiết bị này.

B.8 Các động cơ có các thiết bị bảo vệ tổ hợp và bộ biến đổi phải được thử nghiệm để xác định rằng nhiệt độ tới hạn tương ứng không vượt quá giá trị đưa ra khi kết hợp động cơ và bộ biến đổi.




A - Nhiệt độ môi trường xung quanh cho phép lớn nhất
B - Thang nhiệt độ hoạt động
C - Nhiệt độ giới hạn
θ - Nhiệt độ
t - Thời gian
1 - Sự gia tăng nhiệt độ trong thang hoạt động
2 - Sự gia tăng nhiệt độ khi thử cho động cơ kẹt

**Hình B.1 - Đồ thị mô tả cách xác định thời gian $t_E$**

## Phụ lục C

(tham khảo)

# Động cơ lồng sóc - Bảo vệ nhiệt khi hoạt động

Phụ lục này đưa ra thông tin bổ sung, hướng dẫn người sử dụng lựa chọn thiết bị bảo vệ, hoặc bổ sung các vấn đề liên quan đến lắp đặt thực tế trong công nghiệp.

C.1 Để đáp ứng yêu cầu 5.4 khi hoạt động, có thể chấp nhận một thiết bị bảo vệ quá tải nghịch đảo trễ thời gian nếu nó thoả mãn theo yêu cầu của C.2 dưới đây (Ví dụ bộ khởi động trực tiếp với rơle quá nhiệt hoặc cắt mạch).

C.2 Thiết bị bảo vệ quá tải nghịch đảo trễ thời gian tác động không chỉ theo dòng của động cơ mà còn khi động cơ bị kẹt nó sẽ được ngắt trong khoảng thời gian $t_E$. Người sử dụng cần có các đường cong đặc tính dòng điện theo thời gian, đưa ra thời gian tác động trễ của rơle quá tải hoặc cắt mạch phụ thuộc vào tỷ số dòng điện khởi động $I_A/I_N$.

Các đường cong chỉ ra giá trị thời gian trễ liên quan tới nhiệt độ xung quanh 20 °C và dãy các tỷ số dòng điện khởi động ít nhất từ 3 tới 8. Thời gian tác động của thiết bị bảo vệ phải bằng giá trị thời gian trễ này $\pm$ 20 %.

C.3 Các động cơ làm việc dài hạn, không thường xuyên khởi động không tạo nhiệt bổ sung đáng kể có thể dùng bảo vệ quá tải nghịch đảo trễ thời gian. Các động cơ thiết kế để làm việc trong điều kiện khởi động nặng nề, hoặc khởi động thường xuyên phải dùng thiết bị bảo vệ phù hợp để bảo đảm nhiệt độ không vượt quá giá trị giới hạn.

Điều kiện khởi động nặng nề nhất được chấp nhận nếu như thiết bị bảo vệ quá tải nghịch đảo trễ thời gian lựa chọn theo phụ lục B không được nối với động cơ trước khi nó đạt tốc độ định mức. Điều này sẽ xảy ra nếu tổng thời gian khởi động vượt quá 1,7 lần thời gian $t_E$.

## Phụ lục D

(tham khảo)

# Bình ắc quy

## D.1 Phạm vi

Phụ lục này qui định những yếu tố riêng về kiểu loại, tăng cường tin cậy dạng ″e″ bao gồm các loại ắc quy Pb-$H_2SO_4$ và Ni-Cd. Những vấn đề không nêu trong phụ lục này phải phù hợp với Tiêu chuẩn.

## D.2 Định nghĩa

D.2.1 Bình điện hoặc ắc quy

Hệ thống điện hoá có khả năng tích điện năng ở dạng hoá học và có thể phát ra năng lượng thông qua sự phóng điện.

Chú thích – Các khái niệm và định nghĩa dưới đây dựa theo mục 486 ″ắc quy tích điện″ của IEV.

D.2.2 Ngăn "thứ cấp"

Tập hợp các bản cực và các chất điện phân tạo thành một ngăn ắc quy cơ bản.

Chú thích:

1) Một ngăn gồm các tấm dương cực và âm cực, vách ngăn, các chi tiết cần thiết để lắp ráp và đấu nối (các bản cực, các thanh, trụ điện cực), hộp chứa chất điện phân.

2) Bản vẽ mô tả các bộ phận của một ngăn ắc quy thể hiện trong hình D.1. Bản vẽ này chỉ có mục đích minh hoạ, không có ý định theo bất kỳ yêu cầu nào hoặc để tham khảo cho công việc chế tạo.

D.2.3 Ắc quy

Hai hoặc nhiều hơn hai ngăn được nối với nhau về phương diện điện và được sử dụng như một nguồn năng lượng.

D.2.4 Ngăn chứa (ngăn)

Hộp chứa tấm điện cực và chất điện phân của một ngăn, không cho chất điện phân thấm qua.

D.2.5 Bình chứa (ắc quy)

Hộp để chứa ắc quy.

Chú thích – Vỏ bọc là một phần của hộp chứa ắc quy.

D.2.6 Dung lượng ắc quy

Số lượng điện năng (điện nạp), được thể hiện dưới dạng Ampe-giờ (Ah) của một ắc quy được nạp đầy có thể sử dụng trong điều kiện đặc biệt.

D.2.7 Tấm điện cực

Tập hợp các bản cực dương và bản cực âm cùng với các tấm cách ly.

D.2.8 Vách ngăn

Phần bên trong của bình chứa ắc quy, chia nó thành các phần riêng làm tăng độ bền cơ cho ắc quy.

D.2.9 Vách ngăn cách điện

Phần tử bằng vật liệu cách điện giữa các nhóm ngăn chứa, chia nhỏ ắc quy.

D.2.10 Phần tử đấu nối

Phần tử dẫn điện dùng để nối liền mạch dòng điện giữa các ngăn.

## D.3 Ắc quy thứ cấp

D.3.1 Định nghĩa

Ắc quy thứ cấp là ắc qui loại axít-chì, niken-sắt, niken-cadmi phải phù hợp với yêu cầu của tiêu chuẩn này.

D.3.2 Yêu cầu kỹ thuật

Đối với ắc quy thứ cấp có dung lượng lớn hơn 25 Ah phóng trong 5 giờ, áp dụng các yêu cầu bổ sung sau đây:

Chú thích – Do không đảm bảo an toàn trong khi nạp, ắc quy phải được nạp điện ở ngoài môi trường nguy hiểm trừ khi áp dụng các biện pháp an toàn khác.

D.3.2.1 Bình chứa ắc quy

D.3.2.1.1 Bình chứa ắc quy (vách ngăn và vỏ bọc) phải làm bằng thép. Tuy nhiên, đối với ắc quy nhóm I có thể thay thế bằng vật liệu khác. Tất cả các mặt trong của bình chứa ắc quy dùng kim loại phải được phủ lớp cách điện, đối với ngoài vỏ bọc chỉ cần dùng một lớp sơn là đủ. Mặt trong của bình chứa phải không chịu ảnh hưởng của chất điện phân.

D.3.2.1.2 Bình chứa ắc quy phải được thiết kế sao cho chịu được va đập khi vận hành và vận chuyển. Để đạt yêu cầu này phải gắn các vách ngăn vào trong bình.

D.3.2.1.3 Khi cần thiết, các bình ắc quy phải có vách ngăn cách điện. Vách ngăn có thể coi là cách điện nếu có cấu tạo phù hợp. Vách ngăn phải được đặt ở vị trí để chống lại sự tăng điện áp danh định quá 40 V ở bất kỳ phần tử nào. Vách ngăn phải được cấu tạo sao cho khoảng cách rò không bị giảm xuống quá giá trị yêu cầu khi hoạt động. Chiều cao của vách ngăn ít nhất phải bằng hai phần ba chiều cao của ngăn.

Khoảng cách rò giữa các cực của ngăn lân cận và giữa cực với bình chứa ít nhất phải là 35 mm. Khi điện áp danh định giữa các ngăn lân cận vượt quá 24 V, khoảng cách rò sẽ phải tăng ít nhất 1 mm với từng 2 V vượt quá đó.

D.3.2.1.4 Bình của ắc quy phải được cố định để tránh bị nứt, thủng do sơ suất khi vận hành. Mỗi bình phải có đai kẹp phù hợp với TCVN 7079-0.

D.3.2.1.5 Các ngăn nằm trong bình chứa phải không có sự dịch chuyển lớn khi hoạt động. Vật liệu gia cường và vật liệu khác (ví dụ bao bì và vách ngăn) phải cách điện, không xốp, chống lại tác động của chất điện phân và không dễ bắt lửa.

D.3.2.1.6 Phải bố trí cơ cấu để có thể hút chất điện phân từ trong bình ắc quy không có lỗ xả mà không cần mở các ngăn.

D.3.2.1.7 Bình chứa ắc quy phải có lỗ thông hơi. Cấp bảo vệ của bình chứa ắc quy theo IEC 529 phải là IP 23.

Lỗ thông hơi tạo ra sự thông khí thích hợp. Trường hợp này khí hydro trong bình chứa không được vượt quá 2% thể tích khi thử nghiệm theo điều 7.3.

D.3.2.1.8 Phích cắm và ổ cắm phải phù hợp với yêu cầu trong TCVN 7079-0. Các yêu cầu này không áp dụng cho các phích cắm và ổ cắm có nhãn cảnh báo ″CHỈ DÙNG TRONG VÙNG KHÔNG NGUY HIỂM″.

Cực phích cắm và cực ổ cắm phải đảm bảo không hoán vị được cho nhau.

D.3.2.1.9 Cực của ắc quy và phích cắm, ổ cắm phải được ghi nhãn rõ ràng và bền.

D.3.2.1.10 Bất kỳ thiết bị điện nào lắp đồng bộ với bình ắc quy cũng phải phù hợp với yêu cầu của dạng bảo vệ trong TCVN 7079-0.

D.3.2.2 Ngăn ắc quy

D.3.2.2.1 Nắp ngăn phải được gắn chặt vào ngăn để đề phòng nắp ngăn bật ra và rò rỉ chất điện phân. Không sử dụng vật liệu dễ cháy làm nắp ngăn.

D.3.2.2.2 Các tấm bản cực dương và âm phải được cố định chắc chắn.

D.3.2.2.3 Trên mỗi ngăn phải đánh dấu mức chất điện phân nằm giữa mức cho phép thấp nhất và cao nhất, tránh sự ăn mòn tại các bản cực và thanh dẫn khi chất điện phân ở dưới mức nhỏ nhất.

D.3.2.2.4 Trong mỗi ngăn phải có khoảng không gian hợp lý để đề phòng tràn chất điện phân và lắng đọng cặn. Khoảng không gian này có liên quan mật thiết tới tuổi thọ của ắc quy.

D.3.2.2.5 Các nút bình, ngăn ắc quy phải được đậy kín để ngăn ngừa chất điện phân tràn ra ngoài trong quá trình làm việc bình thường. Chúng phải có cấu tạo sao cho tháo lắp dễ dàng.

D.3.2.2.6 Giữa các đầu cực và nắp ngăn phải gắn kín để tránh rò rỉ chất điện phân.

D.3.2.2.7 Đối với ắc quy mới, đã được nạp đầy và sẵn sàng hoạt động, giữa các phần tử mang điện và thân vỏ ắc quy phải có điện trở cách điện ít nhất 1MΩ.

Chú thích – Trong khi hoạt động ở điện áp danh định, ắc quy phải có điện trở cách điện ít nhất 50 Ω/V và có giá trị nhỏ nhất là 1000 Ω.

D.3.2.3 Đấu nối ắc quy

D.3.2.3.1 Việc nối cố định giữa các ngăn lân cận, nối tạm thời giữa các ngăn có liên quan phải sử dụng các phần tử đấu nối thực hiện theo các cách sau đây:

a) hàn vào đầu cọc của ngăn;

b) kẹp chặt vào đầu cốt bằng đồng rồi vào cọc của ngăn;

c) kẹp chặt vào đầu cốt bằng đồng, sau đó được bắt chặt bằng ren vào cọc của ngăn.

Trong trường hợp b) và c) việc nối trong phải thực hiện bằng vật liệu đồng.

D.3.2.3.2 Trong D.3.2.3.1c) chỗ nối bằng ren phải có giải pháp đề phòng tự nới lỏng ra.

Diện tích tiếp xúc hiệu quả của điểm đấu nối và cọc của ngăn phải ít nhất bằng tiết diện mặt cắt ngang của mối nối trong. Các điểm nối bằng ren phải chịu được thử nghiệm nhiệt như trong TCVN 7079-0 khi các cực mang dòng điện tương đương với dòng điện danh định tại các mối nối, dòng điện này phải được nhà chế tạo qui định trong tài liệu kỹ thuật của ắc quy.

Khi tính diện tích tiếp xúc hiệu quả, sẽ không tính đến diện tích ren trong và ren ngoài.

D.3.2.3.3 Các phần tử đấu nối phải chịu được dòng điện yêu cầu theo chế độ làm việc mà không làm tăng nhiệt độ quá mức cho phép (xem 4.5.1, 5.1 và 5.2). Ở chế độ làm việc không xác định rõ, ắc quy sẽ được đánh giá theo tốc độ nạp mà nhà sản xuất sử dụng để xác định dung lượng ắc quy. Khi sử dụng mối nối đôi, thì mỗi một mối nối đơn phải có khả năng mang dòng điện tổng mà không bị tăng quá nhiệt độ cho phép.

D.3.2.3.4 Tất cả các phần tử đấu nối lộ ra ngoài tiếp xúc với chất điện phân phải được bảo vệ phù hợp, ví dụ, đối với ắc quy axít - chì, các đầu nối kim loại không có cách điện phải được bọc chì. Không sử dụng các mối nối có ren.

D.3.2.3.5 Đối với ắc quy nhóm I, các phần tử mang điện phải có vỏ bọc cách điện để tránh dòng điện xâm thực và các chạm chập ngoài ý muốn.

Đối với ắc quy nhóm II, các phần tử mang điện cũng phải có bảo vệ cách điện để tránh chạm chập ngoài ý muốn.

## D.4 Thử nghiệm

D.4.1 Tổng quát

Thử nghiệm phải phù hợp với mục 7 và tuân theo D.4.1 đến D.4.4.

D.4.2 Thử điện trở cách điện

D.4.2.1 Điều kiện thử:

- điện áp đo của ôm kế phải ít nhất là 100V;
- các mối nối giữa ắc quy với các mạch ngoài được cắt rời;
- các ngăn được đổ chất điện phân tới mức cho phép lớn nhất.

D.4.2.2 Điện trở cách điện được coi là đạt yêu cầu nếu giá trị đo được ít nhất tương đương với giá trị qui định trong D.3.2.2.7.

D.4.3 Thử độ bền cơ

D.4.3.1 Ắc quy thường bị va đập khi hoạt động nên phải tiến hành thử độ bền cơ. Nếu các ắc quy khác không qua thử nghiệm này thì nhãn của chúng phải có ký hiệu ″X″ theo TCVN 7079-0.

Chỉ tiến hành thử trên ngăn mẫu với các phần tử đấu nối đầy đủ. Khi ắc quy có các ngăn cấu tạo tương tự với các dung lượng khác nhau, không cần thiết phải thử từng ngăn, mà chỉ cần thử một số vừa đủ cho phép đánh giá chất lượng của cả bộ.

D.4.3.2 Điều kiện thử:

a) tiến hành thử với từng mẫu, bao gồm ít nhất 2 x 2 ngăn mới, được nạp đầy cùng với phần tử đấu nối trong, được lắp trong một bình phù hợp. Mỗi mẫu phải ở trạng thái sẵn sàng sử dụng;

b) các mẫu được lắp ráp với nhau như ở trạng thái vận hành bình thường, hoặc trực tiếp ở trạng thái cố định trên bề mặt của thiết bị tạo va đập. Sự lắp đặt phải thoả mãn yêu cầu trong 4.3 của IEC 68-2-27;

c) máy tạo va đập tạo ra một xung nửa hình sin như chỉ ra trong hình 3 của IEC 68-2-27. Sự thay đổi tần số và biên độ, chuyển động ngang và hệ thống đo phải thoả mãn các yêu cầu trong 4.1.2, 4.1.3 và 4.2 tương ứng của IEC 68-2-27. Giá trị gia tốc cực đại sẽ là $5g_n$ được xác định trong bảng I ở mục 5 của tiêu chuẩn kể trên.

D.4.3.3 Tiến hành thử

D.4.3.3.1 Xác định dung lượng của mỗi mẫu thử.

D.4.3.3.2 Cho phóng điện liên tục trong 5 h trong suốt thời gian thử.

D.4.3.3.3 15 lần va đập riêng cho tác động vào mỗi mẫu như sau:

a) 3 va đập liên tiếp với hướng thẳng đứng lên trên;

b) 3 va đập liên tiếp cho 4 hướng, mỗi hướng va đập dọc theo hai trục vuông góc với mặt phẳng nằm ngang. Những trục này được chọn đặc trưng thể hiện độ yếu có thể xuất hiện.

D.4.3.3.4 Sau khi nạp lại, xác định dung lượng một lần nữa.

D.4.3.4 Chỉ tiêu nghiệm thu

Mỗi mẫu phải thoả mãn ba điều kiện:

a) không có thay đổi điện áp đột ngột trong quá trình thử nghiệm;

b) không có hư hại hoặc biến dạng có thể nhìn thấy;

c) không làm giảm dung lượng quá 5 %.

D.4.4 Thử về thông gió phù hợp cho bình ắc quy

Mục đích của thử nghiệm này là xác định nồng độ khí hydro cực đại trong bình ắc quy và kích thước các lỗ thông gió phù hợp cho khí hydro thoát ra từ trong bình chứa ắc quy.

D.4.4.1 Thể tích khí hydro thoát ra từ bình ắc quy được xác định theo công thức sau:

$$\text{Khí hydro } (m^3/h) = \text{Số ngăn} \times \text{dung lượng (Ah)} \times 5 \times 10^{-6}$$

Chú thích – Công thức này phù hợp với khí hydro nguyên chất. Khi sử dụng khí hydro không nguyên chất, dòng khí được tăng lên để bù lại độ bẩn của khí hydro.

D.4.4.2 Tiến hành thử:

a) Phương pháp 1: Bình ắc quy được đặt trong một hộp kín. Nắp bình có các lỗ rót và lỗ thoát, số lượng và vị trí của chúng ở các ngăn phải đảm bảo sao cho thông gió tự nhiên thông thường giữa các ngăn không bị thay đổi.

   Khí hydro được thoát vào khoảng không ở trên hộp thông qua các lỗ rót và các lỗ thoát với lưu lượng không thay đổi, tương ứng với cấu tạo của ngăn và dung lượng của chúng. Thể tích khí hydro thoát ra được xác định theo công thức trong D.4.4.1.

   Khí hydro phải được phân bố bằng nhau trong tất cả các lỗ rót và các lỗ thoát.

b) Phương pháp 2: Bình ắc quy phải có một số lượng các ngăn có cùng chủng loại và dung lượng đảm bảo cho hoạt động.

   Các ngăn phải mới, được nạp đầy và nối với nhau.

   Dòng điện quá nạp sẽ đi qua ắc quy tạo ra khí hydro với một lưu lượng không thay đổi tương ứng với số lượng, kích thước, kiểu cấu tạo và dung lượng của các ngăn trong ắc quy.

   Thể tích khí hydro thoát ra được xác định theo công thức trong D.4.4.1. Dòng điện nạp cưỡng bức được xác định theo công thức sau:

$$\text{Dòng điện nạp cưỡng bức (A)} = \frac{\text{Khí hydro } (m^3/h)}{\text{Số ngăn x } 0{,}44 \text{ x } 10^{-3}}$$

D.4.4.3 Trong thời gian thử nghiệm, nhiệt độ môi trường xung quanh, nhiệt độ của bình ắc quy, nhiệt độ của các ngăn phải không khác nhau quá 4K. Các nhiệt độ này phải nằm trong phạm vi 15 $^0$C tới 25 $^0$C.

Áp suất thử là áp suất khí quyển, trong phòng thử không có gió lùa.

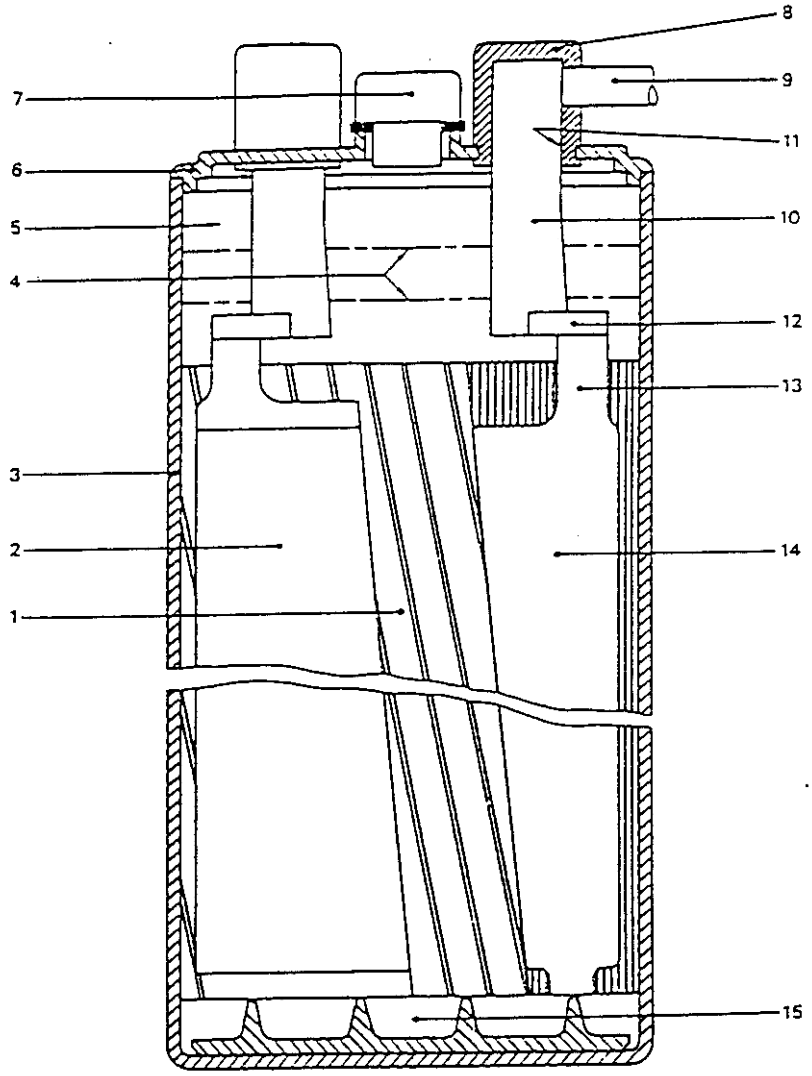
D.4.4.4 Thử nghiệm phải liên tục cho đến khi bốn giá trị đo kế tiếp chỉ ra rằng sự tăng nồng độ khí hydro không vượt quá 5% giá trị trung bình của bốn lần đo.

Khoảng thời gian giữa các lần đo không nhỏ hơn 30 phút.

Điểm đo được thực hiện ở khoảng giữa lỗ rót và lỗ thoát sao cho đảm bảo rằng nồng độ khí hydro đo được trong bình ắc quy không phải là khí hydro chỉ thoát ra tại các lỗ rót và lỗ thoát.

D.4.4.5 Thử nghiệm được tiến hành ít nhất hai lần.

D.4.4.6 Mẫu thử coi là đạt yêu cầu nếu nồng độ khí hydro xác định được không vượt quá 2 %.




1 - Tấm cách ly
2 - Tấm dương bản
3 - Vỏ ngăn
4 - Vạch chỉ chất điện phân (max/min)
5 - Khoảng trống đầu ngăn
6 - Gioăng lỗ rót
7 - Lỗ thoát và rót
8 - Bao phủ cực
9 - Phần tử đấu nối
10 - Đầu cực
11 - Gioăng đầu cực
12 - Thanh nối nhóm
13 - Đầu tấm cực
14 - Tấm âm bản
15 - Khoang chứa cặn

Chú thích – Hình vẽ này chỉ nhằm mục đích mô tả nguyên lý nên không theo bất cứ yêu cầu nào hoặc là để tham khảo cho công việc chế tạo.

**Hình D.1 - Các phần tử của ngăn ắc quy**

## D.5 Ghi nhãn

Yêu cầu này bổ xung cho yêu cầu trong mục 8 và thiết bị điện được ghi nhãn bổ sung như sau:

Đối với ắc quy yêu cầu phải phù hợp với D.3 - kiểu cấu tạo của ngăn, số lượng ngăn và điện áp định mức, dung lượng định mức tương ứng với thời gian phóng điện. Nếu không có biện pháp an toàn như ghi trong D.3.2, bình ắc quy phải mang thêm biển báo ″KHÔNG NẠP ĐIỆN TRONG VÙNG NGUY HIỂM″.

Chú thích – Cần có các hướng dẫn sử dụng (hướng dẫn để bảo dưỡng) cho mỗi ắc quy trong các trạm nạp ắc quy. Các hướng dẫn này phải bao gồm tất cả các chỉ dẫn cần thiết để nạp, sử dụng và bảo dưỡng.

Các hướng dẫn sử dụng bao gồm các thông tin sau đây:

- tên nhà sản xuất hoặc người cung cấp hoặc nhãn đăng ký thương mại;
- kiểu, dạng của nhà chế tạo;
- số ngăn và điện áp định mức của ắc quy;
- dung lượng định mức tương ứng với thời gian phóng;
- các hướng dẫn về nạp;
- các điều kiện khác có liên quan tới hoạt động an toàn của ắc quy, ví dụ hạn chế việc nhấc vỏ trong khi nạp, thời gian tối thiểu khi đậy nắp để làm thoát các khí ở thời điểm nạp cuối cùng, kiểm tra mức chất điện phân, chỉ tiêu kỹ thuật đối với nước và chất điện phân, trạng thái lắp đặt.

## Phụ lục E

(tham khảo)

# Phần tử nhiệt điện trở và tổ hợp nhiệt điện trở

## E.1 Phạm vi

Phụ lục này qui định những vấn đề liên quan đến kiểu loại, tăng cường tin cậy dạng ″e″ cho các phần tử nhiệt điện trở và tổ hợp nhiệt điện trở. Những vấn đề không nêu trong phụ lục này phải phù hợp với tiêu chuẩn.

## E.2 Định nghĩa

Các định nghĩa sử dụng trong phụ lục này bao gồm hai lĩnh vực:

Phần tử nhiệt điện trở và tổ hợp nhiệt đlện trở.

Chú thích – Ở những chỗ có từ ″điện trở″ trong dấu ngoặc đơn cho mỗi thuật ngữ có thể bỏ đi, nếu như không làm khó hiểu cho các định nghĩa về các phần tử nhiệt điện trở và tổ hợp nhiệt điện trở trong phạm vi tiêu chuẩn này.

### E.2.1 Phần tử nhiệt (điện trở)

Một phần của tổ hợp nhiệt điện trở có một hoặc nhiều điện trở nhiệt điển hình bao gồm cả các dây dẫn kim loại hoặc các phần tử dẫn điện tổng hợp khác phù hợp với cách nhiệt và bảo vệ.

### E.2.2 Tổ hợp nhiệt (điện trở)

Tổ hợp có chứa một hoặc nhiều phần tử nhiệt điện trở, kết hợp với bất kỳ phần tử cần thiết nào khác để đảm bảo rằng nhiệt độ tới hạn không vượt quá giá trị cho phép.

Chú thích – Điều này có nghĩa là phần tử phải đảm bảo nhiệt độ không vượt quá giới hạn khi có loại bảo vệ ″e″, hoặc bất kỳ loại bảo vệ nào khác, để đảm bảo chúng nằm ngoài vùng nguy hiểm.

### E.2.3 Nơi áp dụng

Các vị trí có thể sử dụng phần tử hoặc một tổ hợp nhiệt điện trở.

### E.2.4 Tính chất tự giới hạn

Tính chất của một phần tử nhiệt điện trở, ví dụ công suất nhiệt ở điện áp danh định giảm khi nhiệt độ xung quanh tăng đến khi đạt được nhiệt độ mà tại đó công suất nhiệt bị giảm tới giá trị không thể tăng thêm nhiệt độ được nữa.

Chú thích – Nhiệt độ bề mặt của phần tử chịu ảnh hưởng của môi trường xung quanh.

E.2.5 Thiết kế ổn định

Khái niệm này được hiểu là nhiệt độ của phần tử hoặc tổ hợp nhiệt điện trở, được thiết kế và hoạt động ổn định trong phạm vi nhiệt độ giới hạn, trong điều kiện hoạt động bình thường, không cần hệ thống bảo vệ để hạn chế nhiệt độ.

## E.3 Yêu cầu về cấu trúc

Yêu cầu về cấu trúc tuân theo mục 4 và mục 5 và những quy định sau đây:

Phần này đưa ra yêu cầu bổ sung cho các phần tử nhiệt điện trở và các tổ hợp nhiệt điện trở được định nghĩa trong E.2.1 và E.2.2 tương ứng. Nó không áp dụng cho hệ thống nhiệt cảm ứng, hiệu ứng nhiệt bề mặt, trên chất điện môi, hay bất cứ hệ thống nhiệt nào khác liên quan tới dòng điện đi qua một chất lỏng, một vỏ bọc hoặc đường ống.

E.3.1 Qui định chung

a) điện trở nhiệt sẽ không xem xét như các cuộn dây và không áp dụng mục 4.6;

b) không áp dụng 5.2 của TCVN 7079-0 đối với vật liệu nhiệt điện trở cách điện, vỏ bọc cáp và các dây dẫn chịu nhiệt.

E.3.2 Điện trở nhiệt phải có hệ số nhiệt xác định và nhà chế tạo phải thông báo giá trị điện trở ở 20 $^0$C và dung sai của nó.

E.3.3 Nhà chế tạo phải thông báo nhiệt độ hoạt động cực đại $T_P$( $^0$C). Vật liệu sử dụng trong phần tử nhiệt điện trở phải chịu được nhiệt độ ($T_P$+20) $^0$C khi thử nghiệm phù hợp với mục 5.4.

E.3.4 Dòng điện khởi động của phần tử nhiệt điện trở ở trạng thái nguội khi thử nghiệm theo 5.4 không được vượt quá 10% giá trị do nhà chế tạo đưa ra, sau thời điểm đóng điện 10 giây.

E.3.5 Trừ khi phần tử nhiệt điện trở được đặt như một tổ hợp trong thiết bị điện, ví dụ như bộ sấy nóng chống ngưng tụ hơI nước trong động cơ. Phần tử nhiệt điện trở phải được cấu tạo để sử dụng cùng với thiết bị bảo vệ như mô tả dưới đây:

E.3.5.1 Mục đích

Chức năng của bảo vệ này là hạn chế hiệu ứng nhiệt và hồ quang có thể xảy ra vì các hư hỏng do chạm đất không bình thường và rò điện, chức năng này bổ sung thêm cho bảo vệ quá dòng.

E.3.5.2 Phương pháp bảo vệ

Phương pháp bảo vệ phụ thuộc vào dạng của hệ thống nối đất (xem mục 31 của IEC 364-3).

– Hệ thống TT và TN. Cần sử dụng thiết bị bảo vệ hoạt động với dòng điện trễ danh định không vượt quá 300 mA. Cần tham khảo thiết bị bảo vệ có dòng điện trễ danh định 30 mA. Thiết bị bảo vệ này cần có thời gian tác động tối đa không vượt quá 5 giây tại dòng điện trễ danh định và không vượt quá 0,15 giây khi dòng điện trễ danh định có giá trị gấp 5 lần.

  Chú thích – Thông tin bổ sung về thiết bị bảo vệ dòng điện trễ có trong IEC 755

– Hệ thống IT. Thiết bị bảo vệ cách điện được lắp đặt để ngắt nguồn cấp điện khi điện trở cách điện không lớn hơn 50 Ω/V đối với điện áp danh định.

E.3.6 Khi vỏ bọc đảm bảo được chức năng của phần tử bảo vệ như trong E.3.5, thì nó được mở rộng trên toàn bộ bề mặt các lớp dẫn điện ít nhất tới diện tích 70% bề mặt.

Điện trở của phần tử dẫn điện phải nhỏ hơn của nhiệt điện trở trong trường hợp nó có cùng chiều dài với phần tử nhiệt điện trở, trừ khi nhiệt độ vượt quá trong điều kiện hư hỏng được ngăn chặn bởi thiết bị bảo vệ như trong E.3.5 hoặc nhiệt điện trở có tính chất tự giới hạn và điện trở của vỏ bọc không nhỏ hơn điện trở của một thanh dẫn.

E.3.7 Cách điện phải đảm bảo sao cho điện trở nhiệt không thể tiếp xúc với môi trường khí nổ.

Chú thích – Ví dụ cách điện xốp sẽ không thoả mãn yêu cầu này.

E.3.8 Để đảm bảo độ bền cơ tiết diện của dây dẫn để nối tới phần tử nhiệt điện trở phải không nhỏ hơn 1 $mm^2$.

E.3.9 Để phân loại các phần tử nhiệt điện trở theo thang nhiệt độ, lớp cách nhiệt không được coi là môi trường nguy hiểm nổ.

E.3.10 Phần tử hoặc tổ hợp nhiệt điện trở phải được khống chế để không vượt quá nhiệt độ giới hạn khi được cấp điện bởi một trong các giải pháp sau:

a) thiết kế ổn định (trong điều kiện sử dụng đặc biệt);

b) tính chất tự giới hạn của phần tử nhiệt điện trở;

c) ở nhiệt độ bề mặt xác định trước, hệ thống bảo vệ điện theo E.3.11 dưới đây phải cách ly tất cả các phần tử mang điện của phần tử hoặc tổ hợp nhiệt điện trở. Hệ thống bảo vệ phải hoàn toàn không phụ thuộc vào bất kỳ hệ thống khống chế nhiệt độ nào của phần tử nhiệt điện trở hoặc tổ hợp ở điều kiện hoạt động bình thường.

E.3.11 Nhiệt độ của phần tử nhiệt điện trở phụ thuộc vào mối quan hệ giữa các thông số khác nhau:

a) công suất nhiệt của nó;

b) nhiệt độ môi trường xung quanh nó: khí, chất lỏng, chi tiết gia công;

c) đặc tính truyền nhiệt giữa phần tử nhiệt điện trở và môi trường xung quanh;

Nhà chế tạo thiết bị cần qui định các thông số cần thiết, mô tả về dạng thử nghiệm theo TCVN 7079-0.

E.3.12 Việc bảo vệ thông qua hệ thống bảo vệ đạt được nhờ vào:

a) cảm biến nhiệt độ của phần tử nhiệt điện trở hoặc môi trường trung gian tương ứng;

b) cảm biến nhiệt độ của môi trường xung quanh với một hoặc nhiều thông số khác;

c) cảm biến của hai hoặc hơn hai thông số ngoài nhiệt độ.

Chú thích – Ví dụ các thông số như: Mức, dòng chảy, dòng điện, dòng điện rò, tiêu hao năng lượng.

E.3.13 Trong trường hợp đặc biệt để đảm bảo an toàn phải tuân theo chỉ dẫn tương ứng trong TCVN 7079-0. Ví dụ, khi tổ hợp nhiệt điện trở có hệ thống bảo vệ không trọn bộ, tất cả các dữ liệu để điều khiển tín hiệu (ví dụ sự tương thích giữa thiết bị phát và thiết bị thu) phải chỉ ra trong tài liệu kỹ thuật.

E.3.14 Hệ thống bảo vệ sẽ cắt nguồn cấp điện tới phần tử hoặc tổ hợp nhiệt điện trở được thực hiện hoặc trực tiếp hoặc gián tiếp. Nó phải là loại điều khiển có khả năng phục hồi bằng tay, sau khi tác động nó mới trở lại trạng thái hoạt động bình thường, trừ khi tín hiệu từ hệ thống bảo vệ thực hiện việc điều chỉnh liên tục. Trong trường hợp bộ cảm biến bị hỏng, phần tử nhiệt điện trở phải được cắt ra trước khi đạt tới nhiệt độ giới hạn. Chỉnh lại hoặc thay thế hệ thống bảo vệ phục hồi bằng tay chỉ thực hiện được khi có dụng cụ chuyên dùng.

E.3.15 Bộ phận điều chỉnh thiết bị bảo vệ được khoá và được gắn kín để nó không thể bị thay đổi trong quá trình hoạt động.

Chú thích – Nhà chế tạo quy định các cầu chảy nhiệt được thay thế ở những phần tử nào.

E.3.16 Hệ thống bảo vệ hoạt động ở điều kiện không bình thường không làm ảnh hưởng và không phụ thuộc vào bất kỳ thiết bị điều chỉnh nào khi hoạt động bình thường.

## E.4 Phương pháp thử

Yêu cầu này bổ sung cho yêu cầu trong TCVN 7079-0 áp dụng cho loại bảo vệ ″e″, trừ các yêu cầu khác.

E.4.1 Tiến hành thử trên một mẫu hoặc mẫu ban đầu của thiết bị nhiệt điện trở. Trong trường hợp là cáp hoặc là các dải băng, các mẫu này sẽ là một mẫu hoặc mẫu ban đầu có chiều dài không nhỏ hơn 3 m có cùng cấu tạo với mẫu thử. Trừ khi chỉ rõ các yêu cầu khác, thử nghiệm được tiến hành trong khoảng nhiệt độ từ 10 °C đến 25 °C.

E.4.2 Thử độ bền điện

Độ bền điện được thử theo hướng dẫn trong 7.2.

E.4.3 Thử cách điện của một mẫu hoặc mẫu ban đầu được thực hiện bằng cách ngâm mẫu vào bể nước trong 30 phút, sau đó mẫu được thử theo các bước a) và b) sau đây:

a) dùng điện áp (500 + 2U) V trong thời gian 1 phút khi U là điện áp danh định của thiết bị, với vỏ bọc dẫn điện như trong E.3.6. Điện áp được đặt vào phần tử phát nhiệt và với vỏ bọc bảo vệ hoặc với nước trong trường hợp không có vỏ bọc.

   Trong trường hợp có hai hoặc hơn hai phần tử dẫn điện, điện áp được đặt giữa từng đôi lõi dẫn và giữa các lõi dẫn với vỏ bọc bảo vệ hoặc với nước. Nếu giữa các lõi dây có đấu nối thì chúng được tháo ra.

b) Đo điện trở cách điện với điện áp nguồn một chiều 500V. Mẫu ban đầu hoặc mẫu thử phải có điện trở cách điện ít nhất 20 MΩ. Tuy nhiên, đối với các phần tử nhiệt điện trở gồm các cáp hoặc dải băng, với chiều dài lắp đặt lớn hơn 75 m, điện trở cách điện cho phép không nhỏ hơn 1,5 MΩ.km (Ví dụ, 500 MΩ đối với mẫu 3m).

E.4.4 Độ ổn định nhiệt của vật liệu cách điện trong phần tử nhiệt điện trở phải được kiểm tra trên một mẫu hoặc mẫu ban đầu để trong không khí tại nhiệt độ $(T_P + 20)\ ^0C$ trong thời gian ít nhất bốn tuần nhưng không nhỏ hơn 80 $^0C$ và cũng tại nhiệt độ giữa - 25 $^0C$ tới - 30 $^0C$ trong thời gian ít nhất 24 giờ. Sự phù hợp của mẫu được kiểm tra bằng cách thử nghiệm tổng thể về cách điện như trong E.4.3.

E.4.5 Thử nghiệm đối với sự chịu va đập được tiến hành trên hai mẫu mới hoặc mẫu ban đầu trên thiết bị tương tự như chỉ ra trong hình A.2 của TCVN 7079-0 sử dụng một đầu tác động hình bán cầu bằng thép cứng với năng lượng tác động 7J hoặc 4J theo mức độ cơ học như qui định trong 8.1 của TCVN 7079-0, trừ phần tử nhiệt điện trở hoặc tổ hợp nhiệt điện trở được bảo vệ trong vỏ bọc phù hợp với yêu cầu của 8.1 này.

Trong trường hợp cáp hoặc các dải băng, đầu tác động hình bán cầu được thay thế bằng hình trụ thép có đường kính 25 mm với chiều dài thích hợp để bao phủ toàn bộ chiều rộng của cáp hoặc dải băng hướng tác động vuông góc với trục của mẫu. Các yêu cầu thử nghiệm phải qua thử nghiệm tổng thể cách điện như trong E.4.3.

E.4.6 Thử nghiệm với dòng điện ban đầu ở nhiệt độ thấp phải được tiến hành trên ba mẫu hoặc mẫu ban đầu của phần tử nhiệt điện trở đặt trong một buồng ổn nhiệt lạnh tại nhiệt độ ban đầu do nhà chế tạo đưa ra $\pm$ 2 $^0$C.

Không tách chúng khỏi môi trường lạnh, đặt điện áp lên mẫu và ghi liên tục giá trị dòng điện đạt được ngay trong phút đầu tiên đóng điện.

E.4.7 Thử nghiệm đối với các phần tử nhiệt điện trở đặc biệt được thực hiện theo các mục sau:

E.4.7.1 Thử chịu tác động của ứng suất cơ học

Các phần tử nhiệt điện trở ở dạng mềm dẻo, như cáp nhiệt và các dải băng nhiệt, không được bảo vệ bởi các vỏ bọc phù hợp với yêu cầu trong 8.1 của TCVN 7079-0 phải qua thử mài mòn và thử uốn ở nhiệt độ thấp theo như quy định dưới đây:

a) Thử mài mòn

Mẫu được đặt trên một giá đỡ là tấm thép chắc chắn, không đập, lực mài 1500N được tác động vào mẫu trong 30 giây, nhờ một thanh thép đường kính 6 mm có đầu hình bán cầu và chiều dài tổng cộng là 25 mm. Trong thử nghiệm này, thanh thép tác động lên mẫu là cáp hoặc băng được đặt vuông góc với nó.

Sau đó thực hiện các yêu cầu thử nghiệm tổng thể cách điện như quy định trong E.4.3.

b) Thử uốn ở nhiệt độ thấp

Thiết bị dùng cho thử uốn ở nhiệt độ thấp chỉ ra trong hình E.1. Mẫu được duy trì trên thiết bị thử trong thời gian 4 h tại nhiệt độ -10 °C hoặc nhiệt độ thấp hơn do nhà chế tạo qui định với dung sai $\pm$ 3 °C. Ngay lập tức mẫu được uốn 90$^O$ sau đó uốn tới 180° với chiều ngược lại quanh trục, rồi quay về vị trí ban đầu của nó. Chu kỳ uốn này được tiến hành 2 lần với mỗi lần khoảng 5 giây.

Sau đó thực hiện các yêu cầu thử nghiệm tổng thể cách điện như quy định trong E.4.3.

Chú thích – Nhà chế tạo cần đưa ra tất cả các cảnh báo về giá trị bán kính uốn cong cho phép nhỏ nhất và nhiệt độ tại đó phần tử nhiệt điện trở bị biến dạng.

E.4.7.2 Phần tử nhiệt điện trở hoặc tổ hợp linh kiện dùng trong môi trường lỏng

Một mẫu hoặc một phần mẫu dùng trong môi trường lỏng, được nhúng ở mức sâu (50 ± 5)mm hoặc đặt dưới vòi nước trong thời gian 14 ngày. Sau đó thực hiện các yêu cầu thử nghiệm tổng thể cách điện như quy định trong E.4.3.

Chú thích – Thử nghiệm này không dùng để kiểm tra tính phù hợp của phần tử nhiệt điện trở hay linh kiện tổ hợp nhúng trong chất lỏng không phải là nước hoặc tại áp suất lớn hơn 500 Pa.

E.4.7.3 Phần tử nhiệt điện trở hoặc tổ hợp có vật liệu cách điện hút ẩm

Các bộ phận bao bọc phải đảm bảo độ kín hơi nước chịu đựng trong môi trường có nhiệt độ (80 ± 2)°C, độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 90% trong 4 tuần. Sau khi được lau chùi khô, mẫu được đưa thử nghiệm tổng thể cách điện như quy định trong E.4.3, bỏ qua việc nhúng nước.

Mục 6.5 của TCVN 7079-0 có nêu rõ về vật liệu sử dụng để làm kín khít thiết bị hoặc tổ hợp nhiệt điện trở.

E.4.7.4 Thử nhiệt độ giới hạn

E.4.7.4.1 Tổ hợp nhiệt điện trở được bảo vệ bằng một hệ thống bảo vệ tuân theo E.3.12.

Thử nghiệm phải được tiến hành với công suất của thiết bị tương ứng với trường hợp quá điện áp 10% với các sai số âm của giá trị điện trở.

Chú thích – Các tổ hợp nhiệt có hệ thống bảo vệ như E.3.12, nhưng thử nghiệm không có hệ thống bảo vệ, có thể được cấp chứng chỉ cùng với thiết bị nếu có các điều kiện hoạt động được giả định như trong quá trình thử. Ngoài ra, tổ hợp nhiệt chỉ có thể được coi như một bộ phận của thiết bị kiểu Ex nếu có xác nhận bổ sung cho các thiết bị khác sử dụng với chúng.

a) hệ thống bảo vệ cảm nhận nhiệt độ: Nhiệt độ cực đại cho phép bởi hệ thống bảo vệ được xác định bởi các thiết bị điều chỉnh bổ sung có tính đến quán tính nhiệt;

b) hệ thống bảo vệ cảm nhận nhiệt độ với ít nhất một thông số khác: Nhiệt độ cực đại được xác định như trong E.4.7.4.1a) có tính đến điều kiện nặng nề nhất;

c) hệ thống cảm nhận với một số thông số khác không phải nhiệt độ: Nhiệt độ cực đại được xác định có tính đến các điều kiện nặng nề nhất và cảm nhận qua các thông số khác.

E.4.7.4.2 Tổ hợp nhiệt điện trở có thiết kế ổn định

Mẫu phải được thử nghiệm phù hợp với điều kiện lắp đặt nặng nề nhất do nhà chế tạo qui định và được công nhận là đạt tiêu chuẩn thử nghiệm. Các điều kiện thử nghiệm này thực hiện trong một buồng thử hoặc ống thử không có dòng chảy. Thử nghiệm được tiến hành với công suất được xác định như trong E.4.7.4.1.

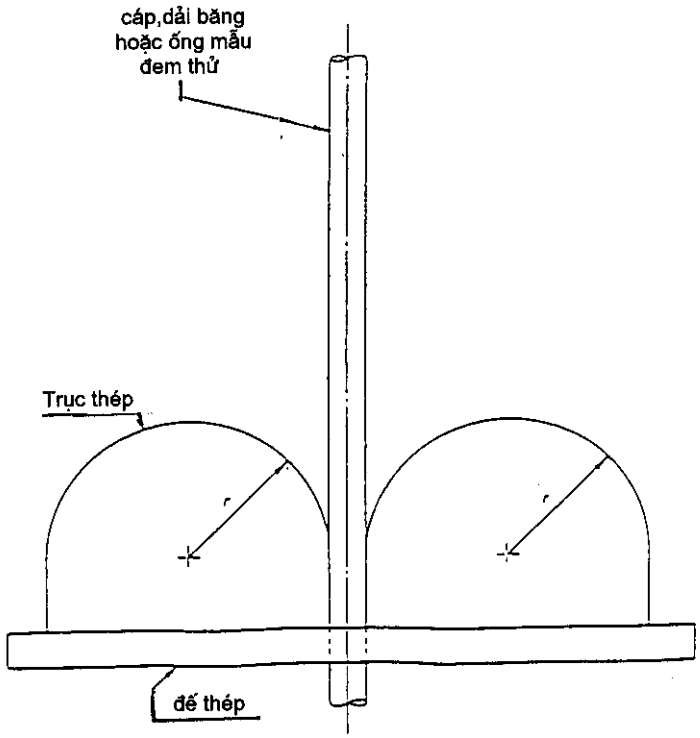
Các điều kiện làm việc mô phỏng của thiết bị có thể thống nhất giữa nhà chế tạo và cơ quan thử nghiệm.

E.4.7.4.3 Phần tử nhiệt với đặc tính tự giới hạn

Trong trường hợp này cáp hoặc dải băng mẫu có chiều dài khoảng 3 m đến 4 m được cuộn chặt trong một hộp có nắp đậy bằng vật liệu cách nhiệt, có khả năng chịu được nhiệt độ tạo ra. Hộp được giữ ở trạng thái đẳng nhiệt hiệu quả. Cặp nhiệt ngẫu được gắn vào mẫu để xác định nhiệt độ bề mặt cực đại của nó. Sau đó mẫu được cấp năng lượng với +10% điện áp danh định tại nhiệt độ ban đầu (-20 ± 3)°C đến khi đạt được cân bằng nhiệt.

Xác định giá trị nhiệt độ lớn nhất.

Phần tử nhiệt điện trở có đặc tính tự giới hạn khác được thử nghiệm tương tự trong buồng thử đẳng nhiệt phù hợp.




**Hình E.1 - Băng thử uốn ở nhiệt độ thấp**